

Figura 14.- Correlación entre la digestibilidad *in vitro* de las harinas de pescado a 24 horas de hidrólisis y la digestibilidad *in vivo*

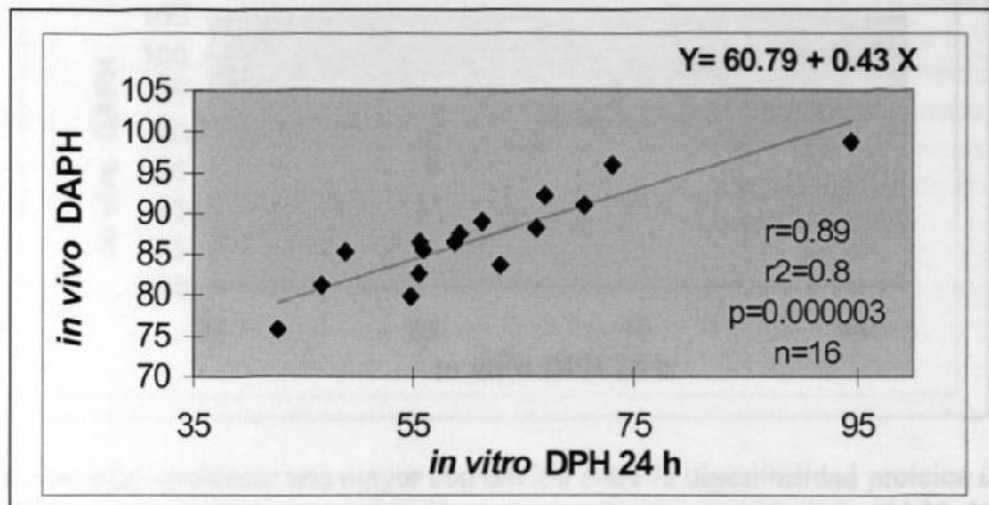


Figura 15.- Correlación entre la digestibilidad *in vitro* de las harinas de pescado a 6 horas de hidrólisis y la digestibilidad *in vivo*, eliminando las harinas con más de 14.5% de ceniza.

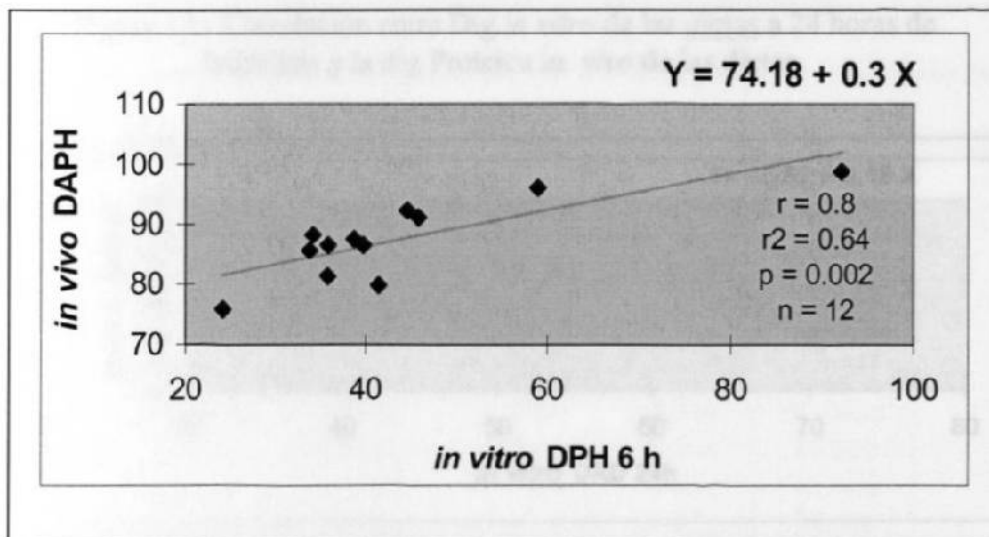
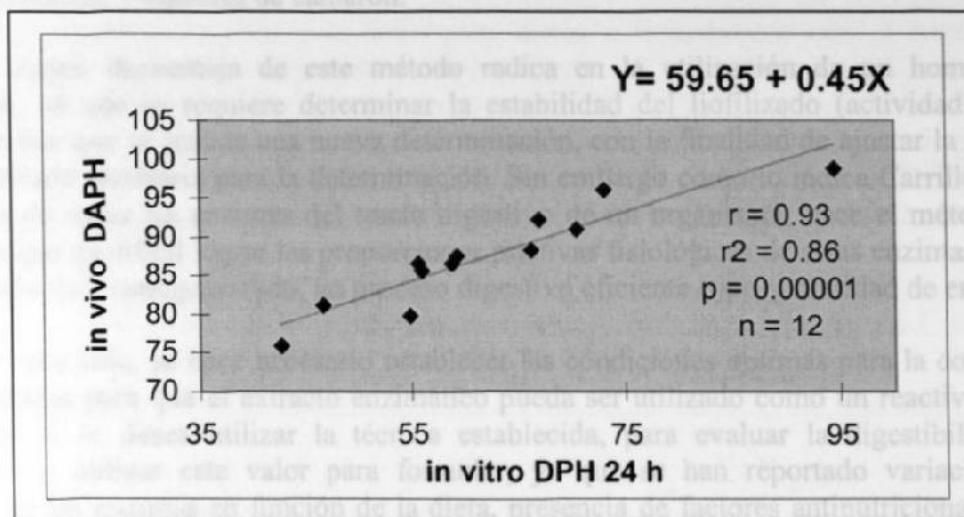
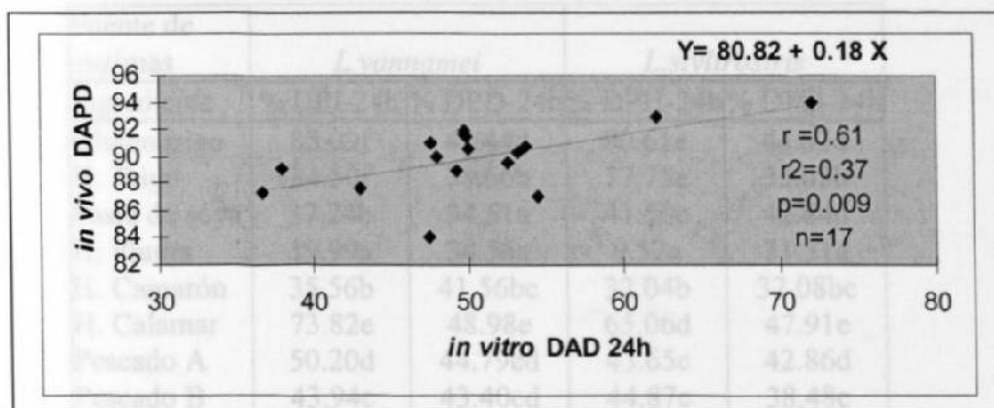


Figura 16.- Correlación entre la digestibilidad *in vitro* de las harinas de pescado a 24 horas de hidrólisis y la digestibilidad *in vivo*, eliminando las harinas con mas de 14.5% de ceniza.



Para intentar establecer una mayor correlación entre la digestibilidad proteica *in vivo* e *in vitro* de las dietas, se realizó una evaluación a mayor tiempo de hidrólisis (24 h) dando como resultado una r^2 de 0.37 ($r=0.61$), inferior al coeficiente de correlación obtenido con un tiempo de reacción de 6h. ($r^2 = 0.6$). Esto se debe probablemente a que al aumentar el tiempo de hidrólisis se sobreestima la digestibilidad de las dietas ($\approx 40\%$ de proteína), ya que a diferencia de las harinas ($\approx 70\%$ de proteína) poseen una menor cantidad de proteína a hidrolizar.

Figura 17.- Correlación entre Dig *in vitro* de las dietas a 24 horas de hidrólisis y la dig Proteica *in vivo* de las dietas.



El método de determinación de la digestibilidad *in vitro* con enzimas de camarón (Tipo A.O.A.C.) puede ser utilizado para evaluar el efecto del procesamiento sobre la digestibilidad

proteica de un ingrediente en particular (harina de pescado) o de una formulación (dietas) para camarón. Este método funciona mejor cuando las harinas de pescado tienen un contenido de ceniza menor a 14.5%. Sin embargo, se requiere de mas estudios para utilizar esta técnica en otros ingredientes, y especies de camarón.

La mayor desventaja de este método radica en la utilización de un homogeneizado enzimático, ya que se requiere determinar la estabilidad del liofilizado (actividad poteolítica total) cada vez que se realiza una nueva determinación, con la finalidad de ajustar la cantidad de homogeneizado necesaria para la determinación. Sin embargo como lo indica Carrillo (1994), la utilización de todas las enzimas del tracto digestivo de un organismo, hace el método costoso además de que es difícil lograr las proporciones relativas fisiológicas de estas enzimas por lo que la utilización del homogeneizado, un proceso digestivo eficiente (tipo y cantidad de enzimas).

Por otro lado, se hace necesario establecer las condiciones optimas para la colecta de los hepatopáncreas para que el extracto enzimático pueda ser utilizado como un reactivo de rutina, sobre todo si se desea utilizar la técnica establecida, para evaluar la digestibilidad de un ingrediente y utilizar este valor para formular, ya que se han reportado variaciones de la actividad de las enzimas en función de la dieta, presencia de factores antinutricionales, tamaño (Lee *et al.*, 1986), temperatura (Cho y Slinger, 1979 Ezquerro *et al.*, 1997b), etc. Sin embargo, esto no representa un problema si se utiliza para diferenciar calidad de ingredientes o dietas ya que todas las muestras tendrían la misma variabilidad intrínseca del homogeneizado.

9.8 Determinación de digestibilidad *in vitro* en otros ingredientes.

Los valores encontrados para la digestibilidad *in vitro* con un homogeneizado enzimático de camarón para diferentes ingredientes y dietas se presentan en la tabla 22. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los diferentes ingredientes y dietas.

Tabla 22.- Digestibilidad *in vitro* de ingredientes (DPI) y dietas (DPD) con enzimas de camarón

Fuente de enzimas	<i>L.vannamei</i>		<i>L.stylirostris</i>	
Ingrediente	% DPI-24h	% DPD-24h	% DPH-24h	% DPD-24h
Gluten trigo	85.09f	45.44d	80.61c	44.87d
H. Trigo	84.50f	38.66b	77.75e	35.03b
Pasta de soya	37.24b	34.51a	41.50c	42.84d
H. Pluma	19.99a	34.56a	9.52a	31.31a
H. Camarón	35.56b	41.56bc	32.04b	37.08bc
H. Calamar	73.82e	48.98e	65.06d	47.91e
Pescado A	50.20d	44.79cd	43.65c	42.86d
Pescado B	43.94c	43.40cd	44.87c	38.48c

La digestibilidad proteica *in vitro* (Tabla 22) determinada para los ingredientes (DPI-24h) y las dietas (DPD-24h) con un homogeneizado de *L. vannamei* mostró un rango que va de 19.99 a 85.09 y de 34.51 a 48.98 respectivamente, y en lo que respecta a las determinaciones realizadas

con el homogeneizado enzimático de *L. stylirostris* el rango de digestibilidad fue de 9.52 a 80.61 y de 31.31 a 47.91.

La ecuación de regresión y el correspondiente coeficiente de correlación entre la digestibilidad proteica *in vivo* e *in vitro* para dietas e ingredientes con el homogeneizado enzimático de *L. stylirostris* se presentan en las figuras 18 y 19. Se encontró una correlación significativa ($p < 0.05$) entre la digestibilidad proteica de las dietas *in vivo* e *in vitro* ($r = 0.76$, $r^2 = 0.57$, $p = 0.03$, $n = 8$), pero no para la correlación entre la digestibilidad proteica los ingredientes *in vivo* e *in vitro* ($r = 0.46$, $r^2 = 0.21$, $p = 0.25$, $n = 8$). Sin embargo al eliminar la harina de trigo la correlación se mejora significativamente ($r = 0.87$, $r^2 = 0.75$, $p = 0.012$, $n = 7$) como se muestra en la figura 20.

Figura 18.- Correlación entre Digestibilidad *in vivo* e *in vitro* de las dietas para *L. stylirostris*.

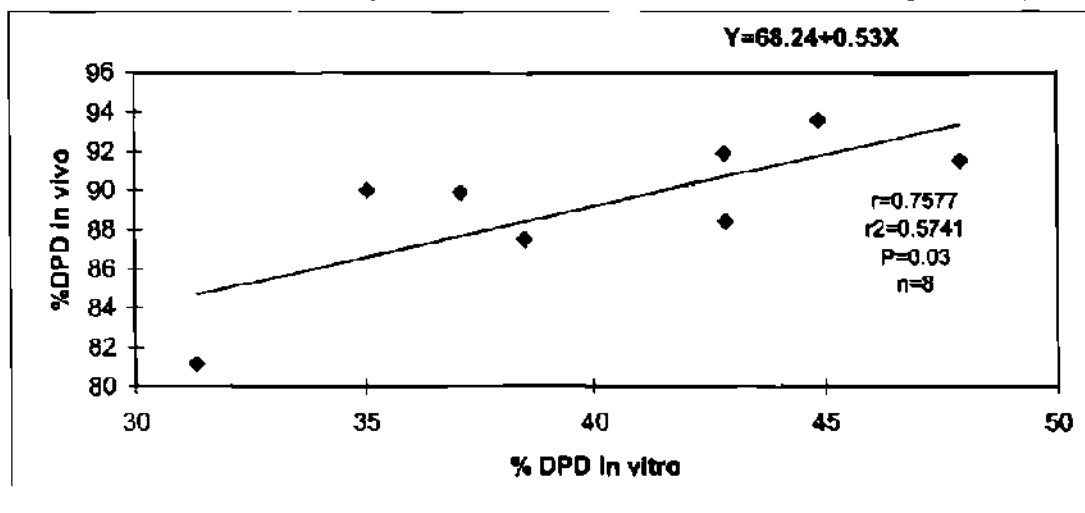


Figura 19.- Correlación entre Digestibilidad *in vivo* e *in vitro* de los ingredientes para *L. stylirostris*.

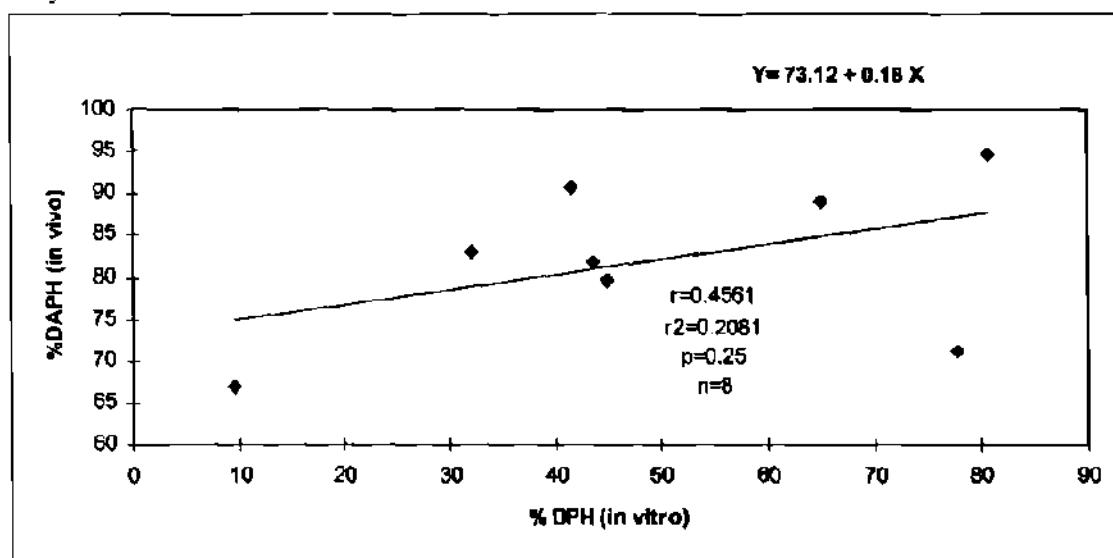
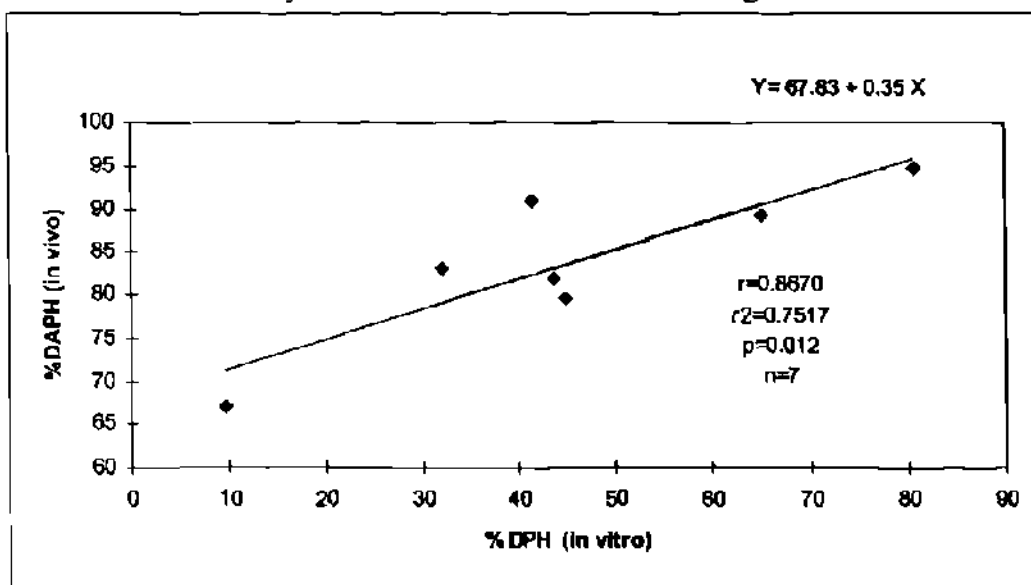


Figura 20.- Correlación entre Digestibilidad *in vivo* e *in vitro* de los ingredientes para *L. stylirostris* eliminando la harina de trigo.



Ezquerria *et al.* (1997) mencionan que existe una fuerte correlación entre los valores *in vivo* e *in vitro* solo cuando las proteínas son comparadas acorde a su origen animal o vegetal. Así mismo Pederson y Eggum (1983) indican que en muestras que contienen proteínas de ambos orígenes animal y vegetal, los procedimientos enzimáticos *in vitro* pueden producir solamente una estimación aproximada de la digestibilidad proteica. Es por ello que se determino la correlación existente entre la digestibilidad proteica *in vivo* e *in vitro* con un homogeneizado de *L. stylirostris* solo para los ingredientes y dietas de origen animal ($r = 0.92$, $r^2 = 0.84$, $p = 0.03$, $n = 5$ y $r = 0.84$, $r^2 = 0.70$, $p = 0.07$, $n = 5$) y vegetal ($r = 0.29$, $r^2 = 0.088$, $p = 0.81$, $n = 3$ y $r = 0.96$, $r^2 = 0.92$, $p = 0.18$, $n = 3$), encontrando que solo en el caso de las harinas de origen animal la correlación se vuelve significativa (figuras 21 y 22).

Figura 21.- Correlación entre Digestibilidad *in vivo* e *in vitro* de las harinas de origen animal para *L. stylirostris*.

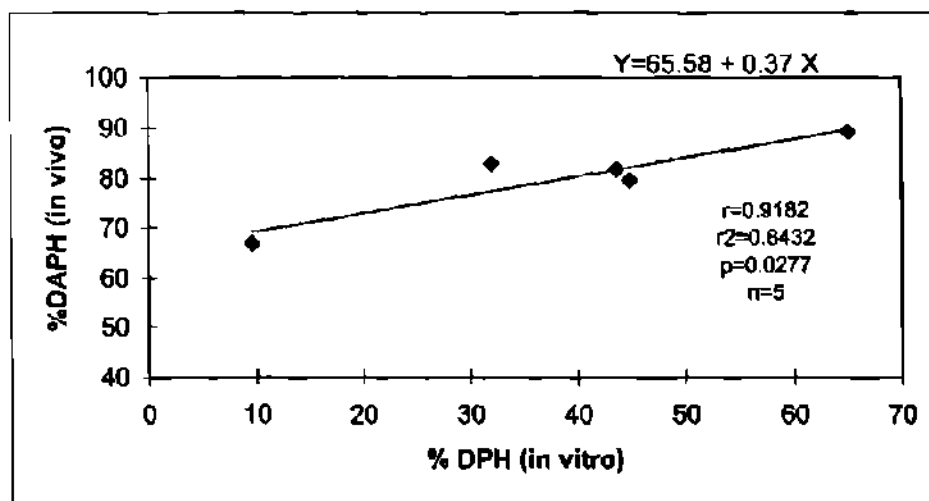
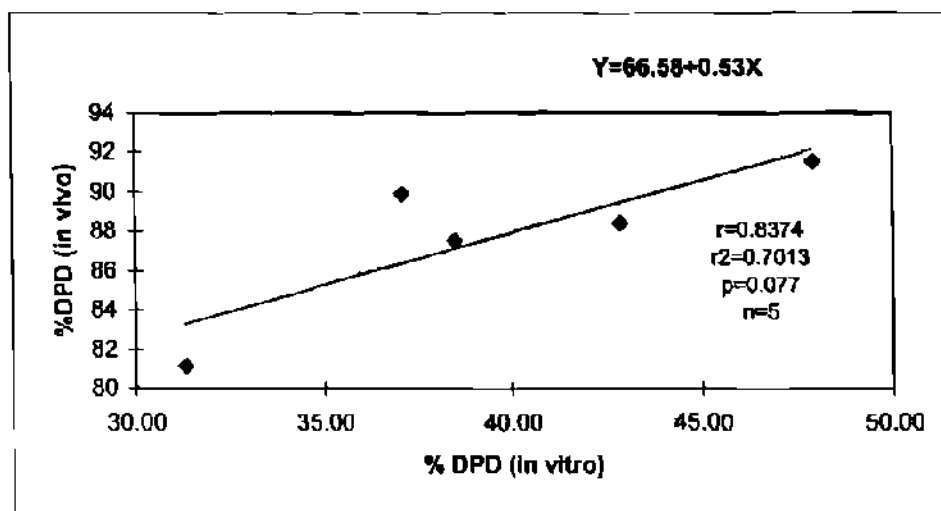


Figura 22.- Correlación entre Digestibilidad *in vivo* e *in vitro* de las Dietas de origen animal para *L. tylirostris*.



Los correspondientes coeficientes de correlación entre la digestibilidad proteica *in vivo* e *in vitro* para dietas y harinas con el homogeneizado enzimático de *L. vannamei*, no fueron significativos. Esto puede ser debido a que los valores encontrados para la digestibilidad *in vivo* en otras especies fueron (y no corresponden a lo encontrado en literatura, Akiyama 1991), excepto para la H. de pescado B la cual presenta un valor muy alto por encima de 100 %, lo cual no ocurre en los datos encontrados para *L. stylirostris*.

Como ya se menciona anteriormente, se han establecido muchos métodos *in vitro* para determinar la digestibilidad proteica, sin embargo, la mayoría de los utilizados en camarón tratan de distinguir entre la digestibilidad de diferentes fuentes proteicas (Lan y Pan, 1993; Lazo, 1994; Carrillo, 1994; Ezquerro, 1997). Es por ello que nos parece extraño que el método establecido (tipo AOAC con enzimas de camarón no presente buenas correlaciones cuando se aplica a diferentes fuentes proteicas, utilizando el homogeneizado de *L. vannamei*, ya que como sabemos da muy buenos resultados al evaluar la digestibilidad de un solo ingrediente (harina de pescado), y además tiene buenos resultados en lo que respecta a las dietas. Debido a esto, se realizó una correlación entre los resultados *in vitro* encontrados para los diferentes ingredientes y los valores *in vivo* obtenidos por Akiyama, observando que el coeficiente de correlación si se mejora en gran medida ($r=0.055$ vs. $r=0.54$) aun que no llega a ser significativo ($p=0.9$ vs. $p=0.26$).

En un estudio realizado posteriormente sobre 9 dietas comerciales analizadas en 2001 en México (Marín -Zaldivar *et al.*, 2001), se comprobó la buena correlación de los métodos de digestibilidad *in vitro* con enzimas de *L.vannamei* y la digestibilidad *in vitro* en la misma especie. En esta ocasión, se aplico el método tal como se propone aquí, pero con un tiempo de incubación de 24h, y se observo un coeficiente de correlación de 0.67, significativo ($p=0.037$),

mientras el método AOAC (Torry modificado) con pepsina daba resultados sin correlación con la digestibilidad *in vivo* ($r = -0.128$, $p = 0.742$).

10 CONCLUSIONES

- 1) La digestibilidad proteica de la harina de pescado en camarón (DAPHP) es fuertemente afectada por la exposición a la temperatura en los secadores, pero no por la frescura de la materia prima, y se incrementa significativamente con el contenido de proteína soluble. Se obtienen digestibilidades superiores con las harinas de anchoveta elaboradas a partir de materia prima descompuesta lo cual se puede explicar por su alto contenido de proteína hidrolizada soluble.
- 2) La DAPHP en camarón tiene una correlación muy baja con la DAPHP en salmón, menor con trucha y ninguna con mink, pero en este último caso, el resultado se puede explicar por una insuficiente precisión al momento del muestreo.
- 3) La digestibilidad *in vitro* con enzimas de camarón utilizando el pH-Stat se correlaciona significativamente con DAPHP en camarón para las harinas de pescado con contenidos de proteína superiores a 65% y contenido de ceniza mas bajo que 15%.
- 4) La digestibilidad con pepsina diluida (AOAC, Torry modificada), sin corregir los valores por la solubilidad de la proteína en solución ácida, dio inesperadamente una mejor correlación con la DAPHP en camarón que el método de pH-Stat utilizando enzimas de camarón. Esta correlación altamente significativa no fue afectada por la presencia un contenido de ceniza superior a 15% o un contenido de proteína de proteína menor de 65%.
- 5) La determinación de digestibilidad proteica *in vitro* con tripsina bovina bajo las condiciones utilizadas, no es una buena técnica para predecir la digestibilidad en camarón. Este método podría utilizarse como modelo para evaluar otras tripsinas disponibles en el mercado o tripsina purificada de camarón, que podrían dar una mejor correlación con los resultados *in vivo*.
- 6) El método de determinación de la digestibilidad *in vitro* con enzimas de camarón (Tipo A.O.A.C.) fue efectivo para evaluar el efecto del procesamiento sobre la digestibilidad proteica de un ingrediente en particular (harina de pescado) o de una formulación (dietas) para camarón. Este método funciona mejor cuando las harinas de pescado tienen un contenido de ceniza menor a 14.5%
- 7) El método de determinación de la digestibilidad *in vitro* con enzimas de camarón (tipo AOAC), puede ser utilizado para determinar la digestibilidad proteica de ingredientes de origen animal, y de dietas comerciales pero se requieren mas datos de digestibilidad *in vivo* en otras dietas, ingredientes y especies de camarón, para establecer claramente su correlación con la digestibilidad.

1^a BIBLIOGRAFÍA

Abdo I., E. Cruz, D. Ricque and I. Pike(1993) "Efecto de la frescura de la materia prima sobre el valor nutricional de diferentes harinas de pescado utilizadas en dietas para camarón blanco (*Penaeus vannamei*)". Sexto congreso nacional de la asociación Mexicana de especialistas en nutrición animal, A.C. Acapulco Gro. 28-30 Octubre.

Abdo I., E Cruz, D. Ricque, I. Pike and G. Alanís. (1993)"Effect of freshness of raw material on nutritional value of diferent fish meal used in shrimp nutrition". Abstract of contributions presented at the international conference World Aquaculture. Torremolinos, Spain. May 26-28.

Abdo, I. (1994) "Estudios de algunos parámetros de calidad de harinas de pescado utilizadas en la nutrición del camarón blanco *Penaeus vannamei*". Tesis inédita Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Akeson, W.R. y Stahmann, M.A. 1964. A pepsin pancreatin index of protein quality evaluation. *J. Nutrition* 83:257-261.

Akiyama, D.M., S. Coelho, A.L. Lawrence and E.H. Robinson, (1988) "Aparent digestibility of feedstuffs by the marine shrimp *Penaeus vannamei* BOONE". *Nippon Suisan Gakkaishi* 55(1),91-98.

Akiyama, D., W. Dominy and A.L. Lawrence (1991) "Penaeid Shrimp Nutrition for the Comercial Feed Industry: REVISED*" *Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop* American Soybean Association. 80-98.

Akiyama, D., W. Dominy and A.L. Lawrence (1993) "Nutrición de camarones peneidos para la industria de alimentos comerciales" *Memorias del primer simposium internacional de nutrición y tecnología de alimentos para acuicultura*. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Almazan, J. (1990) "Aspectos Sobre Alimentación en Granjas Acuícolas de Peces y Crustaceos" *Curso Talleres: Tópicos sobre Nutrición y Alimentación Acuícola*; Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 97-110.

Anderson J., S. Lall, D. Anderson and M. Meniven, (1993). "Evaluation of protein quality in fish meal by chemical and biological assays. *Aquaculture*, 115: 305-325.

A.O.A.C. 1990. *Official Methods Analysis*. 12th. Ed. Association of Official Analitical Chemist. Elliam Horritz Ed. Washington, D.C.

Balconi I.R. (sin año) "La harina de pescado en alimentos Balanceados, *Tecnología Avipecuaria* Año 4,37:14-23.

Barlow S. M. y M. L. Windsor (1984) "Sub-Productos de Pesquería. IAFMM. *Boletín técnico* No. 19. CSR. *Handbook of Nutritional Supplements*, V.II, pp: 253-272

Barlow S., G. Collier, J. Jurtiz, J. Burt, J. Opstvedt y E. Miller (1984) "Procedimientos Químicos y Biológicos Para la Determinación de Lisina en Harinas de Pescado", IAFMM Boletín Técnico 20:1-12.

Bolin, D. W., R.P. King, and E.W. Klosterman. (1952) "A Simplified Method for the Determination of Chromic Oxide (Cr_2O_3) When Used as an Index Substance". Science, 116(3023): 634-635.

Baudi, D.S. (1990) "Química de los alimentos" 2a Edición, Editorial Alhambra Mexicana, México D.F. 648p.

Bradford, M., (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of micrigram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. Anal. Biochem., 72:248-254.

Bowen (1978) "Chromic Oxid in Assimilation Studies A-Caution", Transactions Of The American Fisheries Society. 107 (5): 755 -756

Bowen (1978) "Chromic Oxid in food Assimilation Studies ", Transactions Of The American Fisheries Society. 108 :651-652.

Brown P., E. Robinson, A. Clark and A.L. Lawlence. (1989) "Apparent Digestible Energy Coefficients and Associative Effects in Practical Diets For Rid Swamp Crayfish", Journal of The World Aquaculture Society Vol.20 (3):122 - 126

Brunson J. F. and Romaine R. P. (1994) " Nutrient digestibility of feed ingredients for the gulf white shrimp, *Penaeus setiferus*." Memorias del Segundo simposium internacional de nutrición acuícola. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León del 7 al 9 de Noviembre.

Buddington,R.(1980) "Hidrolisis-Resistant Organic Matter as a Reference For Measurment Of Fish Digestive Efficiency",Transactions Of The American Fisheries Society 109: 653 - 656

Burkhard K.G. (sin año) "Methods for protein determination. Specimens and samples." Methods of enzymatics analysis. Vol II pp. 84-99.

Carrillo O. F., (1994). "Producto multienzimático del hepatopáncreas de camarón: reactivo y suplemento dietético". Memorias del Segundo simposium internacional de nutrición acuícola. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León del 7 al 9 de Noviembre.

Castillo, R.M. y Loaiza J.O. (1994) "Ensayo de diferencias de asimilación de la harina de camarón de roca *Sicyonia sppi* en el camarón blanco del pacífico *Penaeus vannamei* BONE" Tesis Instituto Tecnológico del Mar. Guaymas, Sonora pp 1-38.

Castro,C.(sin año) "Calidad Nitricional y Biotoxicológica de Harinas de Pescado. Avances Analíticos y Pruebas Biológicas en Aves", Tecnología Avipecuaria Año 5, 48:12 y 13

Castro-Campos E. 1987. Erosiones a la Molleja y Vómito Negro Aviar. Prevención a través del Control de Calidad a las Harinas de Pescado. *Avicultura Profesional*. Vol. 5 (2): 55 - 56.

Castro,C.(1990) "Harinas de Pescado: Utilización y Principales Problemas Asociados a su Uso en Diferentes Especies", *Simposium: Metionina Harina de Pescado*, Ixtapa-Ziuatanejo México.

Cecaldi, H.J. (1989) "Anatomy and Physiology of Digestive Tract of Crustaceans Decapods Reared in Aquaculture". *AQUACOP. IFEMER. Actes de Colloque* 9 pp.243-259.

Chamberlain G. W. (1994) "Frontiers in aquaculture nutrition research" *Memorias del Segundo simposium internacional de nutrición acuicola*. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León del 7 al 9 de Noviembre.

Chávez. M. C. 1991. "El Vómito Negro un problema Factible en Acuicultura." *Memorias del Curso-Taller. Tópicos sobre Nutrición y Alimentación Acuicola*. Centro de Investigaciones Biológicas, UAEM. Editado por AMENA. pp: 78 - 83.

Chávez. M. C. (1993) "Enfermedades nutricionales en acuicultura." *Memorias del primer simposium internacional de nutrición y tecnología de alimentos para acuicultura*. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Cho,C.Y. and Slinger S.(1979) "Apparent Digestibility Measurment in Feedstuffs for Rainbow Trout", *Finfish Nutrition and fishfeed Technology*, Vol II. p=239-247.

Cho, C.Y.(1987) "La Energía de los Nutrientes en los Peces", *Nutrición en Acuicultura*, Vol II CAICYT, España. 197-237.

Choubert G., J. De La Noue and P. Luquet. (1979) "Continuous quantitative automatic collector for fish feces." *The Progr. Fish Cultur.*, 41:64-67.

Choubert G., J. De La Noue and P. Luquet. (1979)"Un Nouveau Collecteur Automatique Quantitatif de Feces de Poissons";*La pisciculture Francaise* 288:68-72.

Choubert G., J. De La Noue and P. Luquet. (1982) "Digestibility in fish: Improved device for the automatic collection of feces" *Aquaculture*,29:185-189.

Choubert,G.(1983)" Estimation Des Rejets Solides Ches le Poisson", *La Pisciculture Francaise*. 72:32-40.

Clark J., K.R. Murray, and J.R. Stark. (1986). "Protease development in dover sole [*Solea solea* (L)]".*Aquaculture*, 53:253-262.

Coelho,S.R.(1984) "Effects of enviromental salinity and protein levels on digestibility in four species of penaeid shrimp";*Tesis of Master in Science*, Submitted to the Graduate Collage of Texas A&M University .

Corrales R. 1988. Elaboración de Harinas de Pescado. Memorias del Seminario Nacional de Nutrición y Alimentación Acuicola. F.C.B. de la U.A.N.L. Monterrey, N.L. Méx. pp: 112 - 132.

Cruz Suárez. L.E. 1988. Necesidades Nutricionales de Crustáceos. Proteínas y Aminoácidos. Memorias del Seminario Nacional de Nutrición y Alimentación Acuicola. F.C.B. de la U.A.N.L. Monterrey, N.L. Méx. pp: 15 - 37.

Cruz, Suárez L. E. (1990 a) "Nutrición y Alimentación del Camarón", Curso Taller: Tópicos Sobre Nutrición y Alimentación Acuicola. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 84-96.

Cruz, Suárez L.E. (1990 b) "Fisiología de La Digestion de Crustáceos y su Relación con la Composición de los Insumos que se Deben Usar en la Formulación de Alimentos Balanceados", Curso Taller: Tópicos Sobre Nutrición y Alimentación Acuicola, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 33-42.

Cruz Suárez L.E., I. Abdo, D. Ricque, I. Pike, C. Lara and E. Castro. (1994) "Effect of diferent biotoxicological fish meals and synthetic D-L Gizzerosine addcd in *Penaeus vannamei* feeds." Abstracts, World Aquaculture New Orleans, Louisiana U.S.A. January 14-18.

Cruz-Suárez, L. E., Abdo de la Parra, M. I., Nieto L. M., Tapia S. M., Ricque M. D., Mendoza A. R., Pike I. and Monica Galleguillos. Further results about the effect of fish meals with different chicken biotoxicological scores on *Penaeus vannamei* juveniles. VII International Symposium on Nutrition and feeding and Fish. College Station, TX August 11-15, 1996.

D'Abramo L. and Castell, J. D. (1994) "Nutrition research Methodology" Segundo simposium internacional de nutrición acuicola. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León del 7 al 9 de Noviembre.

De la Hguera, M. (1987) "Requerimiento de Proteínas y Aminoácidos en Peces, Nutrición en Acuicultura, Vol II CAICYT, España. 53-89.

De la Noue, J. & G. Choubert (1986). "Digestibility in Rainnbow Trowt: Comparison Of the Direct and Indirect Methods of Measurment. The Progressive Fish-Culturist, 48: 190 - 195.

Delobette H., A. Friry, F. Plewniak & J. M. Egly (1991)" Le dosage des protéines", Le Tachnoscope de Biofuture No. 41, Janvier.

Dentor, A.F. y Elvehjem, C.A. 1953. J. Nutrition. 49:221

De Silva, S. S. (sin año) "Evaluation of the Use of Internal and External Markers in Digestibility Studies", Department of Zoology, Ruhuna University College, Matara, Sri Lanka. p.=96-101.

Deshpande, S.S. y Nielsen S.S. (1987). Food Science. 52:1330.

De Uriarte, P. (1990) "Requerimientos Nutricionales en Acuicultura", Curso Taller: Tópicos Sobre Nutrición y Alimentación en Acuicultura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 1-15.

Díaz E. (1994) "Importancia de la calidad, del alimento para la sanidad económica de la camaricultura". Memorias del Segundo simposium internacional de nutrición acuícola. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León del 7 al 9 de Noviembre.

Dimes L. and N. Haard (1994). "Estimation of protein digestibility. I. Development of an in vitro method for estimating protein digestibility in salmonids (*Salmo gairdneri*)". *Comp. Biochem. Physiol.* 108A:349-362.

Eid A. and A.J. Matty, (1989). "A simple in vitro method for measuring protein digestibility". *Aquacultura*, 79:111-119.

Erlanger B.F., N. Kokowsky and W. Cohen (1961). "The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin". *Archives of Biochemistry and Biophysics* 95,271-278.

Ezquerro M., F. García-Carreño, R. Civera, and N. Haard, (1997a). "pH-stat method to predict digestibility in white shrimp (*Penaeus vannamei*)". *Aquaculture* 157:249-260.

Ezquerro M., F. García-Carreño, and O. Carrillo (1997b). "In vitro digestibility of dietary protein source for white shrimp (*Penaeus vannamei*)". *Aquaculture*. In press.

Fernandez R. *et al* (1987) "Nutrición y Alimentación de Crustáceos", Nutrición en Acuicultura, Vol II CAICYT, España. 1-52.

Foltz, J. (1979) "Chromic Oxide in Food Assimilation Studies" (COMMENTS). *Transactions of the American Fisheries Society*, 108: 650 - 652.

Furuya, S. Sakamoto, K. y Takahashi, S. 1979). *Brit. J. Nutr.* 41:511.

Galgani F. (1983). Etude des proteases digestives de crevettes peneides (Crustacea decapoda). These de Docteur de 3eme Cycle en Océanologie. Université de Marseille II. Faculté des Sciences de Luminy, Ecole Pratique des Hautes Etudes. 70pp.

Galgani F., Y. Benyamin, A. Van Wormhoudt and H. Ceccaldi, (1983) "Variations des activités digestives en fonction des facteurs du milieu chez les crustacés". *Bases Biologiques de l'aquaculture*. Montpellier. IFREMER. Actes de Colloques n.1, p= 277 - 292.

Galgani F., Y. Benyamin, and A. Van Wormhoudt (1985). Purification properties and immunoassay of trypsin from the shrimp *Penaeus japonicus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 81B(2):447-452.

Galleguillos A. M. (1993). "Aminas Biogénicas. Nuevos Indicadores Químicos Utilizados como criterios de Calidad en Harinas de Pescado". FAO. 1 Curso Regional de Capacitación

en Control de Calidad de Insumos y Dietas Acuícolas para Latinoamérica. Septiembre. Fundación Chile. Santiago, de Chile.

Galleguillos A. M. (1994). "Aplicaciones prácticas del score biotóxicológico en harinas de pescado". Memorias del Segundo simposium internacional de nutrición acuícola. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León del 7 al 9 de Noviembre.

Galleguillos A. M. (1994). "Control y certificación de calidad en harinas de pescado." Memorias del Segundo simposium internacional de nutrición acuícola. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León del 7 al 9 de Noviembre.

García-Carreño F. L., M.A. Navarrete del Toro, P. Hernández-Cortés, J.M. Ezquerro, E. Serviere y A. Maeda. 1999. Tecnología enzimática en acuicultura. pp.251-265 En: Cruz Suárez, L.E., Rique Mari, D. y Mendoza, R. (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola III. Memorias del Tercer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, 11-13 de Noviembre de 1996. Monterrey, Nuevo León, México.

Glass H., N. Macdonald, R. Moran and J. R. Stark. (1989) "Digestion of Protein in Different Marine Species". Comp. Biochem. Physiol. Vol.94B, No.3, pp .607-611.

Grabner M., (1985). An in vitro method for measuring protein digestibility of fish feed components. Aquaculture, 18:97-110.

Hajen W., R. Beames, D. Higgs and B. Dosanjh. (1993 a) "Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water.1.Validation of technique", Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. Aquaculture, 112: 321-332.

Hajen W., R. Beames, D. Higgs and B. Dosanjh. (1993 b) "Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water.2. Measurement of digestibility", Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. Aquaculture, 112: 333-348.

Hansford S. W. and Hewitt D. R. (1994) "Growth and nutrient digestibility by male and female *Penaeus monodon*: evidence of sexual dimorphism. Aquaculture 125 pp.147- 154.

Hardy J. 1991. Mixit-2+. Least-Cost Ration Balancing. Agricultural Software Consultants Inc. Second Printing. Kingville, Tx. U.S.A. 336p.

Hardy R.W. and T. Masumoto. 1991. Specifications for Marine By-Products for Aquaculture. Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. Edited by D. Akiyama and R. Tan. Thailand and Indonesia. Septiembre. pp. 99 -108.

Hsu H., D. Vavak, L. Satterlee and G. Miller, (1977) A multienzyme technique for estimating protein digestibility. J. Food science, 42(5):1269-1273.

Hoyle, R. J. (1973) "Digestive Enzyme Secretion After Dietary Variation in The American Lobster (*Homarus americanus*)", Journal Fisheries Research Board of Canada, Vol.30, No.11: 1647 - 1653.

- IAFMM (1970) "Contenido de Aminoácidos Disponibles de la Harina de Pescado", No.1
- IAFMM. 1985 (a). Boletín Técnico. Método de Muestreo Recomendado para el Análisis de Harina de pescado. Hoval House, Mutton Lane, Potters Bar. Herts. EN6 3AK, U.K.
- IAFMM. 1985 (b). Boletín Técnico. Análisis de Nutrientes de Harina de Pescado Chilena. Hoval House, Mutton Lane, Potters Bar. Herts. EN6 3AK, U.K.
- IAFMM. Gizzard Erosion in Poultry in The UK. Hoval House, Mutton Lane, Potters Bar. Herts. EN6 3AK, U.K.
- Jollivet (1986) "Etude de la digestibilité de l'amidon chez le turbot (*Scophthalmus maximus* L.) laboratoire de nutrition. IFREMER- Brest. Université de Bretagne Occidentale, Faculté des Sciences et Techniques de Brest.
- Jul Mogens (1953) "Productos Pesqueros Frescos y Congelados", Oficina Regional de la FAO, Santiago de Chile.
- Kuba K., S. Miyasaki and Y.Umemura (1983). "Contents of free histidine and histamine in fish meals and in the model compounds and their toxicities to induced gizzard erosion. Natl. Inst. Anim. Health Q. (Jap.) 23: 69-70.
- Kunitz, M., 1947. Crystalline soybean trypsin inhibitor. II. General properties. J. Gen. Physiol., 30:219-310.
- Lau C. and B. Pan, 1993. In vitro digestibility simulating the proteolysis of feed protein in the midgut gland of grass shrimp (*Penaeus monodon*). Aquaculture, 109:59-70.
- Law A. T., S. H. Cheah, and K. J. Ang. (sin año) "An evaluation of the apparent digestibility of some locally available plants and a pelleted feed in three finfish in Malaysia", Faculty of Fisheries and Marine Science, University Pertanian Malaysia, Serdang, Selangor, Malaysia. P= 90-95.
- Lazo, J. P. (1994) "Evaluation of several *in vitro* enzyme assays for estimating *in vivo* apparent protein digestibility by the pacific white shrimp *Penaeus vannamei*." Thesis Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College pp. 62.
- Leavitt, D. F. (1985) "An Evaluation of Gravimetric and Inert Marker Techniques to Measure Digestibility in the American Lobster", Aquaculture, 47: 131-142.
- Lee, D. L. (1970) "Study on Digestion and Absorption of Protein in Artificial Feeds by Four Species of Shrimps". Pepr China Fish Monthly, 208:2-4. En Fernandez R. *et al* (1987)
- Lee, P., N. Blake and G. Rodrick, (1980). A quantitative analysis of digestive enzymes for the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Proc. World Maricult. Soc., 11:392-402.

Lee, P. G., L. Smith and A. L. Lawrence. (1984) "Digestive Proteases of *Penaeus vannamei* Boone: Relationship Between Enzyme Activity, size and Diet". *Aquaculture*, 42: 225-239.

Lee P. and A.L. Lawrence, (1997) Digestibility. *Crustacean Nutrition Advances in World Aquaculture*. Volume 6 (World Aquaculture society. Pp194-259

Mendoza, A. R. (1993). "Utilización de fuentes de proteína no convencionales y reciclamiento de sub-productos para acuicultura. Curso Teórico Práctico sobre Extrusión y sus aplicaciones en Nutrición Animal. 12 al 13 de Agosto, Monterrey México. pp 1-29.

Mendoza, A. R. (1994). "Metodos para evaluar la digestibilidad proteica de los alimentos destinados a los organismos acuáticos." *Memorias del primer simposium internacional de nutrición y tecnología de alimentos para acuicultura*. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Metodos estándar para el Examen de Aguas y Aguas de Desecho, (1963) 11ª Edición, Interamericana S.A., pp= 116-120.

Morales B. E., E. Avila y C. López. (1991) "Evaluación del Contenido de Mollerossina en 2 Harinas de Pescado Mexicanas y su Efecto en la Presentación del Vómito Negro en Pollos", *Vct. Méx.* XXII, 2:151-158.

Moughan P. J., J. Schrama, G.A. Skilton and W.C. Smith (1989) "In vitro determination of Nitrogen digestibility and lysine availability in meat and bone meals and comparison with in vivo ileal digestibility estimates. *J. Sci. Food Agric.* 47:281-292.

Nakazoc J. CH., Castro R., Mesahito Y., Nakazawa A. "Biological evaluation of fish meal produced in Chile." *Nat. Res. Inst. Fish Sci, Tokio Japan*. Instituto de Fomento Pesquero, Coihayque, Chile. OFCE, Tokio Japan.

Nieto-López M. (1995) Efecto en el procesamiento de las harinas de pescado y la toxicidad de las mismas, sobre la digestibilidad aparente en el camarón blanco del pacifico (*Penaeus vannamei* Boone), en condiciones de laboratorio. Tesis, UANL, Facultad de Ciencias Biológicas. Monterrey, N.L.

Nieto-López, M.G., Cruz-Suarez, L.E. y D. Ricque. (1997). Implementación de un método para la determinación de óxido de cromo y proteína en micromuestras de alimento y heces de camarón. Presentación oral, presentada en la Conferencia Internacional: VI Reunion de Nutrición Animal, UANL, Fac. de Agronomía, Monterrey, N.L. México, Octubre 22 - 24, 5 p. en las memorias. p. 211-214.

Nivón (1991) "Consideraciones generales del proceso de alimentación enfocados al empleo de alimentos balanceados en acuicultura intensiva." *Hidrobiológica*. Vol 1 (1) pp. 56-64.

Nose, T. (1964) "Protein Digestibility of Several Test Diet in Cray and Prawn Fish". *Bull. Freshwater Fisheries research Laboratory, Tokyo*, 14: 24-28

NRC. 1983. *Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes*. National Academy Press. Washington, U.S.A.

Olley, J. and Pirie R. 1966. The pepsin digestibility method at low pepsin strengths. *Int. Fich. News*, 5:27-29.

Olsen (1969) "Pepsin Digestibility Test (Torry Modificado)." *Memorias seminario internacional sobre Calidad de harinas de pescado en nutrición animal acuícola y pecuaria*. Vol II, Compilado de técnicas de análisis. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad autónoma de Nuevo León. 16-17 Noviembre.

Parsons, C. M. (1993). "Ventajas de utilizar valores de digestibilidad en la formulación de alimentos para aves". *Memorias del Seminario Técnico sobre Nutrición Avícola*. Editado por Degussa, Mex. S.A. y por ASA. 25 de Marzo. Mty. N.L. pp:13-25.

Pike I. H., G. Andorsdóttir and H. Mundheim. (1990). "The Role Of Fish Meal in Diets For Salmonids; IAFMM No.24

Pike I. H. (1990). "The Role of Fish oil in Feeds for Farmed Fish". *Estimated Current and Potential Use*. IAFMM.

Pike I. H. and R. Hardy. (1992). "Shrimp Feed Ingredient Quality Standards", I.A.F.M.M.

Pike I. H. (1994). "Marine products for aquaculture the future." *Memorias del Segundo simposium internacional de nutrición acuícola*. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León del 7 al 9 de Noviembre.

Post G., Shanks W. E. and R. Smith. (1965), "A Method for Collecting Metabolic Excretions From Fish. *Progressive Fish-Culturist*, 27: 108 - 111.

Poole D. R. 1993. Las Aminas Biogénicas pueden afectar el Desempeño de las Aves de Corral. *Memorias del Seminario Técnico sobre Nutrición Avícola*. Editado por Degussa , Mex. S.A. y ASA. 25 de marzo.Mty. N.L. pp: 33 40.

Reigh R.C., McGoogan B. and J. A. Sullivan. (1994) " Feed ingredient digestibility research with red drum and hibrid striped bass." *Memorias del Segundo simposium internacional de nutrición acuícola*. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León del 7 al 9 de Noviembre.

Riaza, A. (1986). "Comparación de métodos para estudiar la digestibilidad en la lubina *Dicentrarchus labra* These de DEA, UBO, Brest, Francia 55pp.

Rodríguez R. H. 1990. Efecto de Tratamientos Térmicos en Harinas de Pescado Chilenas y su Incidencia en el Vómito Negro en Pollos de Engorda en Periodos de 0 - 4 semanas. Tesis Inédita de Maestría en Producción Animal. Fac. de Med. Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México, D.F. 68 p.

Romero J.J. & J.A. Manrique, (1993). "Esfuerzos Desarrollados en Chile para Disminuir el Impacto Ecológico de la Alimentación en Centros de Cultivo de Peses. 10pp. Seminario

Internacional Acuicultura y Medio Ambiente. Santiago, 2-3 Septiembre de 1993. Fundación Chile. 189pp.

Rychly and L. Spannhof, (1979). "Nitrogen balance in trout. I. Digestibility of diets containing varying levels of protein and carbohydrates. *Aquaculture*, 16: 39-46.

Saltzman, B.E., (1952) "Microdetermination of Chromium with Diphenylcarbazide by Permanganate Oxidation - Improved method of Oxidation and color Development". *Anal. Chem.*, 24, No.6 : 1016- 1020.

Schmitz O., E. Greuel and E. Pfeffer. (1983) "A Method for Determining Digestibility of Nutrients in Eels". *Aquaculture*, 32: 71-78.

Schmitz O., E. Greuel and E. Pfeffer. (1984) "Digestibility of crude protein and inorganic matter of potential sources of dietary protein for eels (*Anguilla anguilla*, L.). *Aquaculture*, 41:21-30.

Schroeder, L.J., Jacobellis, M. y Smith, A.H. (1961). *J. Nutr.* 73:143.

Smith L., P.G. Lee, A.L. Lawrence and K. Strawn. (1985) "Growth and Digestibility by Three Size of *Penaeus vannamei*. BOONE: Effects of Dietary Protein Level and Protein Source", *Aquaculture*, 46:85-96.

Srikar L.N. and Chandru R. (1983) " Technical note: Determination of organic Nitrogen by Kjeldhal digestion using Hydrogen Peroxide." *Journal of food technology* 18, 129-133.

Standard Method For The Examination of Water and Wastewater, (1985) 16th Edition, APHA, AWWA, WPCF. pp= 201-204.

Storebakken, T. (1985) "Binders in fish feeds. I. Effect of alginate and guar gum on growth, digestibility, feed intake and passage through the gastrointestinal tract of rainbow trout." *Aquaculture*, 47: 11-26.

Subramanyam, M. (1994) " Ingredient quality in the production and performance of aquaculture feeds." *Memorias del Segundo simposium internacional de nutrición acuícola.* Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León del 7 al 9 de Noviembre.

Tacon Albert G. J. 1987. *The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp - A training Manual.* I. The Essential Nutrients. FAO.

Tacon Albert G. J. 1989. *Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones Cultivados.* Manual de Capacitación. Documento de Campo. Proyecto Aquila II. FAO. 572 p.

Tacon y Rodrigues (1984) "Comparison of Chromic Oxide, Crude Fibre, Polyethylene and Acid-Insoluble ash as Dietary Markers For The Estimation of Apparent Digestibility Coefficients in Rainbow Trout", *Aquaculture*, 43:391-399.

Talbot (sin año) "Laboratory Methods in Fish Feeding and Nutritional Studies. 125-152.

Turi, A.E., Virchov, W. y Loughlin, M.E. (1956) *J. Nutr.* 56-587.

Tapia-salazar M. (1996) Efecto de harinas de pescado con diferente score biotóxico sobre el crecimiento y sobrevivencia del camarón blanco *P. vannamei*. Tesis de Maestría en Ciencias de la UANL, Facultad de Ciencias Biológicas.

Urone, P.F., and Anders, H.K., (1950) Determination of small amounts of chromium in human blood, tissue, and urine. *Anal. Chem.*, 22, No. 10 :1317-1321.

Van Wormhoudt A. (1980), Adaptation des activités digestives, de leurs cycles et de leur contrôle, aux facteurs du milieu chez *Palaeomonetes serratus* (Crustacea natantia). Thèse de Docteur d'état es sciences. Université de Marseille II. Ecole Pratique des Hautes Études. 317pp.

Wagner N. (1993). "La Influencia de la Variabilidad de las Materias Primas sobre la Calidad del Alimento Balanceado". Memorias del Seminario Técnico sobre Nutrición Avícola. Editado por Degussa, Mex. S.A. y por ASA. 25 de Marzo. Mty. N.L. pp: 1 - 12.

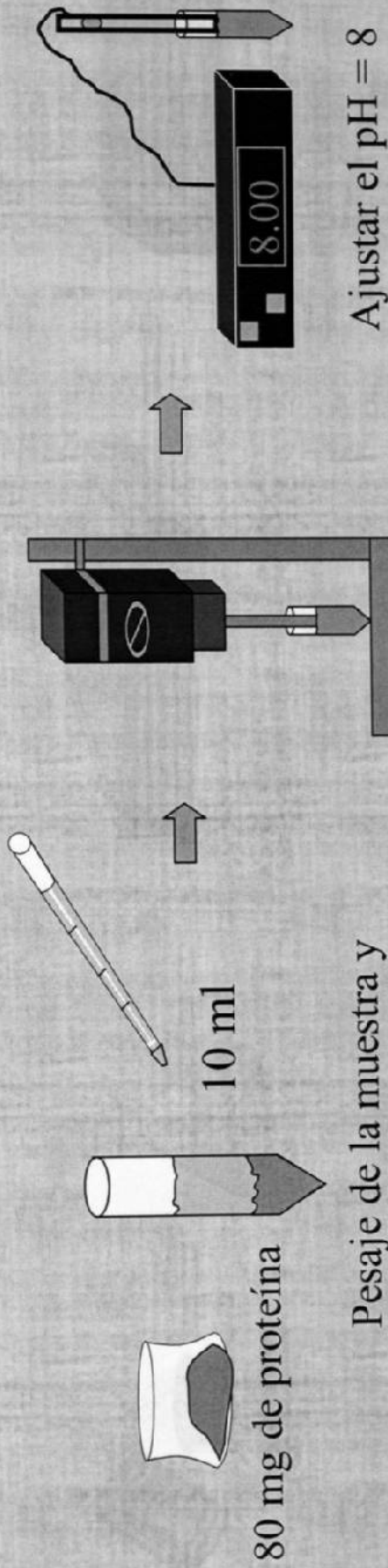
Wesche Ebeling P. (1991). "Control de Calidad del Alimento en Acuicultura". Memorias del Curso-Taller. Tópicos sobre Nutrición y Alimentación Acuicola. UAEM. pp: 108-144.

Windell J., J. Foltz and J Sarokon. (1978) "Methods of Fecal Collection and Nutrient Leaching In Digestibility Studies", *Prog. Fish-Cult.* 40:51-55.

Windsor, M., and Barlow, S., (1984) Introducción a los subproductos de pesquerías, Editorial ACRIBA, Zaragoza. España pp=207.

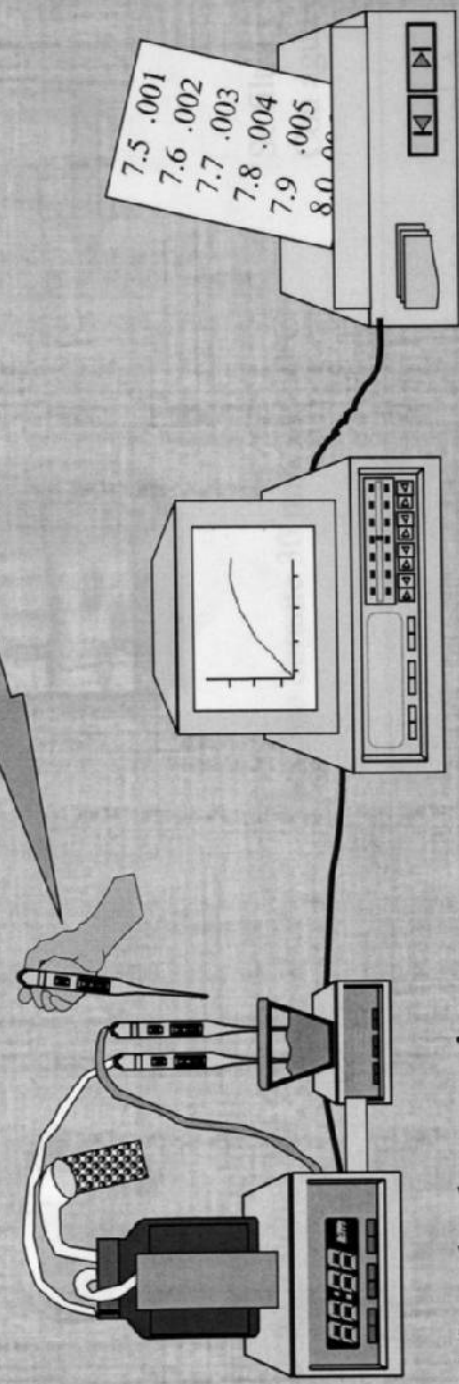
12 ANEXOS

**Anexo 1a.- Método de medición de la tasa inicial de hidrólisis
(pH-Stat con homogeneizado de camarón)**



Pesaje de la muestra y
adición de agua

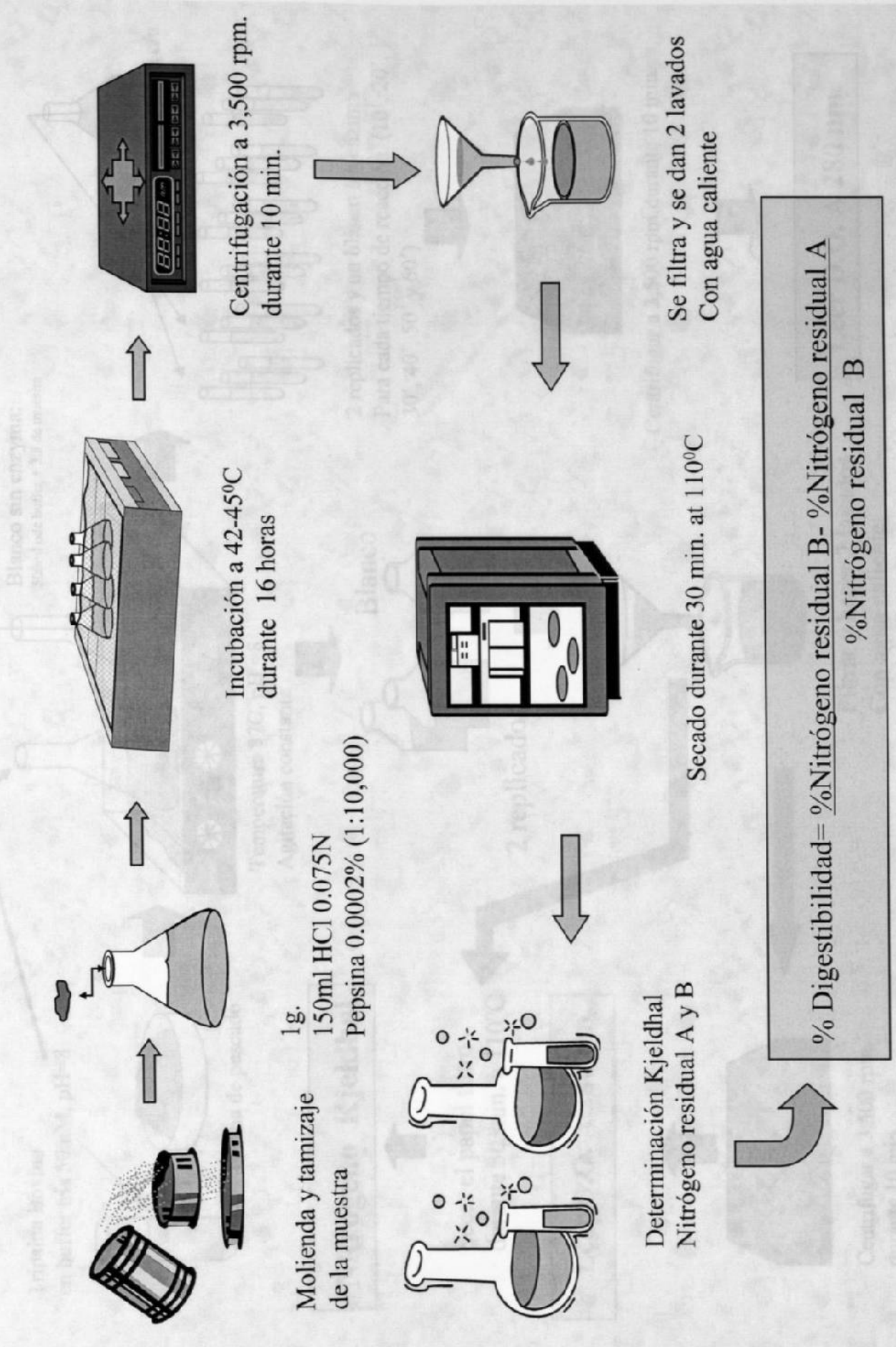
Ultratrituración



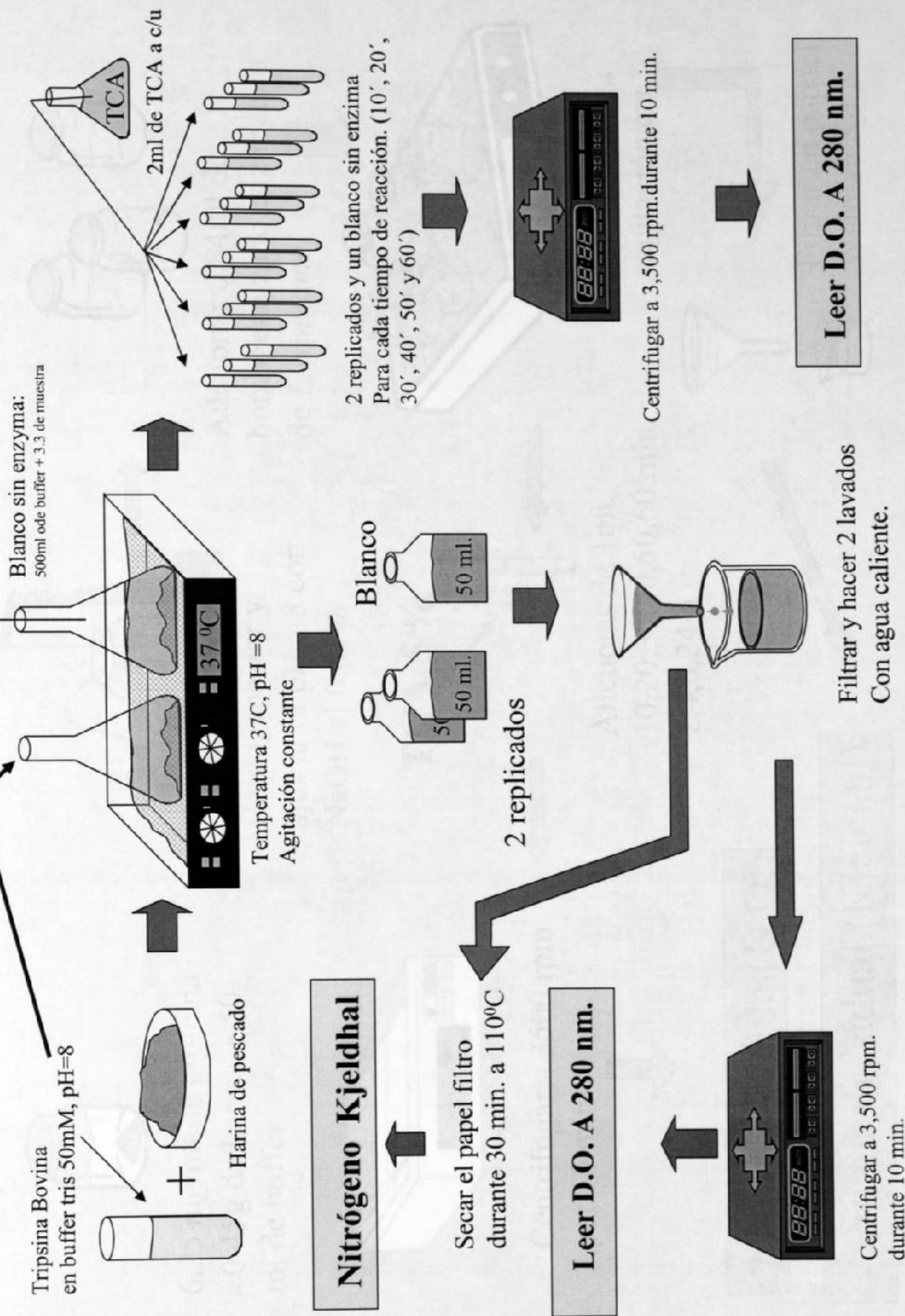
Adición de la enzima

Obtención de datos

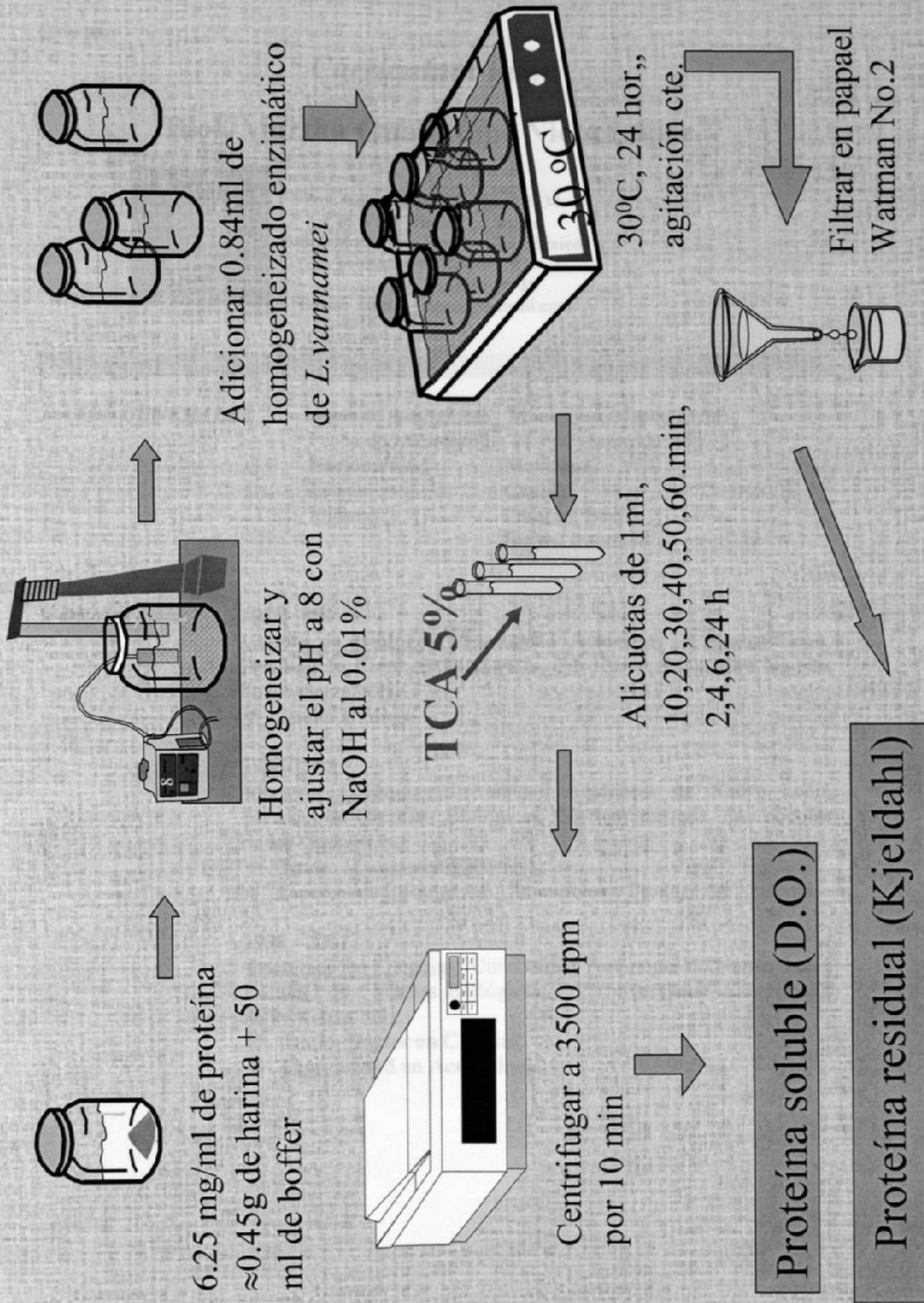
Anexo 1b.- Método de determinación de la digestibilidad *in vitro* con pepsina diluida



Anexo 2.- Método de determinación de la digestibilidad *in vitro* con tripsina bovina



Anexo 3.- Método de determinación de la digestibilidad *in vitro* con enzimas de camarón



Currículum Vitae

Biol. Martha Guadalupe Nieto López.



Prol. Adolfo Ruiz Cortines # 5534.
 Col. Valle Verde 1er. Sector.
 64360 Monterrey, Nuevo León, México.
 Teléfono: 91(8)310-00-70
 (8)996-08-36
 Email: mnieto_lopez@hotmail.com

DATOS GENERALES

Lugar de nacimiento : Monterrey, Nuevo León
 Fecha de nacimiento : 25 de Febrero de 1971.
 Nacionalidad : Mexicana
 Estado civil : Casada
 Idiomas: Francés: Básico
 Inglés: Intermedio

FORMACIÓN

1988-1992

Carrera de Biólogo: Universidad Autónoma de Nuevo León,
 Facultad de Ciencias Biológicas, Cd. Universitaria, San Nicolás
 de los Garza N.L.

❖ Título: Biólogo

1996-1998

Maestría en Ciencias: Universidad Autónoma de Nuevo León,
 Facultad de Ciencias Biológicas, Cd. Universitaria, San Nicolás
 de los Garza N.L.

❖ Título: Maestro en Ciencias.

❖ Especialidad: Recursos Alimenticios y Producción Acuícola.

1998 - 2001

Doctorado en Ciencias: Universidad Autónoma de Nuevo León,
 Facultad de Ciencias Biológicas, Cd. Universitaria, San Nicolás
 de los Garza N.L.

❖ Título: Doctor en Ciencias

❖ Especialidad en Acuicultura.

PUBLICACIONES DURANTE EL DOCTORADO

- ❖ Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Nieto-Lopez, M. y Tapia Salazar, M. 1998b. "Revisión Sobre Calidad de Harinas y Aceites de Pescado para la Nutrición de Camarón". Presentación oral en el IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. La Paz, B.C.S. 16-18 Noviembre, 1998. Artículo completo en las memorias del evento, p1-36. ISBN 970-694-51-0
- ❖ Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D. y M.G. Nieto L. Importancia de la digestibilidad en alimentos para camarón. Panorama Acuícola. Vol. 4. No. 2 enero/febrero, 1999. P. 10-12.
- ❖ Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M. Marin-Zaldivar, L. F., Guajardo-Barbosa, C., Nieto-López, M.G., y Salinas-Miller, A., (2002). Historia y estatus actual de la digestibilidad y algunas características fisico-químicas de los alimentos comerciales para camarón usados en México. Avances en Nutrición Acuícola. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Cancún, Quintana Roo, México 3-6 septiembre, 2002. Artículo completo en las memorias del evento, p1-22. ISBN:970-694090-1.
- ❖ Cruz Suárez, L. E., Marin-Zaldivar, L.F., Ricque Marie, D., Tapia Salazar, M., Nieto López, M.G., Guajardo Barbosa, C. y Salinas-Miller, A. 2002. Digestibilidad de alimentos usados por los productores de camarón en México. Panorama Acuícola. Vol. 7 No. 6 septiembre/octubre, 2002. p. 22-23.
- ❖ Marin-Zaldivar, L. F., Tapia-Salazar, M., Guajardo-Barbosa, C., Nieto-López, M.G., y Salinas-Miller, A., Ricque-Marie, D., Cruz-Suárez, L. E., (2002). Estudio exploratorio del grado de digestibilidad de los alimentos comerciales para camarón en México. Congreso Internacional Virtual de Acuicultura 2002. <http://www.civa2002.org> ,265-281.
- ❖ Cruz-Suárez, L. E., Nieto-López, M.G and Ricque-Marie, D.()"In vivo digestibility of different quality fish meals in shrimp and its correlation with digestibility in salmonids and mink, and with in vitro digestibility (dilute pepsin and shrimp pH-Stat". *In preparation*.
- ❖ Nieto-López, M.G., Cruz-Suárez, L. E., and Ricque-Marie, D ()"Quality evaluation: An *in vitro* method to predict protein digestibility in fish meals and foods for shrimp". *In preparation*.

Revisión Sobre Calidad de Harinas y Aceites de Pescado para la Nutrición de Camarón

Lucía Elizabeth Cruz Suárez, Denis Ricque Marie, Martha Nieto López y Mireya Tapía Salazar

Programa Maricultura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Cd. Universitaria A.P. F-56 San Nicolás de los Garza, Nuevo León CP. 66450 Tel.y fax: +52 (8) 352 6380 E-mail: lucruz@ccr.dsi.uanl.mx y dricque@ccr.dsi.uanl.mx

A nivel mundial, los alimentos para camarón incluyen harina y aceite de pescado en niveles de 25 y 3% respectivamente (Chamberlain, 1993) con un posible incremento a 5% para el aceite en los próximos años. En consecuencia, los alimentos para camarón consumen aproximadamente 25% de las 1.7 millones de toneladas de harina de pescado utilizadas en acuicultura, que a su vez corresponde al 25% de la producción mundial anual. La harina de pescado aporta proteína de alta calidad con un balance de aminoácidos y de ácidos grasos adecuado para el rápido crecimiento de organismos marinos (especialmente carnívoros) y el uso de sustitutos ha sido menos exitoso en camarones y salmónidos que en animales terrestres. De ahí que, la disponibilidad y calidad de la harina de pescado sean determinantes para la obtención de alimentos acuáticos de buena calidad. En México, este problema ha sido identificado tanto por las compañías de alimentos balanceados como por los productores de camarón.

Los resultados que se presentan en esta revisión corresponden a los objetivos de un proyecto internacional financiado por la Comunidad Europea, que inició en 1994, en el que participaron, la IFOMA (Asociación internacional de productores de harina de pescado), con el Dr. Ian Pike, el IFREMER, con el Dr. Gerard Cuzon y el Programa Maricultura de la UANL.

El objetivo de este proyecto fue definir parámetros de calidad de harinas y aceites de pescado adecuados para nutrición de camarón, que servirán de guía a los productores y usuarios de estos insumos, con la finalidad de mejorar los rendimientos obtenidos por los productores de camarón, así como, disminuir la contaminación del medio ambiente.

La selección de los parámetros de calidad a evaluar, se realizó de acuerdo al estado actual de conocimientos, tomando como referencia los parámetros utilizados en animales terrestres y en salmónidos:

- 1.- Efecto de la frescura de la materia prima utilizada en la elaboración de las harinas de pescado usadas en alimentos para camarón
- 2.- Efecto de la mullerosina y de las harinas de pescado de diferente score biotóxicológico en camarón
- 3.- Digestibilidad *in vitro* e *in vivo* en camarón, de harinas de pescado y su correlación con la digestibilidad en salmón.
- 4.- Efecto de la rancidez en harinas y aceites de pescado al incluirse en alimentos para camarón



Importancia de la Digestibilidad

en Alimentos para Camarón

Lucía Elizabeth Cruz Suárez, Denis Rique Marie y Martha G. Nieto López *

El valor nutricional verdadero de un alimento depende de la disponibilidad y calidad de sus nutrientes y no simplemente de su cantidad de proteína, grasa, cenizas y carbohidratos, por ello no es suficiente un análisis bromatológico como indicador de calidad.

La digestibilidad es una forma de medir la disponibilidad de nutrientes de un ingrediente o de un alimento, dicho de otra manera es la facilidad con que el alimento es convertido, en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición.

Comprende dos procesos: la digestión, que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos por medio de enzimas y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en las células de absorción del hepatopáncreas. En el primer proceso, es importante mencionar que los camarones carecen de digestión ácida y de pepsina, siendo la tripsina la proteasa predominante, lo cual tiene grandes implicaciones desde el punto de vista nutricional y de control de calidad.

La digestibilidad de un ingrediente o alimento, varía en función de 3 grupos de factores: 1) La anatomía y fisiología del tracto digestivo del animal en cuestión, lo cual está relacionado con la especie, la edad, la línea genética, 2) Las condiciones medioambientales, como salinidad, temperatura, oxígeno, y pH del agua y 3) Las características químicas y físicas del ingrediente o de la mezcla de ingredientes que conforman el alimento como: palatabilidad, fuente y nivel de proteína, relación con otros ingredientes, proporción de macro y micronutrientes, nivel y tipo de aglutinante, pH del alimento, uso de enzimas exógenas, presencia de sustancias antinutricionales, procesos tecnológicos a los que fueron sometidos los ingredientes y los alimentos: extrusión, peletizado, expansión, molienda, tamaño de pellet, etc. Considerando lo anterior todos los factores antes mencionados deben ser bien especificados en los estudios de digestibilidad *in vivo* de cualquier ingrediente o alimento.

Es claro que aunque el perfil nutritivo de un ingrediente pueda parecer bueno, si los nutrientes no son digestibles, absorbibles y utilizables, resultan de poco valor para el animal.

El alimento que es digerido y absorbido, es transportado por la hemolinfa a todas las células del cuerpo para ser metabolizado.

El estudio de la digestibilidad presenta doble interés: en forma 1. Formular alimentos de manera más precisa evitando el exceso de nutrientes, con el consecuente efecto económico, ya que se podrá disminuir la cantidad de proteína reduciendo el precio del alimento. En este aspecto, la digestibilidad puede utilizarse como una medida de control de calidad, para la selección de materias primas, así como para la selección de alimentos terminados.

2. Preservar la calidad del medio ambiente en el que se cultivan los organismos, al suministrar alimentos altamente digestibles que minimicen la generación de desechos fecales y amoniacales y por ende la contaminación de los cultivos.

Por otro lado, es importante tomar en cuenta que al fabricar alimentos, se requiere tomar decisiones rápidas en lo que respecta a una evaluación eficaz de los ingredientes al momento de comprarlos, de combinarlos, sustituirlos o después de procesarlos; es por ello necesario contar con métodos químicos de laboratorio que permitan evaluar la calidad de las dietas o componentes dietéticos. La evaluación de la digestibilidad es esencial para

determinar la calidad de un ingrediente y debería ser el 1er paso a dar para ajustar las fórmulas dietéticas a las necesidades de las especies.

Por otra parte es importante considerar que en formulaciones completas para animales existen efectos asociativos de los ingredientes y que estos pueden ser positivos (incrementando

la disponibilidad del nutrimento), o negativos (disminuyéndola). Estos efectos pueden ser determinados por el cambio en la digestibilidad del ingrediente o de algún componente específico del ingrediente. La determinación de la digestibilidad es esencial no solo para formular dietas a bajo costo sino que además es muy útil para la investigación de requerimientos nutricionales, selección de ingredientes con valor nutritivo potencial (en relación con la calidad de la materia prima), y formulación de dietas que minimicen la contaminación del agua.

Los estudios de digestibilidad en camarones peneidos son muy escasos, debido en gran parte a lo complicado de la metodología que hay que seguir para coleccionar las heces de los camarones sin estresar a los animales, sin contaminar con restos de alimento o evitando la lixiviación de nutrientes de las heces por expo-

sición prolongada en el agua y a la falta de estandarización de metodologías. Actualmente aún no se cuenta con tablas de energía digestible o de disponibilidad de nutrientes de diferentes ingredientes como es el caso para cerdos y pollos.

No todo el alimento que es distribuido en los estanques es aprovechado por los organismos en cultivo, existen varios puntos críticos en la fisiología de la digestión, donde ocurren pérdidas del alimento. Estas pérdidas no solo representan una merma económica sino también un deterioro de la calidad del medio ambiente.

La proporción de la pérdida de alimento no aprovechado puede variar en función de la frecuencia y la forma de distribución del alimento, así como del tipo de sustancias atrayentes y aglutinantes que se hayan usado en la formulación y de la tecnología utilizada para su elaboración.

La velocidad del consumo, la atractancia y la estabilidad del alimento en el agua, son factores que se pueden evaluar en granja y esto permite tener una idea de la proporción de la pérdida y del grado de contaminación que se está generando a este nivel.

Después de ser ingerido, el alimento sufre una digestión mecánica en molino gástrico y una digestión química, en el hepatopáncreas con la acción de las enzimas digestivas, que cortan, hidrolizan o desdoblan los macronutrientes en moléculas simples que puedan ser absorbidas a través del hepatopáncreas hacia la



hemolinfa. El alimento que no es retenido, digerido y absorbido, se pierde en forma de excreciones fecales junto con excreciones endógenas (enzimas, hormonas, células muertas, etc.). La proporción de esta pérdida puede ser muy importante y depende de factores que afectan la capacidad de funcionamiento del equipo enzimático y la capacidad de absorción de los animales, así como de las características físico-químicas del alimento (sustrato) en cuestión. La cuantificación de esta pérdida se puede hacer a través de técnicas de laboratorio *in vivo* e *in vitro*.

El alimento que es digerido y absorbido, es transportado por la hemolinfa a todas las células del cuerpo para ser metabolizado. Parte de la energía que aporta este alimento se pierde en forma de excreciones amoniacales a través de las agallas y de la orina. La proporción de esta pérdida está ligada a la composición y a la cantidad de nutrientes metabolizables para cubrir los requerimientos de mantenimiento y de crecimiento del animal. Si el

Hidrolizados de Krill

Una nueva calidad en harinas de Krill



Los Hidrolizados de Krill imponen un nuevo estándar de alta calidad para el uso de Krill en alimentos para pescados y crustáceos a nivel mundial. Usando un bioprocesamiento patentado, SMP produce una proteína de origen marino de alta digestibilidad, que retiene las cualidades saborizantes, los pigmentos y los beneficios nutricionales del Krill.

Los Hidrolizados de Krill de SMP representan un avance revolucionario sobre el procesamiento tradicional de harina de Krill (Krill meal).

Nuestro producto ofrece:

- **Mejor digestibilidad y nutrición:** La hidrólisis controlada de nuestros productos en base a Krill asegura que el complemento total de aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados, minerales y otros componentes sean rápidamente asimilados.
- **Mejores características de atracción y efecto saborizante:** Los Hidrolizados de Krill de SMP actúan como poderosos atrayentes y tienen características de sabor superiores a otros productos derivados de Krill. Mejoras en la velocidad de crecimiento y en el consumo de alimento han sido reportadas en varias especies en estudios hechos en forma independiente.
- **Mejores niveles de pigmentos:** Los productos de SMP contienen mayores niveles de astaxantina natural que las harinas de Krill tradicionales. Las Astaxantinas cumplen un papel importante en la coloración y el metabolismo de animales acuáticos.

Forma de nuestros productos: Líquido, En polvo (evaporado) y En polvo (liofilizado).

Para más información sobre el precio de nuestros productos y envíos a todo el mundo, visite nuestro sitio en internet: www.krill.net, o llame a:

Contin **Specialty Marine Products (SMP) Ltd.**

4160 Marine Drive, West Vancouver, B.C., Canada V7V-1N6

Tel: (604) 925-8094 • Fax: (604) 925-8067 • E-mail: krill@istar.ca

Website: www.krill.net

Los especialistas en Krill!!!

La Proteína más perfecta... y es natural: El huevo



La Harina de Huevo Entero, Grado Pecuario de American Dehydrated Foods está al precio más bajo en los últimos 20 años (US\$). Esta es una época excelente para reformar dietas para camarones e incluir un alto porcentaje de huevo en las mismas. Este extraordinario ingrediente contiene mínimo, un 46% de proteína y 33% de grasa. Además es más del 95% digerible. Como premio, el ingrediente contiene 2.0% de colesterol, que es muy atractivo para todos los camarones. Con Harina de Huevo Entero en las dietas, los camarones crecerán rápida y sanamente.

Para muestras, especificaciones e información adicional, llámenos hoy mismo.



NUTRIQUIM, S.A. DE C.V.

Plot. 5 de Mayo #15-1 Parque Industrial Naucapam, Naucapam, Edo. de México
C.P. 53480 TEL (5253) 300-5848 0151-27143 y FAX (5253) 300-5078



Continental Agra Equipment

**Vendemos equipo usado
reacondicionado
para plantas de alimentos
concentrados, peletizados
o extruidos.**

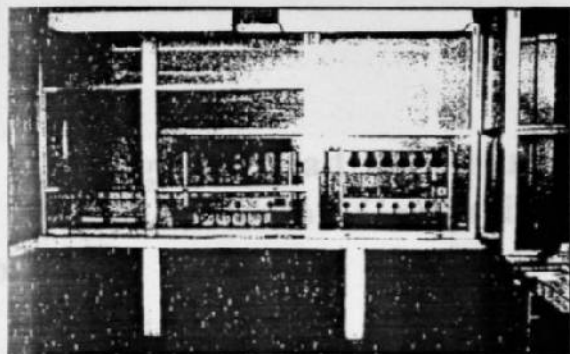
- Molinos de martillos y de rodillos
- Mezcladoras de cinta y de paletas
- Peletizadoras
- Extrusores
- Enfriadores horizontales y verticales
- Secador-enfriador
- Transportadores y elevadores
- Trituradores
- Zarandas
- Ensacadoras y líneas de coser
(sacos / bolsas)

¡Y mucho más!

Continental Agra Equipment

COMPAÑÍA
RICHARD GIBSON
Director de Ventas en Latinoamérica

1400 S. SPENCER RD. / P.O. Box 505 Newton, KS 67114
PHONE: (316) 283-0302 FAX: (316) 283-5504
WEB: www.continentalagra.com
E-mail: contagra@fslat.com



perfil de aminoácidos no es adecuado o si hay un nutriente limitante, o si no se presentan todos los nutrientes en el sitio de síntesis al mismo tiempo, no hay síntesis proteica y aumenta la excreción amoniacal. De la misma manera si la cantidad de proteína (aminoácidos) excede los requerimientos, el exceso se elimina aumentando la pérdida por excreción amoniacal.

La digestibilidad como indicador de calidad integral, que puede evaluarse a través de bioensayos en condiciones controladas, nunca es anunciado ni garantizado por los productores de alimento, aún cuando sus valores impactan de manera muy importante el valor del rubro alimento en los costos variables de operación. Por ello, es necesario el uso de estos indicadores de calidad, que permitan predecir parcialmente el grado de aprovechamiento que va a tener un ingrediente o un alimento balanceado, así como el grado de contaminación que va a generar, antes de ser producido y aplicado.

Parte del alimento metabolizable se pierde en forma de calor metabólico y otra parte se usa para el mantenimiento del organismo, quedando el resto disponible para procesos de producción y crecimiento. La proporción del alimento utilizada para propósitos de mantenimiento será menor en la medida que el organismo se encuentre en condiciones ambientales y de salud óptimas.

De una manera global, la tasa de conversión alimenticia es el indicador más completo del grado de aprovechamiento de un alimento, ya que integra todas estas pérdidas e indica la eficiencia de conversión del alimento consumido en biomasa (TCA = alimento consumido/incremento de biomasa). Obviamente lo que se busca es que la mayor parte del alimento consumido sea transformado en biomasa con la menor proporción de pérdidas, de tal manera de obtener tasas de conversión lo más cercano posible a la unidad y el menor impacto sobre el medio ambiente.

* La Doctora Lucía Elizabeth Cruz Suárez, M.D. y Dra. María Elena López son investigadoras de la Unidad de Acuicultura de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Tecnología de la Universidad de Colima, Colima, México.

Historia y Estatus Actual de la Digestibilidad y Algunas Características Físico-químicas de los Alimentos Comerciales para Camarón Usados en México.

Lucía Elizabeth Cruz-Suárez¹, Denis Ricque-Marie¹, Mireya Tapia-Salazar¹,
Lizbeth Fabiola Marín-Zaldívar², Claudio Guajardo-Barbosa¹,
Martha Nieto-López¹ y América Salinas-Miller¹

¹Programa Maricultura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Cd. Universitaria Apdo. Postal F-56, San Nicolás de los Garzas, Nuevo León 66450, Tel/Fax: +52 8 3526380, Email: lucruz@cer.dst.uanl.mx, elicruz@hotmail.com.

²Instituto Nacional de la Pesca, DGIA. Pitágoras 1320. Col. Santa Cruz Atoyac, México, D.F. 03310, Tel/Fax: +55 56884014.

RESUMEN

El monitoreo de la digestibilidad y de los parámetros físico-químicos de los alimentos comerciales para camarón tiene como objetivo la búsqueda de alimentos más eficientes y más amigables con el ambiente acuático. Al analizar diferentes estudios realizados por el Programa Maricultura, se encontró que entre 1998 y 2001, en algunos alimentos comercializados en México, se presentó una evolución positiva con una mejora especialmente en la digestibilidad de materia seca; sin embargo entre 9 alimentos comerciales colectados en 2001, se encontraron diferencias de hasta 18 puntos en digestibilidad de proteína (65-83%), 9 puntos de digestibilidad de materia seca (65-74%) y 8 puntos de digestibilidad de energía (74-82%). A pesar de la evolución positiva, todos los alimentos siguen teniendo una digestibilidad de materia seca inferior al valor deseable de 80%. De manera complementaria, a cada uno de estos 9 alimentos se le determinó la composición bromatológica, estabilidad en el agua de la materia seca, de la proteína y de la energía, capacidad de absorción de agua, diámetro y longitud de los pellets, número de pellets/g y % de finos. El análisis de estas determinaciones y la comparación con valores recomendados, se presentan en este trabajo.

Palabras clave: *Litopenaeus vannamei*, alimento comercial, digestibilidad, digestibilidad *in vitro*, estabilidad en el agua

Digestibilidad de alimentos usados por los productores de camarón en México

Hasta ahora, ninguna compañía anuncia o garantiza en la etiqueta digestibilidad de los alimentos que comercializa.

L. Elizabeth Cruz Saucedo, Elizabeth Fabiola Viana-Zaldivar, Denis Ricardo Morán, Mircea Iulian Salazar, Martha Nerea López, Claudio Guajardo Barbosa, y American Salmons Mills

En varios países como Dinamarca, Suecia, Grecia y Chile, con el incremento en la demanda de alimentos eficientes, altamente asimilables, y que produzcan menos desechos de nitrógeno y de fósforo, se han propuesto normas que incitan a las compañías de alimentos, especialmente para peces, a cumplir con un mínimo de 80-85% de digestibilidad en el alimento y un nivel máximo en el contenido de algunos nutrientes (N y P) como condición para que puedan ser comercializados.

Los alimentos con digestibilidades superiores a 80% son "potencialmente" promotores de buenas tasas de crecimiento. Sin embargo, para que esto se cumpla, es necesario que adicionalmente no haya ningún nutriente limitante o factor antinutricional en la fórmula que impida la asimilación o utilización eficiente de los nutrientes digeridos en la formación de tejido.

El Programa Maricultura de la UANL, desde 1998, ha desarrollado una serie de proyectos donde se ha determinado *in vivo* la digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS) como de la proteína (DAP) en alimentos para engorda de camarón de diferentes compañías que son consumidos por productores de

camarón en México. En el año 2001, en colaboración con el Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA se realizó un estudio exploratorio muy completo donde se determinó la digestibilidad de nueve alimentos colectados en granjas de camarón mexicanas, con el objetivo de conocer el estatus de la calidad de los alimentos consumidos en el país. Esto a su vez, con el fin de sondear qué tan factible sería implementar normas o buenas prácticas de fabricación y uso de alimentos, similares a las aplicadas en otros países.

Es importante señalar que los resultados presentados en este trabajo deben ser considerados en la magnitud adecuada, ya que la clasificación de los alimentos producidos por las diferentes compañías puede cambiar de un lote a otro y los resultados corresponden a

muestras tomadas al azar en diferentes granjas. Es evidente que un monitoreo continuo, por ejemplo mensual, de todos los alimentos sería necesario para dar una clasificación que permita generar criterios de selección.

Resultados

En las Tabla 1 se presenta un resumen de resultados de digestibilidad obtenidos en alimentos analizados en tres años anteriores.

Estos resultados indican que durante estos últimos tres años los alimentos balanceados han presentado una evolución positiva sobre todo en la DAMS. Desafortunadamente esta mejora no ha sido uniforme para todas las compañías y en 2001 todavía hubo quien comercializó alimentos de baja digestibilidad (65%). En contraste,

Tabla 1. Digestibilidad promedio de algunos alimentos de camarón en México de 1998 a 2001, evaluados por el Programa Maricultura.

Alimento	Año	N	Proteína (%)	DAMS (%)	DAP (%)		
L. salmón	1998-1999	6	36-41	66	45-86	69	46-92
L. salmón	1998-1999	2	36-38	68	63-73	82	79-84
L. salmón	2001	2	35-36	72	67-77	82	76-87
L. salmón	2001	9	35-40	70	65-74	74	65-83

Nota: el alimento experimental control UANL tiene valores promedio de 78 y 88% de DAMS y DAP respectivamente.

Tabla 2.- Composición química de las dietas comerciales evaluadas (% Base húmeda)

Componente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Humedad	7.3	6.9	6.4	8.27	7.8	6.8	8.4	7.7	6.9	< 8
Proteína	34.8	35.9	35.9	40	36.3	36.7	35.8	36.9	37	< 25-30 %?
Lípidos	8.6	12.3	8.5	8	8.5	10.4	7.2	10.6	5.8	< 12 %?
Ceniza	10.4	8.9	8.8	9.1	8.4	9.8	9.7	8.9	7	< 10%
Fibra	3.4	2.5	2.7	5.2	4.7	3.4	2.7	2.7	3.7	< 4%
ELN	35.5	33.4	37.6	29.6	34.4	32.8	36.2	31.3	39.6	

Algunas compañías han hecho esfuerzos por utilizar fuentes de proteína de la calidad, mejorar su proceso de molienda y utilizar carbohidratos de mayor digestibilidad, con lo que han mejorado considerablemente la calidad de su producto, presentando mejores digestibilidades de 74 y 83% de DAMS y e DAP respectivamente.

En el estudio realizado en 2001 con el NP, además de la determinación de la AMS y de la DAP de los nueve alimentos colectados, se determinó la composición química, la digestibilidad aparente de la energía (DAE), la energía digestible y la relación proteína digestible/energía digestible. Los resultados se presentan en las Tablas 2, 3 y 4 en las cuales adicionalmente se muestra, para algunos parámetros, el valor recomendado.

Como se observa en la Tabla 3, las digestibilidades de los alimentos presentan diferencias importantes entre las compañías. Al aplicar los coeficientes de digestibilidad sobre los niveles de proteína anunciados en la etiqueta o analizados en laboratorio (ver tabla 4) observa que aunque la proteína anunciada parecía igual en casi todos los

alimentos evaluados, la disponibilidad de la misma es muy diferente. Los valores de proteína digestible encontrados estuvieron en un rango de 24 hasta 31%, en contraste con el 35% de proteína bruta anunciado.

Aunque no se tienen resultados sobre el rendimiento que podrían producir estos alimentos es de esperarse que el alimento con mayor digestibilidad y el mejor balance de nutrientes digestibles es el que producirá la mejor tasa de conversión alimenticia.

En estudios realizados recientemente por Cruz *et al.* (2000) y Velasco *et al.* (2000) se han definido requerimientos de proteína y energía digestibles para camarón blanco, que están muy por debajo de los niveles que presentan los alimentos que están utilizando la mayor parte de los productores del país. No solo se están desperdiciando nutrientes y dinero, sino que se están contaminando y aumentando el riesgo de enfermedades, por lo que se recomienda tratar de bajar a esos niveles de proteína-energía

recomendados.

Conclusiones

1) Es recomendable monitorear de manera continua la digestibilidad de los alimentos comerciales que se van a adquirir, así como el contenido de algunos de los nutrientes como nitrógeno y fósforo disponibles, para asegurar constancia en calidad de los mismos.

2) Hasta ahora ninguna compañía anuncia o garantiza en la etiqueta la digestibilidad de los alimentos que comercializa. Existen diferencias muy importantes en la digestibilidad de los alimentos entre algunas compañías y ninguna presenta una digestibilidad de materia seca mayor al 80%, por lo que todavía se deben seguir haciendo esfuerzos para mejorar este parámetro.

3) Los alimentos comerciales que están solicitando la mayoría de las granjas del país para la fase de engorda, tienen exceso de proteína con respecto a la energía, por lo que se recomienda hacer pruebas paulatinas para tratar de adecuar estos niveles de acuerdo a la digestibilidad de cada marca de alimento y a las condiciones de cultivo de cada granja.

U. Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Biológicas,
Programa Maricultura, elivce@biologia.unl.mx
2. Instituto Nacional de la Pesca, Dirección General de Investigación en Acuicultura.



Tabla 3.- Digestibilidad aparente de la proteína, materia seca y energía (%) de nueve alimentos para camarón comercializados en México, 2001.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AP x d.e.	65.2 ± 1.3a	67.6 ± 4.4a	76.8 ± 1.3abc	71.4 ± 1.6b	79.2 ± 2.7def	76.5 ± 1.4cd	82.7 ± 2.1f	75.4 ± 2.6c	80.4 ± 0.7ef	
AMS x d.e.	65.3 ± 2.1a	70.3 ± 3.4bc	71.0 ± 2.2cd	67.5 ± 1.8ab	71.9 ± 2.1cd	69.3 ± 1.4bc	72.7 ± 2.7cd	74.0 ± 1.7d	70.1 ± 0.8bc	
AE x d.e.	73.9 ± 1.8a	75.9 ± 4.9a	76.1 ± 2.3a	74.1 ± 1.5a	81.1 ± 1.3c	77.0 ± 2.3ab	82.4 ± 1.3c	80.0 ± 1.0bc	77.4 ± 2.2ab	

AP = Digestibilidad aparente de la proteína en la dieta

AE = Digestibilidad aparente de la energía en la dieta

DAMS = Digestibilidad aparente de la materia seca en la dieta

Letras diferentes en cada fila, indican diferencias significativas (p<0.05)

Tabla 4.- Valores brutos y digestibles de proteína y energía (en base seca) de nueve alimentos para camarón usados por los productores de México en 2001

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Proteína	37.5	38.6	38.4	43.6	39.3	39.4	39.1	42.1	39.7	Disminuir a 30 ó 25%
PD	24.5	26.1	29.5	31.1	31.1	30.1	32.3	31.7	31.9	24*
Energía Bruta (Kcal/g)	4.6	5.0	4.6	4.7	5.0	4.6	4.7	5.0	4.9	
ED (Kcal/g)	3.3	3.8	3.5	3.5	4.0	3.6	3.8	4.0	3.8	3.6*
ED/ED (mg prot/Kcal)	74.1	68.7	84.3	88.9	77.8	83.7	85.1	79.4	84.0	64-66*
ED/ED (Kcal/g prot)	13.5	14.6	11.9	11.3	12.9	12.6	11.8	12.6	11.9	15.2

PD = Proteína digestible, ED = Energía digestible. * Cruz *et al.* 2000 y Velasco *et al.* 2000.

Hacen *et al.* (6) mencionan que la determinación de la digestibilidad es esencial no sólo para formular dietas a bajo costo sino que además es muy útil para la investigación de

causas probables que se encuentran al origen de la falta de disponibilidad de los aminoácidos. Brown *et al.* (4) mencionan que estos efectos pueden ser determinados por cambios en la digestibilidad del ingrediente o de algún componente específico del ingrediente.

Estudio exploratorio del grado de digestibilidad de los alimentos comerciales para camarón en México

Lizbeth Fabiola Marín-Zaldivar¹, Mireya Tapia-Salazar², Claudio Guajardo-Barbosa², Martha Nieto-López², América Salinas-Miller², Denis Ricque-Marie², Lucía Elizabeth Cruz-Suárez²

¹ Instituto Nacional de la Pesca, Distrito Federal (México)

² Programa Maricultura FCB/UANL, Nuevo León (México)

Resumen

Se determinó la digestibilidad in vivo de la proteína, de la materia seca, y de la energía en alimentos que comercialmente se encuentran disponibles en nuestro país para el engorde del camarón. Se observaron diferencias entre dietas de hasta 18 puntos de digestibilidad para proteína (65-83%), 9 puntos para materia seca (65-74%) y 8 puntos para energía (74-82%). El método utilizado tiene una sensibilidad que permite distinguir dietas que difieren por 5 puntos de digestibilidad. Desafortunadamente, la digestibilidad de proteína y energía de la mayoría de los alimentos está abajo del valor deseable de 80% (excepto 2 ó 3 de ellas), mientras que para materia seca todas están por debajo del 80%.

Summary

Exploratory study of the commercial shrimp feeds digestibility in Mexico

Digestibility of protein, dry matter and energy was determined in feeds commercially available in our country for the shrimp grow-out. Differences between diets were up to 18 digestibility points for protein (65-83%), 9 points for dry matter (65-74%) and 8 points for energy (74-82%). The sensitivity of the method used in the present study allowed to distinguish between diets differing by 5 points in their digestibility. Unfortunately, most of the diets (except 2 or 3) had protein and energy digestibility under the 80% recommended value, and all of them were under 80% dry matter digestibility.

Introducción

La industria de cultivo de camarón, como los otros sectores pecuarios, busca producir carne con máximos rendimientos al mínimo costo. En el cumplimiento de esta premisa, el alimento balanceado juega un papel muy importante, ya que puede representar hasta un 50% de los costos de producción de camarón.

Riaza (1) señala que al preparar los alimentos se requiere tomar decisiones rápidas, lo cual implica una evaluación eficaz de los ingredientes al momento de comprarlos, de combinarlos, sustituirlos o después de procesarlos; es por ello que todos los laboratorios dedicados a la nutrición y alimentación cuentan con un conjunto de métodos químicos que les permitan evaluar la calidad de las dietas o componentes dietéticos. Carrillo en 1994 (2) mencionó que todas estas técnicas están dirigidas fundamentalmente a conocer tres características de los ingredientes (composición química, biodisponibilidad de nutrientes y digestibilidad).

Akiyama *et al.* (3) y Brown *et al.* (4) coincidieron en que la evaluación de la digestibilidad resulta esencial en la determinación de la calidad de un ingrediente; adicionalmente el conocimiento de la digestibilidad de las materias primas permite realizar una formulación más precisa de la dieta, pudiendo disminuir la cantidad de proteína o bien se podrían utilizar fuentes de proteína de menor costo reduciendo así substancialmente el precio del alimento. En 1970 la IAFMM (5) reporta que la digestión incompleta puede ser la principal o única causa probable que se encuentra al origen de la falta de disponibilidad de los aminoácidos. Brown *et al.* (4) mencionan que estos efectos pueden ser determinados por cambios en la digestibilidad del ingrediente o de algún componente específico del ingrediente.

Hajen *et al.* (6) mencionan que la determinación de la digestibilidad es esencial no sólo para formular dietas a bajo costo sino que además es muy útil para la investigación de



DCNATIVO

