

## RESULTADOS.

### DIETAS EXPERIMENTALES.

#### COMPOSICION PROXIMAL DE DOBLE COEXTRUIDO CAMARON-SOYA.

La composición proteica del doble coextruido (52.83 %) (Tabla 43) fue ligeramente más alta que la de los otros coextruidos (Tabla 10), aunque el nivel de grasa fue el más bajo. Asimismo, el % de calcio es bastante alto comparado a los otros coextruidos. Esto, por la doble adición de cabezas de camarón al coextruido.

Tabla 43.- Composición proximal (%) del doble coextruido 32 c:68 [32 c:68 s].

Coextruido	Humedad	Proteína	Lípidos	Ceniza	Fibra	ELN	Ca	P
32 c : 68 [32 c:68 s]	5.48	52.43	1.60	7.92	3.31	34.54	3.71	0.81

Valor de coextruido reportado en base seca (B.S.).

El factor de conversión de proteína fue 6.25.

#### ANALISIS PROXIMAL DE DIETAS EXPERIMENTALES.

En la Tabla 30, de Fase II, se muestra la composición proximal de las dietas 1 a 5. En la Tabla 44 se muestra la composición de las dietas 6 y 7 (D6 y D7). El aporte en materia seca de camarón y soya extruida para la dieta D6 es de 10.80 y 34.19 respectivamente.

Tabla 44.- Composición proximal de D6 y D7 para bagre.

DIETA	Humedad	Proteína	Lípidos	Ceniza	Fibra	ELN	Ca	P
D6	6.26	33.20	5.93	6.19	2.55	52.13	0.89	0.65
D7	6.15	31.98	3.83	5.71	2.08	56.40	0.58	0.79

Ingredientes reportados en base seca.

D6= Dieta con doble coextruido camarón-soya. D7= Dieta comercial "As".

Factor de conversión de proteína= 6.25

Como se puede observar, el contenido en proteína de la D6 es ligeramente más alto que el de la D7, aunque de manera general, el rango de proteína de todas las dietas (D1-D7) va desde 31.98 - 34.92 %, y el contenido de lípidos va desde 3.83 a 5.93 % (Tabla 30 y 44).

## BIOENSAYO.

### EVALUACION BIOLOGICA A LOS 20, 34 Y 48 DIAS.

Los resultados promedio de la evaluación biológica a los 20, 34 y 48 días, se muestran en las tablas 45, 46 y 47, respectivamente.

A los 20 días del bioensayo se presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en casi todos los parámetros biológicos evaluados (Tabla 45, figs. 42, 43, 44, 45 y 46), excepto en consumo de alimento y sobrevivencia ( $p > 0.05$ ). Se obtuvieron los mejores incrementos en peso en %, TCA (valores más bajos) y PER (valores más altos) con las dietas 4,5 y 7, y los peores valores para la D1.

Tabla 45.- Valores promedio de la evaluación biológica a los 20 días.

Parámetro	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	P Anova
*Peso Inicial (g)	23.49	23.71	23.04	23.13	23.55	23.85	23.05	0.9525
DS	3.52	4.14	4.18	3.32	3.68	4.1	3.96	
<sup>b</sup> Peso final (g)	26.05 a	26.93 ab	26.72 ab	28.52 b	28.37 ab	27.04 ab	29.11 b	0.0440
DS	3.87	4.33	4.82	4.45	3.97	4.66	5.53	
<sup>b</sup> Peso gan. (g)	2.56 a	3.22 ab	3.83 ab	5.39 ab	4.97 ab	3.19 ab	6.06 b	0.1238
DS	5.54	6.61	6.20	4.51	5.67	5.52	7.58	
*Peso gan. (%)	10.91 a	16.39 abc	16.06 abc	23.29 cd	20.65 bcd	13.40 ab	26.22 d	0.0064
DS	4.30	1.19	4.47	4.27	6.79	4.17	2.30	
*Consumo (g)	5.82 ab	7.21 b	5.39 ab	4.30 a	4.86 a	5.92 b	5.70 ab	0.0954
DS	0.49	1.37	0.76	1.25	0.78	0.65	1.56	
*TCA	2.59 b	1.87 ab	1.59 ab	0.80 a	1.05 a	1.94 b	1.02 a	0.0379
DS	1.28	0.44	0.74	0.21	0.24	0.45	0.18	
*Sobreviv. (%)	100 a	100 a	97.22 a	100 a	97.22 a	100 a	100 a	0.5638
DS	0.0	0.0	4.81	0.0	4.81	0.0	0.0	
*PER	1.44 a	1.73 a	2.16 ab	4.16 c	3.11 bc	1.72 a	3.33 bc	0.0020
DS	0.58	0.48	0.80	1.01	0.76	0.46	0.64	

D1=c/soya extruida, D2= c/coe 70s:30p, D3=c/coe 60s:40p, D4=c/coe 50s:50p, D5=c/pasta de soya y pescado crudo, D6=c/doble coe camarón:soya, D7=Dieta com. "As".

Se emplearon 3 replicados con 12 animales c/u.; <sup>a</sup>n=252 datos; <sup>b</sup>n=250 datos; \*n=21 casos.

Letras diferentes denotan diferencias significativas en  $p < 0.05$ .

A los 34 días del bioensayo no se encontraron diferencias significativas en la sobrevivencia ( $p>0.05$ ) (Tabla 46 y Fig. 45), pero sí en los demás parámetros biológicos evaluados ( $p<0.05$ ). Los mejores valores de ganancia en peso en %, TCA y PER fueron también para las dietas 4,5 y 7 (Tabla 46 y Figs. 42, 44y 46). El menor consumo de alimento fue para la D4 y el mayor consumo para la D2 (Fig. 43). En este caso, fueron las dietas 1 y 2 las que presentaron la TCA más alto y el PER más bajo.

Tabla 46.- Valores promedio de la evaluación biológica a los 34 días

Parámetro	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	P Anova
<sup>a</sup> Peso Inicial (g)	23.49 a	23.71 a	23.04 a	23.13 a	23.55 a	23.85 a	23.05 a	0.9525
DS	3.52	4.14	4.18	3.32	3.68	4.1	3.96	
<sup>a</sup> Peso final (g)	28.51 a	29.87 ab	30.20 ab	33.12	32.41	30.26 ab	33.96	0.0004
DS	4.12	4.62	6.54	5.67	4.94	5.60	7.73	
<sup>b</sup> Peso gan. (g)	5.11 a	6.16 ab	7.34 abcd	9.99 cd	9.01 bcd	6.41 abc	10.90 d	0.0052
DS	6.09	5.84	8.97	6.22	6.40	7.07	9.28	
<sup>*</sup> Peso gan. (%)	21.34 a	25.97 ab	31.12 bc	43.17 de	37.70 cd	26.92 ab	47.22 e	0.0000
DS	4.30	2.73	2.46	4.19	4.09	5.88	6.64	
<sup>*</sup> Consumo (g)	12.06 abc	15.24 c	10.69 ab	7.98 a	9.36 ab	12.27 bc	11.02 ab	0.0265
DS	1.38	3.29	1.20	1.89	1.86	1.49	3.06	
<sup>*</sup> TCA	2.44 d	2.45 d	1.49 b	0.79 a	1.05 a	1.95 c	0.99 a	0.0000
DS	0.29	0.30	0.09	0.15	0.10	0.24	0.11	
<sup>*</sup> Sobreviv. (%)	97.22 a	100 a	97.22 a	100 a	97.22 a	100 a	100 a	0.6781
DS	4.81	0.0	4.81	0.0	4.81	0.0	0.0	
<sup>*</sup> PER	1.34 a	1.28 a	2.05 b	4.12 d	3.03 c	1.67 ab	3.37 c	0.0000
DS	0.17	0.17	0.13	0.77	0.31	0.22	0.34	

D1=c/soya extruída, D2= c/coe 70s:30p, D3=c/coe 60s:40p, D4=c/coe 50s:50p, D5=c/pasta de soya y pescado crudo, D6=c/doble coe camarón:soya, D7=Dieta com. "As".

Se emplearon 3 replicados con 12 animales c/u.; <sup>a</sup>n=252 datos; <sup>b</sup>n=249 datos; <sup>\*</sup>n=21 casos.

Letras diferentes denotan diferencias significativas en  $p<0.05$ .

A los 48 días del bioensayo no fueron encontradas diferencias significativas ( $p>0.05$ ) en sobrevivencia (Tabla 47 y fig. 45), pero sí en los demás parámetros biológicos evaluados ( $p<0.05$ ). Los valores de ganancia en peso en %, TCA y PER siguieron la misma tendencia que en las 2 etapas anteriores del bioensayo, presentándose los mejores valores para las dietas 4,5 y 7 (Tabla 47 y fig. 42, 44 y 46). Los peces alimentados con las dietas 1 y 2 nuevamente presentaron la TCA más alta y el PER más bajo.

Tabla 47.- Valores promedio de la evaluación biológica a los 48 días.

Parámetro	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	P Anova
*Peso Inicial (g) DS	23.49 a 3.52	23.71 a 4.14	23.04 a 4.18	23.13 a 3.32	23.55 a 3.68	23.85 a 4.1	23.05 a 3.96	0.9525
<sup>b</sup> Peso final (g) DS	29.55 a 4.11	31.23 a 5.53	32.01 abc 7.11	34.50 bc 5.80	34.48 bc 6.18	31.37 ab 5.97	34.94 c 8.37	0.0012
<sup>a</sup> <sup>b</sup> Peso gan. (g) DS	6.15 a 5.62	7.67 ab 8.25	9.15 abc 9.47	11.37 bc 6.70	11.08 bc 7.38	7.52 ab 7.44	11.96 c 9.54	0.0102
*Peso gan. (%) DS	25.81 a 1.05	31.70 ab 2.56	38.94 bc 4.06	49.1 d 5.60	46.54 cd 4.01	31.59 ab 5.17	51.46 d 8.53	0.0001
*Consumo (g) DS	15.70 bc 1.42	20.03 c 3.64	14.64 ab 1.40	10.37 a 2.08	12.66 ab 2.23	16.12 bc 2.1	14.38 ab 4.26	0.0173
*TCA DS	2.60 d 0.29	2.68 d 0.51	1.63 b 0.01	0.90 a 0.08	1.15 a 0.12	2.15 c 0.19	1.19 a 0.13	0.0000
*Sobreviv. (%) DS	97.22 a 4.81	97.22 a 4.81	97.22 a 4.81	100 a 0.0	97.22 a 4.81	100 a 0.0	94.64 a 9.28	0.8559
*PER DS	1.26 a 0.15	1.19 a 0.25	1.86 b 0.01	3.55 d 0.32	2.76 c 0.31	1.50 ab 0.14	2.83 c 0.30	0.0000

D1=c/soya extruída, D2= c/coe 70s:30p, D3=c/coe 60s:40p, D4=c/coe 50s:50p, D5=c/pasta de soya y pescado crudo, D6=c/doble coe camarón:soya, D7=Dieta com. "As".

Se emplearon 3 replicados con 12 animales c/u.; <sup>a</sup>n=252 datos; <sup>b</sup>n=247 datos; \*n=21 casos.

Letras diferentes denotan diferencias significativas en  $p<0.05$

En cuanto al peso ganado en %, a los 20 días del bioensayo tendió a subir conforme a la inclusión de subproductos de pescado en los coextruídos (Tabla 45 y Fig. 42), de tal forma que la D4 (c/coe 50s:50p) presenta el valor más alto. La D5, que contiene pasta de soya y subproductos de pescado sin proceso, presenta un incremento en peso ligeramente inferior a la D4, debido tal vez, a que su inclusión de pescado en materia seca, es más bajo (5 %), comparado con la D4 (10 %) (Ver tabla 31). La D1 (con soya extruída) tuvo el menor incremento en peso de todas las dietas, muy similar a la dieta con doble coextruído camarón/soya; la dieta comercial (D7) fue la mejor, aunque no difiere significativamente de la D4 y D5.

A los 34 y 48 días se observa la misma tendencia anterior, salvo que la D6 es muy parecida a la D2, obteniendo el valor más alto para la dieta 7 (Fig. 42). De los 0-20 días se observó un incremento en peso de 20-26 % para las D4, D5 y D7 (que fueron los más altos), y de un 10-16 % para las demás dietas. Se observó un incremento en peso de los 20-34 días de alrededor del 20 % para D4, D5 y D7, y para el resto de las dietas fue de 10-15 %. Pero de los 34-48 días hubo apenas un 10 % o menos, ocasionado probablemente por descenso en la temperatura del agua.

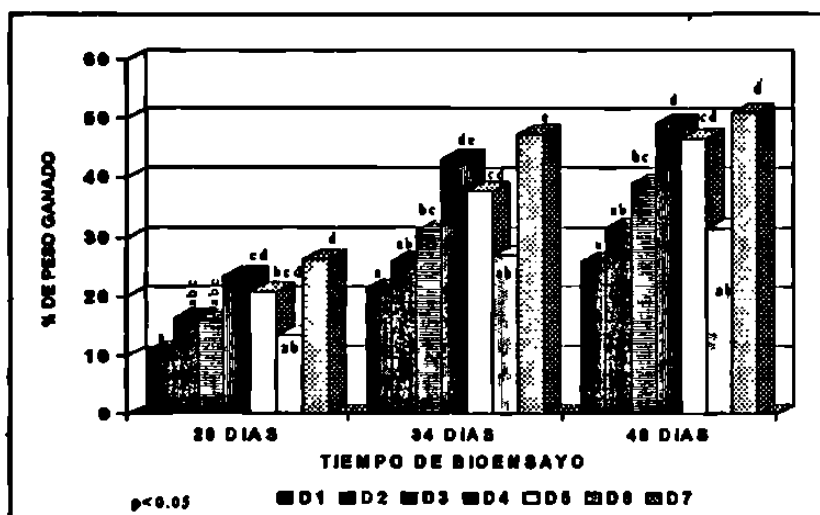


Fig. 42.- % ganado en peso a los 20, 34 y 48 días del bioensayo.

En lo que se refiere al consumo de alimento, a los 20 días no se presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), aunque se observa que el consumo disminuye en forma directa a la inclusión de subproductos de pescado en el coextruido (D2, D3 y D4) (Fig. 43), siendo al parecer más palatables la dieta D2.

A los 34 y 48 días se observa la misma tendencia con respecto a los coextruidos, resultando más palatable la D2, presentándose ya diferencias significativas en el consumo. El consumo de alimento también disminuyó en la 3a. etapa del bioensayo (de los 35-48 días), de la misma forma que el % ganado en peso, probablemente por el descenso de la temperatura.

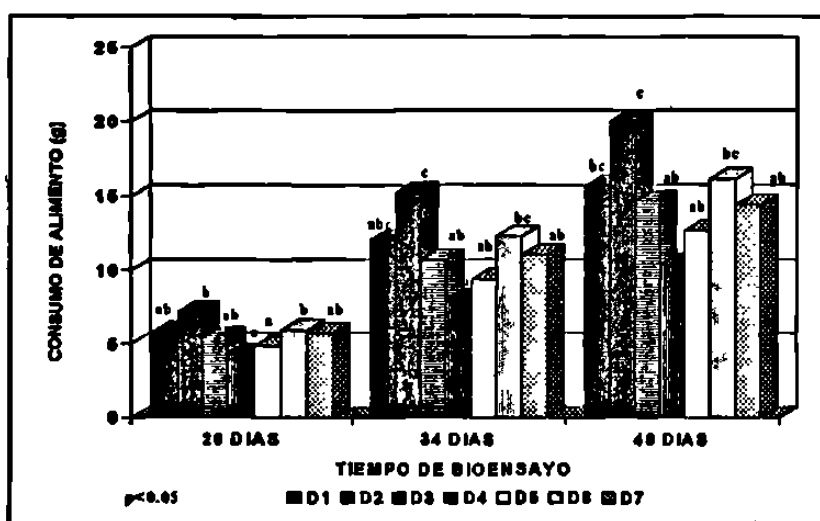


Fig. 43.- Consumo de alimento a los 20, 34 y 48 días del bioensayo.

En lo que se refiere a la TCA, a los 20 días baja en la medida que los coextruidos aumentan su inclusión de pescado (Tabla 45), presentando el valor más bajo la D4, aunque no difiere significativamente de de la D5 y D7, que presentan valores cercanos a la unidad. La TCA más alta fue para la dieta D1 (Fig.44).

A los 34 y 48 días (Tabla 46 y 47), se definen mejor las TCA, presentando los mejores valores (más bajos) las dietas D4, D5 y D7, que no difieren significativamente entre sí ( $p>0.05$ ). Las TCA más altas fueron obtenidas por las dietas D1 y D2 (Fig. 44).

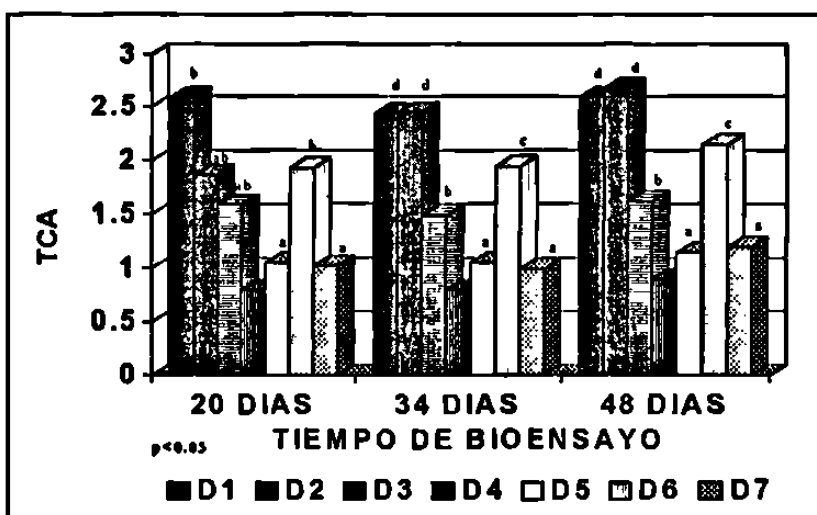


Fig. 44 .- Tasa de Conversión Alimenticia (TCA) a los 20, 34 y 48 días del bioensayo.

En cuanto a la sobrevivencia, no se presentaron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) en ninguno de los periodos del bioensayo (Fig. 45), obteniendo sobrevivencias superiores al 95 %.

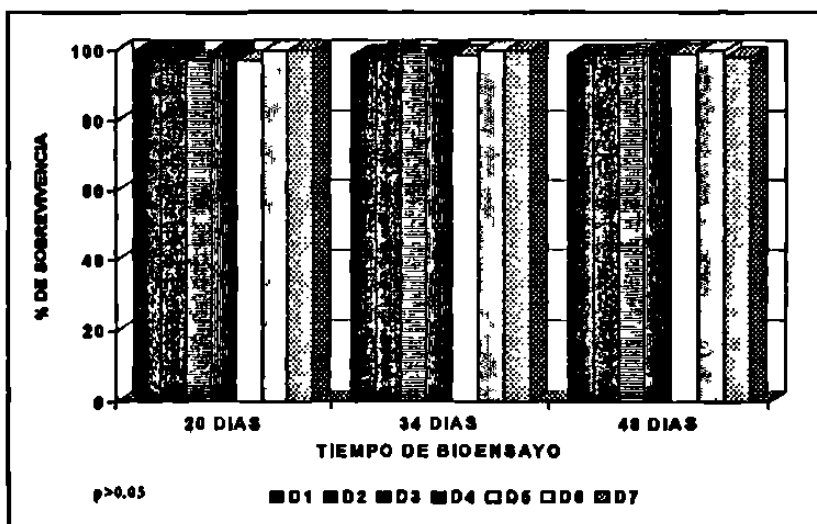


Fig. 45 .- Tasa de sobrevivencia a los 20, 34 y 48 días del bioensayo.

En cuanto al PER (tasa de eficiencia proteica), el cual está en función del peso ganado y el alimento consumido, a los 20 días del bioensayo tiene tendencia a aumentar conforme a la inclusión de subproductos de pescado en el coextruido (Tabla 45 y Fig. 46), presentando también el mayor valor la D4 (a mayor valor, mayor eficiencia proteica). La D5 presenta un valor un poco

inferior a la D4, pero superior a las dietas D1, D2 y D3 y D6, que no difieren significativamente entre sí ( $p < 0.05$ ). La D7 presenta un valor similar a la D5 ( $p > 0.05$ ) (Fig. 46).

A los 34 y 48 días del bioensayo, se presenta la misma tendencia (Tablas 46 y 47, Fig. 46), pero el PER tiende a bajar, debido a que los peces ganaron menos peso y consumieron menor cantidad de alimento. La D4 tiene el valor más alto dentro de las dietas con coextruidos, y es seguido por las dietas D5 y D7, ambas no difieren significativamente entre sí. La D2 presenta el valor más bajo, pero no difiere significativamente de las dietas D1 y D6.

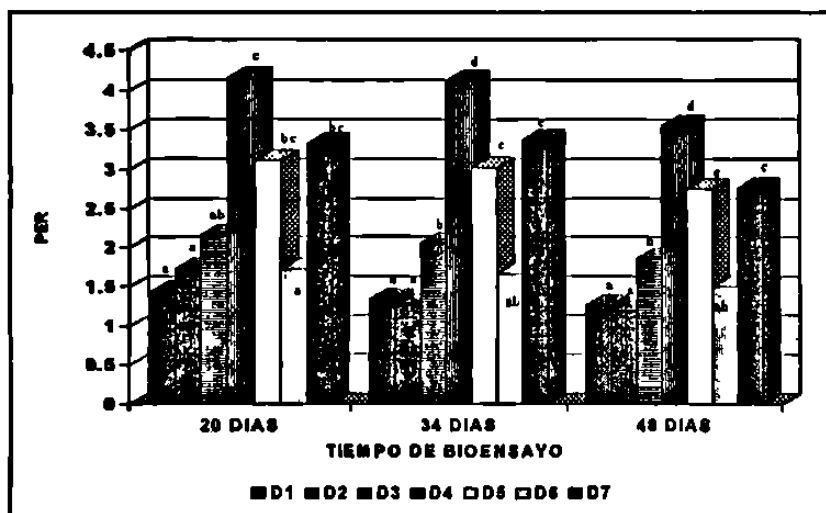


Fig. 46.- Tasa de Eficiencia Proteica (PER) a los 20, 34 y 48 días del bioensayo.

## COSTOS.

### COSTO TOTAL DE PROCESO/TON. DE COEXTRUIDO.

Al comparar el costo del coextruido sencillo y del coextruido doble de camarón/soya (Tabla 48) con los coextruidos soya/pescado (Tabla 22 y fig. 25), el precio del coextruido sencillo (32 c:68 s) es similar al del coextruido 70 s:30 p, pero el del doble coextruido es ligeramente superior a éste, sin embargo su costo es inferior a la soya extruída.

Tabla 48.- Costo total de proceso/Ton. de coextruido de camarón/soya.\*

Rubro	Coextruido sencillo	Doble coextruido
	32 c:68 c	32 c:68 [32 c:68 s]
	Costo \$	Costo
Ingrediente	1764.23	1870.52
Proceso	207.90	207.90
Subtotal (70.56 % M.S)	1972.13	2078.42
Costo final (90 % M.S.)	2515.47	2651.05

\*Ver Tablas 20, 21 y 22.

## COSTO TOTAL DE LA DIETA CON DOBLE COEXTRUIDO CAMARON/SOYA.

Al comparar el costo de esta dieta (Tabla 49) con las que tienen incluidos coextruidos soya/pescado (Tabla 39), el precio resulta ligeramente más alto pero mucho más barato que la dieta con soya extruída.

Tabla 49.- Costo total /ton. de la dieta para bagre (D6) con doble coextruído camarón/soya.

	Dieta 6
Rubro	Costo \$
Costo de fórmula/Kg	2.16
Costo de fórmula/Ton.	2164.67
Costo de proceso	212.14
Costo en 77.64 % M.S.	2376.81
Costo total/ton. en 90 % M.S.	2755.19

## COSTO \$ POR KG DE BAGRE PRODUCIDO CON DIETAS EXPERIMENTALES.

Como podemos observar en la Tabla 50 y fig. 47, de las dietas con coextruidos de soya y pescado, la mejor en TCA y costo por Kg de bagre producido es la D4, en relación a las D2 y D3. La dieta control, con soya extruída (D1) resulta ser la más cara para la producción, tanto como la D2, con el coextruído 70s:30p. La D5 (con pasta de soya y subproductos de pescado incluidos sin proceso) resultó tan eficiente como la D4 (con el coextruído 50s:50p). La dieta comercial (D7), resulta más cara que emplear la D4 y D5, pero puede compararse con la dieta con el coextruído 60s:40p. La dieta con el doble coextruído camarón/soya (D6) resultó demasiado cara como para considerarla en la producción de bagre, pero es mucho más barata que las dietas D1 y D2.

Tabla 50.- Costo/Kg de bagre producido con dietas experimentales.

Dietas	Costo dieta/Kg	TCA	Costo/Kg bagre prod.
D1	3.03	2.60	7.88
D2	2.65	2.68	7.10
D3	2.61	1.63	4.25
D4	2.53	0.90	2.28
D5	2.25	1.15	2.59
D6	2.75	2.15	5.91
D7	*3.40	1.19	4.05

\*Costo del mes de marzo de 1996.



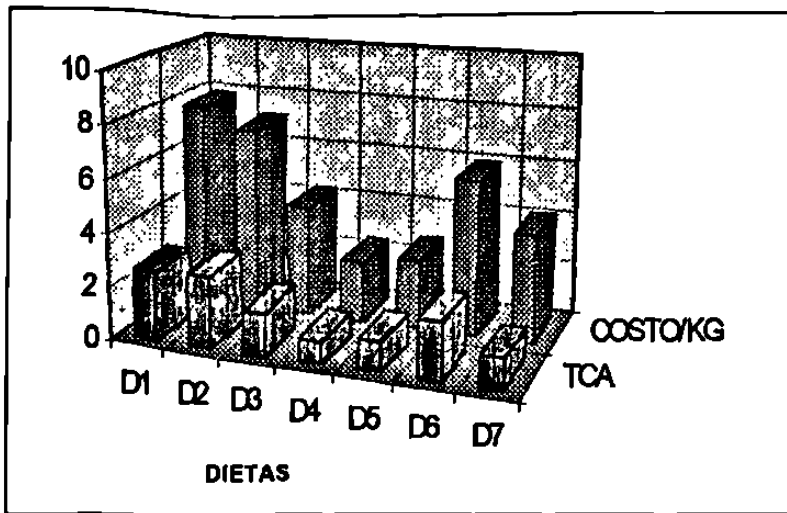


Fig. 47.- TCA y Costo/Kg de bagre producido con dietas experimentales.

## DISCUSIONES.

### EVALUACION BIOLOGICA.

Los resultados obtenidos en este trabajo se sugiere tomarlos como una investigación preliminar, ya que fueron obtenidos % de ganancia en peso bastante bajos en relación a los reportados en otros trabajos, y fue corrido a bajas temperaturas (22 °C), por lo que no se puede hacer una conclusión final (Wilson, 1996, com. per. y Robinson, 1996, com. per.), pero marcan la tendencia a seguir en la inclusión de coextruidos para posteriores investigaciones.

### % GANADO EN PESO.

En cuanto al % de peso ganado (incremento en peso), a los 48 días resultaron muy bajos, siendo las dietas D4, D5 y D7 las que presentan los valores más altos (49.1, 46.54 y 51.46 % resp.) y la D1 (con soya extruída) el valor más bajo (25.81 %). Estos valores no concuerdan con los obtenidos por Robinson et al (1985), quien al evaluar un coextruído con 70 % de soya (pasta de soya y soya integral, sin cáscara) con 30 % de desechos de bagre obtuvo un incremento en peso del 475.9 % al final de 9 semanas. Pero fue efectuado a 27-29 °C. Otros experimentos con ingredientes diferentes a éstos presentan incrementos en peso superior al 400 % en un periodo de 12 semanas a 28 °C (Webster et al, 1992) y de 10 semanas a 27-29 °C (Robinson, 1984); mayor al 300 % en un periodo de 9 semanas a 29 °C (Mohsen et al , 1990) y mayor a 800 % en 20 semanas sin especificar temperatura (Robinson et al, 1995) y varios más.

Lo anterior es evidencia del efecto de las bajas temperaturas del agua en la nutrición de bagre (Wilson, 1996, com. per. y Robinson, 1996, com. per.). Por lo tanto, el peso ganado está en función del alimento consumido, desde que la alimentación es afectada por la temperatura (Robinson, 1991; Li y Robinson, 1994; Robinson y Li, 1995). Los peces pequeños y grandes comen menos alimento en temperaturas de agua más frías (Robinson, 1991), por lo que el crecimiento decrece rápidamente a temperaturas inferiores a 21 °C o superiores a 32 °C, creciendo más rápido y convirtiendo el alimento más eficientemente entre 26-29 °C (Lovell, 1989; Steffens, 1989; Tucker, 1985; Aguilera y Zarza, 1986; Tucker y Robinson, 1990; Wilson, 1996, com. per. y Robinson, 1996, com. per.), por lo que además de controlar todos los aspectos del metabolismo de bagre (Tucker y Robinson, *op. cit.*; Steffens, *op. cit.*), es también un factor primario que afecta la factibilidad económica en su cultivo (Tucker y Robinson, *op. cit.*).

### CONSUMO DE ALIMENTO.

El consumo de alimento fue mayor para las dietas que tuvieron la mayor inclusión de pasta de soya (extruída y en forma de coextruído, lo que puede estar relacionado con su palatabilidad ( Lovell, 1991; Li y Robinson, 1994; Treviño y Celis, 1994).

## TASA DE CONVERSION ALIMENTICIA (TCA).

La TCA decreció en la misma razón que el consumo de alimento, obteniendo las TCA más altas para la D1 (con soya extruída), D2 (con coe 70 s:30 p) y D6 (con doble coextruído soya/cam.), y las más bajas (las mejores) para las D4 (con coe 50s:50 p), D5 (con pasta de soya y subprod. de carpa herb.) y D7 (dieta comercial). La TCA obtenida para la D2 (2.68) no coincide con los resultados obtenidos por Robinson et al (1985), quien obtuvo una TCA de 1.37 para un coextruído similar con 70 % de soya (p. de soya y soya integral sin cáscara) y 30 % de desechos de bagre, pero efectuado en condiciones controladas, a 27-29 °C.

Esto pudo ser debido (además de la temperatura del agua) al efecto del proceso de extrusión sobre el coextruído, que destruyó algunos nutrientes esenciales de la soya que son menos disponibles (Dominy and Lim, 1991), observándose el mismo comportamiento en la dieta con soya extruída, lo que sugiere que el proceso adicional puede ser detrimental para la pasta de soya (Dominy and Lim, *op. cit.*), ya que reduce la disponibilidad de algunos aminoácidos esenciales, especialmente lisina (que puede destruirse por cocimiento excesivo), arginina y triptofano (Parsons, 1992; Vohra y Kratzer, 1991), marcando tendencias a decrecer la respuesta animal y el valor nutricional (Dominy y Lim, 1991). Este efecto puede observarse también en la D6 (con doble coextruído soya /camarón), debido que es extruída 3 veces hasta la elaboración de la dieta.

Robinson *et al* (1985) no encontraron diferencias significativas en dietas para bagre conteniendo una inclusión del 56.9 % de coextruído 70s:30p en comparación a una dieta que contenía este coextruído y harina de bagre, presentando la TCA más baja y la mejor ganancia en peso. Dominy and Lim (1991) evaluaron en camarón blanco *Penaeus vannamei* dietas conteniendo soya extruída y sin extruir con harina de calamar y coextruídos soya/calamar, encontrando que la TCA de la dieta con soya extruída no variaba significativamente de la dieta con pasta de soya o con uno de los coextruídos.

Lo anterior puede hacer suponer que la temperatura del agua probablemente no le permitió al bagre desarrollarse adecuadamente con este tipo de dietas, o que realmente hubo daño nutricional en el ingrediente por efecto del proceso.

Por otro lado, en la medida que se incrementa la adición de subproductos de pescado en el coextruído de la dieta, la TCA tiende a ser más eficiente (más baja) obteniendo el mejor valor para la dieta 4 (con coe 50s:50p), aunque no difiere significativamente de la dieta con subproductos de pescado/pasta de soya sin proceso (D5) y la dieta comercial(D7). El incremento en peso y la mejora en TCA con el incremento de subproductos de pescado en la dieta, pudo haber sido causado por una mejora en el perfil de aminoácidos esenciales en la dieta (Mohsen et al, 1990), tales como lisina y/o energía (Robinson et al, 1985), aminoácidos sulfurados (Andrew and Page, 1974, citado por Mohsen, 1990). Esta favorable respuesta también pudo estar relacionada a un incremento en la disponibilidad de energía, un incremento en energía digestible, debido al tratamiento por calor durante la extrusión (Robinson et al, 1985), lo que indica el mejoramiento de la proteína vegetal cuando es extruída con subproductos de pescado (Dominy y Lim, 1991).

Por otro lado, la baja TCA en la dieta con subproductos de pescado y pasta de soya sin proceso (D5), indica que puede ser tan efectiva como cuando se incrementa la inclusión de subproductos de pescado como en la D4 (aproximadamente 10 % de pescado base seca) (Mohsen et al, 1990), ya que se compensa el daño por extrusión con el nivel de inclusión, y que ambas son tan buenas como la dieta comercial (D7).

### TASA DE EFICIENCIA PROTEICA (PER)

El PER sigue la misma tendencia que la TCA, aunque es influenciada por el nivel de proteína dietaria suministrada, y los efectos varían entre especies (Dabrowsky, 1979 y Millikin, 1982, citados por Robinson, et al (1985).

Los valores observados en las dietas con coextruidos muestran que tienden a mejorar con la inclusión de subproductos de pescado, aún cuando éstos se incluyen con pasta de soya sin proceso, lo que puede estar relacionado a un incremento en disponibilidad de aminoácidos, p.ej., aminoácidos disponibles para absorción debido al mejoramiento de la digestibilidad de la proteína de los productos extruidos (Robinson et al (*op. cit.*).

Aunque los valores de las dietas con soya extruída y coe 70 s:30 p no concuerdan con los obtenidos por Robinson et al (*op. cit.*), quien, aunque alimentó con dietas bajas en proteína, resultan tan eficientes como la dieta con harina de pescado. Como se mencionó anteriormente, esto puede estar relacionado al daño nutricional por efecto del proceso de extrusión, destruyendo nutrientes esenciales que son menos disponibles (Dominy y Lim, 1991), especialmente lisina, arginina y triptofano (Vohra y Kratzer, 1991; Parsons, 1992). Este mismo efecto puede verse en la D6, donde considerando todo el proceso de elaboración hasta las dietas, es procesada 3 veces, por lo que es muy factible el severo daño producido a la soya.

Por otro lado, se observa que la dieta comercial (D7) es tan eficiente como la D5, pero resulta menos eficiente si se compara a la dieta con el coe 50 s:50 p (D4), lo que respalda el valor proteínico del coextruido.

### COSTO POR KG DE BAGRE PRODUCIDO CON DIETAS EXPERIMENTALES.

Dentro de la factibilidad económica de las dietas experimentales, se mostró que con la D4 se obtiene el costo más bajo por Kg de bagre producido, seguido por la D5, cuyo costo es muy similar. La dieta comercial (D7) aún cuando presenta una TCA equiparable a las 2 dietas anteriores (D4 y D5), su costo comercial y costo por kg de bagre producido es un poco más alto, aunque muestra que puede ser equivalente en calidad y precio a la D3 (con coe 60s:40p)/

Las dietas con la mayor inclusión de pasta de soya (D1 y D2) y la del doble coextruido (D6). por su alto costo/Kg de bagre producido, resultan bastante caras como para considerarlas dentro de la producción de alimentos acuícolas, si es comparado a la dieta comercial (D7), y además presentaron calidad nutricional más baja.

## CONCLUSIONES.

□ Para la obtención de resultados favorables en los parámetros biológicos y la aplicación de recomendaciones nutricionales, se requiere efectuar el bioensayo en bagre a temperaturas de entre 28-30 °C.

□ Aunque los resultados del presente trabajo deben tomarse con mucha reserva, se presentan las siguientes tendencias nutricionales:

☛ Al parecer el proceso de extrusión daña nutricionalmente la pasta de soya extruída a altas temperaturas, principalmente por el doble o triple proceso (doble coextruído soya/camarón), probablemente por destrucción de aminoácidos esenciales como lisina, arginina y triptofano.

☛ Aunque existen trabajos que mencionan que la pasta de soya extruída no causa efectos detrimentales en crecimiento y TCA, esto estará en función de las condiciones en que se efectúe la evaluación nutricional, como fórmula alimenticia, edad, talla y estado fisiológico del pez, calidad y temperatura del agua, infraestructura para evaluación, etc.

☛ El aumento en inclusión de subproductos de pescado en el coextruído de la dieta mejora la TCA y PER, probablemente por el incremento en disponibilidad de aminoácidos esenciales, mejoramiento de la digestibilidad de la proteína y el incremento en energía digestible.

☛ Es factible económicamente el empleo de coextruídos con mayor inclusión de subproductos de pescado en dietas para bagre, porque disminuye el costo por Kg de bagre producido, lo que redundará en un alto beneficio económico para el productor, aunque su empleo sólo se justificará si existe una alta producción de subproductos de pescado .

## CONCLUSION GENERAL.

✓ La extrusión es con mucho un arte, y aunque hay muchos científicos investigadores trabajando en la naturaleza altamente técnica de la extrusión, y aunque la planta llegue a tener un proceso más controlado, la calidad del producto está en manos del operador.

✓ La coextrusión de un subproducto de fileteado de carpa herbívora con pasta de soya fue factible técnicamente, en un extrusor Insta-Pro 600, hasta la inclusión de 50 % del subproducto húmedo, obteniendo un producto con 32 % de humedad final.

✓ Con un subproducto cotizado en un precio de 20 % de la pasta de soya, el ahorro en el costo de materia prima permite compensar el costo del proceso sin contar el secado final, y obtener el coextruido húmedo al mismo precio que la pasta de soya. Para conocer el costo del producto estabilizado, será necesario estimar el costo de secado para pasar de 32 % a 6 % de humedad en el producto final.

✓ La incorporación de 45 % de coextruido seco en una mezcla para obtener un alimento balanceado extruido flotante requiere la rehidratación de la mezcla hasta alcanzar una humedad de 22 %, y la inyección de agua suplementaria en el barril del extrusor, dando un porcentaje de humedad de 24 % a la salida del extrusor. Sin contar el costo del secado del alimento extruido, se llega a un costo de \$2534.00 /ton, para el alimento con coextruido 50 s: 50 p, ligeramente superior al de un alimento con una inclusión del 18 % del subproducto húmedo (\$2250.00/ton.), pero inferior al de un alimento balanceado comercial ( \$ 3400.00/ton.).

✓ La prueba en estanques de estas dietas, aunque realizada a temperaturas demasiado bajas (18-25 °C) permitió demostrar una ventaja nutricional muy significativa de la dieta 4 (con 45 % de coextruido 50s:50 p) y D5 (con 18 % de subproducto húmedo) sobre las otras dietas con menor inclusión de subproductos, dando resultados zootécnicos similares a la dieta comercial, pero a un costo mucho inferior en alimento/Kg de bagre producido.

## BIBLIOGRAFIA.

- Acosta H M.,** 1990. Extrusión de Alimentos Enriquecidos con Soya. Memorias del Seminario-Taller organizado por Asociación Latinoamericana de Extrusión de Alimentos Enriquecidos con Soya y Asociación Americana de Soya (ASA). Ago., 1990, Chihuahua, Chih., Méx. 162 pp.
- Aguilera H., P. y E. Zarza M.** 1986. El bagre y su Cultivo. Publicación de Secretaría de Pesca. FONDEPESCA. Edit. Litográfica. México. S.A., México, D.F.47 pp.
- Akiyama, D.M.** 1991. Future considerations for the aquaculture feed industry. Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. Akiyama, D.M. and R.K.M. Tan (Editors). September 19-25 1991. Thailand and Indonesia. ASA/Singapore. pp 5-9.
- Akiyama, D.M.** 1991. The Use of Soy Products and Other Plant Protein Supplements in Aquaculture Feeds. Review in . Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. Akiyama, D.M. and R.K.M. Tan (Editors). September 19-25 1991. Thailand and Indonesia. ASA/Singapore. pp 199-206.
- Badui D., S.**1993. Química de los Alimentos. Tercera Edición. Edit. Alhambra Mexicana, S.A. de C.V. 648 pp.
- Bardach, J.E., J.H. Ryther and W.O. McLarney.** 1972. Aquaculture. Wiley-Interscience. pp 159-205.
- Bigliani, J.R.** 1993. El Proceso de Peletización en la Producción de Alimentos para Acuicultura. Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura. Cruz, E., D. Ricque y R. Mendoza (Eds). 22-24 de Febrero, 1993. FCB/UANL. Monterrey, N.L., México. pp 393-414.
- Botting, Ch. C.** 1991. Extrusion Technology in Aquaculture Feed Processing. Review in . Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. Akiyama, D.M. and R.K.M. Tan (Editors). September 19-25 1991. Thailand and Indonesia. ASA/Singapore. pp 116-120.
- Carver, L.A., D.M. Akiyama and W.G. Dominy,** 1989. Processing of Wet Shrimp Head and Squid Viscera with Soy Meal by a Dry Extrusion Process. ASA Technical Bulletin. Vol. 3 AQ 1689-4.
- Chávez, M.C.**1993. El Estado Actual de la Acuicultura en México y Perfiles de Nutrición y Alimentación. Revisado en : La Nutrición y Alimentación en la Acuicultura de América

Latina y el Caribe. Programa Cooperativo Gubernamental. Documento de campo No. 9. Proyecto Aquila II GCP/RLA/102/ITA. México.pp 109-176.

**Cho, C.Y. and S.J. Slinger.** 1979. Apparent digestibility Measurement in Feedstuffs for Rainbow Trout. From Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology. Hamburg 20-23 June, 1978. Vol. II Berlin 1979. pp 239-247.

**Choudhury, G.S.** 1995. Application of Extrusion Technology to Process Fish Muscle. Review in: Nutrition and Utilization Technology in Aquaculture. Lim, Ch. and D.J. Sessa (Editors). AOCS Press. Champaign, Illinois, U.S.A. pp 233-245.

**Cluet, D.** 1990. Extrusion Technology for Aquaculture. Advances in Manufacture of Aquatic Feeds by Low Cost Extrusion. The necessity for technology transfer from the advanced user to the new user. Presented at the World Aquaculture Society, Annual Meeting, Halifax, Canada, 10-14<sup>th</sup> June, 1990. 17 pp.

**Cruz S., E.** 1993. Introducción: Extrusores y Principios de Extrusión. Memorias del Curso Teórico-práctico sobre Extrusión y sus Aplicaciones en Nutrición Animal. Cruz, E., D. Ricque y R. Mendoza (Eds.). 12-13 de Agosto de 1993. FCB/UANL. Monterrey, N.L.Mex. 22 pp.

**Dale, N.** 1992. Solubilidad de la proteína: indicador del procesado de la harina (pasta) de soya. ASA/MEXICO A.N. No. 89, Mayo 1992. 12 pp

**Das, H.K., M.T. Hattula, O.M.M. Myllymaki and Y. Malkki.** 1993. Effects of Formulation and Processing Variables on Dry Fish Pellets Containing Fish Waste. Journal Sciences Food Agriculture. 1993. 61: 181-187.

**Davis, D.A. and D.M. Gatlin III.** 1991. Dietary Mineral Requirements of Fish and Shrimp. Review in Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. Akiyama, D.M. and R.K.H. Tan (Editors). September 19-25 1991. Thailand and Indonesia. ASA/Singapore. pp 49-67.

**Dievet** (sin año). Wet By-products Extrusion. Inotec International, Groupe Dievet . 4 pp (Panfleto Publicitario).

**Dominy, W.G. and C. Lim.** 1991. Evaluation of Soybean Meal Extruded with Wet Squid Viscera as a Source of Protein in Shrimp Feeds. Review in Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. Akiyama, D.M. and R.K.H. Tan (Editors). September 19-25 1991. Thailand and Indonesia. ASA/Singapore. pp 116-120.

**Dupree, H.K. and J.V. Huner.** 1984. Nutrition, Feeds and Feeding Practices. Review in: Third Report to the Fish Farmers. U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service. pp 141-157.



- Fellows, P.**1994. Extrusion. Revisado en Tecnología del Proceso de los Alimentos: Principio y Prácticas. Fellows (Editor). Editorial Acribia, S.A. España. pp 274-284.
- Gomes, E.F., G. Corraze and S. Kaushik.** 1993. Effects of Dietary Incorporation of a Co-extruded Plant Protein (rapeseed and peas) on Growth, Nutrient Utilization and Muscle Fatty Acid Composition of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 113:339-353.
- Haard, N.F.**1995. Digestibility and in Vitro Evaluation of Plant Protein for Salmonid Fed. Review in: Nutrition and utilization Technology in Aquaculture. Lim. Ch. and D.J. Sessa (Editors). AOCS Press. Champaign, Illinois. pp 199-219.
- Halver, J.E.,** 1989. Fish Nutrition. Second edition. Academic Press. Seattle, Washington. U.S.A. 798 pp.
- Harper. J. M.** 1981. Textured Plant Protein. Cap. 13.Review in Extrusion of Foods. Volume II. Edit. CRC Press Inc., Florida. pp 89-112.
- Harper. J. M.** 1989. Food Extruders and their Applications. Submitted as a chapter I in Extrusion Cooking. Mercier, C., P. Linko and J.M. Harper (Eds.). American Association of Cereal Chemist, Inc., St. Paul Minnesota, USA.pp 1-16.
- Hauck, B.W. and G.R. Huber.** 1989. Single Screw vs Twin Screw Extrusion. *Cereal World*. November 1989. Vol. 34 No. 11. pp 929-939.
- Helrich,K.** 1990, Official Methods of Analysis. 15 th edition. Asociation of Official Analytical Chemist, Inc. Arlington, Virginia, U.S.A. 1360 pp
- Henken, A.M., D. Kleingeld and P. Tijssen .**1985. The Effect of Feeding Level on Apparent Digestility of Dietary Dry Matter, Crude Protein and Gross Energy in the African Catfish *Clarias gariepinus*. *Aquaculture* 51:1-11.
- Hepher, B,** 1993. Nutrición de Peces Comerciales en Estanques (trad.)Ed. LIMUSA, 1a. Edición. México. pp 64-79.
- Kanazawa, A.** 1986. New Developmens in Fish Nutrition. Review in The Firs Asian Fisheries Forum. J.L. Maclean, L.B. Dizon and L.V. Hosillos (Eds.).Asian Fisheries Society. Manila, Philippines, Philippines. pp 9-14.
- Kearns, J.P.** (sin año). Advantages of Extrusion Cooking and Comparisons with the Pelleting Process for Aquatic Feeds. Wenger International Inc. Kansas City, Missouri, USA.
- Kearns, J.P.** 1991. Extrusion of Aquatic Feeds. Review in Advances in Food Technology. pp 40-57.

- Kearns, J.P.** 1993. Método Wenger para la Extrusión de Alimentos Acuícolas. Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura. Cruz, E., D. Ricque y R. Mendoza (Eds). 22-24 de Febrero, 1993. FCB/UANL. Monterrey, N.L., México. pp 431-464.
- Kearns, J.P.** 1994. Extrusion de Proteínas Texturizadas. Revisado en : SOYANOTICIAS Abr-Jun. 94. pp 1-12
- Kiang, M.J.** 1993. La Extrusión como Herramienta para Mejorar el Valor Nutritivo de los Alimentos. Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura. Cruz, E., D. Ricque y R. Mendoza (Eds). 22-24 de Febrero, 1993. FCB/UANL. Monterrey, N.L. México. PP 415-429.
- Kiang, M.J.** 1994. Secondary Resources Reciclyng for Aquatic Feeds by Dry Extrusion Process. Memorias del 2o. Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Mendoza, R.,D. Ricque y E.Cruz (Eds.). 7-9 noviembre de 1994. FCB/UANL. Monterrey, N.L., México.
- Kollengode A.N., A.S. Sokhey and M.A. Hanna.** 1996. Physical and Molecular Properties of Re-extruded Starches as Affected by Extruder Screw Configuration. Journal of food Sciense, Vol. 61 No. 3, pp 596-599, 603.
- Licciardello, J.J.**1990. Freezing. Submitted as Chapter 13 in The Seafood Industry. Martin, R.E. and G.J. Flick (Editors). Van Nostrand Reinhold. USA. pp 205-218.
- Lim, C. and D.M. Akiyama.** 1991. Full fat soybean meal utilization by fish. Review in Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Worshop. Akiyama, D.M. and R.K.H. Tan (Eds). September 19-25 1991. Thailand and Indonesia. ASA/Singapore. pp. 188-198.
- Li, M.H. and E.H. Robinson.** 1993. A Review:Practical use and Nutritional value of cottonseed meal for catfish. MAFES Technical Bulletin 191. September 1993. pp 1-6.
- Li, M.H. and E.H. Robinson.** 1994. Catfish feed manufacture. MAFES Bulletin 1012. june 1994. pp 1-14.
- Lovell, R.T.** 1989. Diet and Fish Hundsbandry. Submitted as a chapter in Fish Nutrition. Halver, J.E. (Editor). Second Edition. Academic Press, Seatle, Washingtonp, USA. pp. 550-605.
- Lovell, R.T.** 1991. Use of Soybean Products in Diets for Aquaculture Species: Revised. Review in Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Worshop. Akiyama, D.M. and R.K.H. Tan (Eds). September 19-25 1991. Thailand and Indonesia. ASA/Singapore. pp 173-187.

- Lovell, R.T.** 1992. Replacing Fish Meal in Channel Catfish diets. Review in Proceedings of the Aquaculture Nutrition Workshop. Salamander bay. NSW Fisheries, Brackfish Water Fish Culture Research Station, Salamander Bay, Australia. pp 118-121.
- Marilis-Lezcano, M., O. Valdéz y P. Serrano.** 1995. Composición de la Fracción Lipídica, Minerales, Vitaminas y Calidad Proteica de la Carpa Plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) Cultivada en Cuba. Abstract. Libro de Resúmenes del 46o Congreso Anual del P.F.T., 5-8 Febrero, 1995. Mazatlán, Sin., Méx.
- Mendoza A., R.** 1993. Utilización de Fuentes de Proteína no Convencionales y Reciclamiento de Subproductos para Acuicultura. Memorias del Curso Teórico-práctico sobre Extrusión y sus Aplicaciones en Nutrición Animal. Cruz, E., D. Ricque y R. Mendoza (Eds.). 12-13 de Agosto de 1993. FCB/UANL. Monterrey, N.L.Mex. 29 pp.
- Miller, R.C.** 1994. Unit Operations of Extrusion Processing. Memorias del curso sobre extrusión en Guatemala en Sept., 1994. Consulting Engineer. Box 413, Auburn, N.Y. (This material was originally presented at the American Assoc. of Cereal Chemist Short Course on Food Extrusion).
- Miller, R.C.** 1994. Finished Product Characteristics. . Memorias del curso sobre extrusión en Guatemala en Sept., 1994. Consulting Engineer. Box 413, Auburn, N.Y. (This material was originally presented at the American Assoc. of Cereal Chemist Short Course on Food Extrusion).
- Miller, R.C., P.E.** 1996. Costo del Proceso de Extrusión : Inversión y Operación. Revisado en : SOYANOTICIAS Ene-Mar. '96. 3 pp.
- Mohsen, A.A. and R.T. Lovell.** 1990. Partial Substitution of Soybean Meal with Animal Protein Sources in Diets for Channel Catfish. Aquaculture 90: 303-311.
- National Research Council.** 1983. Nutritional Requirements of Domestic Animals. Nutrient requirements of warmwater fishes. National Academy of Sciences. Washington, D.C.
- Neubacher, H.** 1995. Catfish Heading into Europe. Review in: SEAFOOD INTERNATIONAL. February 1995. pp 24-27.
- Olvera-Novoa, M.A., S. Campos, M. Sabido and C.A. Martínez.** 1990. The Use of Alfalfa Leaf Protein Concentrates as a Protein Source in Diets for Tilapia (*Oreochromis mossambicus*). Aquaculture 90:291-302.
- Olvera, M.A., C.A. Martínez, E. Real.** 1993. Manual de Técnicas para Laboratorio de Nutrición de Peces y Crustáceos. Programa Cooperativo Gubernamental. Documento de Campo No. 7. Proyecto Aquila II GCP/RLA/102/ITA. México. pp 58-60.

- Park, J., K.S. Rhee, B.K. Kim and K.C. Rhee.** 1993. High-Protein Texturized Products of Defatted Soy Flour, Corn Starch and Beef: Shelf-Life, Physical and Sensory Properties. *Journal of Food Science*-Volume 58, No. 1. 1993.
- Parsons, C.M.** 1991. Amino Acid Digestibilities for Poultry: Feedstuff Evaluation and Requirements. Produced and copyrighted by Nutri-Quest, Inc. 1991.
- Parsons, C.M.** 1992. Procesamiento Optimo de la Pasta de Soya Destinada al Consumo Animal. ASA/MEXICO A.N. No. 116. Septiembre 1992. 9 pp.
- Pelcastre V., A.L. Melo D.A., E. Cruz, D. Ricque.** 1995. Reciclamiento de Subproductos Acuicolas para Alimento de Bagre por el Proceso de Extrusión en Seco. Abstract. Libro de Resúmenes del 46o Congreso Anual del P.F.T., 5-8 Febrero, 1995. Mazatlán, Sin., Méx
- Perkin Elmer Corp.** 1986. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrometry. The Perkin Elmer Corporation. Norwalk, C.V.U.S.A. pp Ay 1-2, 6N-2.
- Pillay, T.V.R.** 1990. Aquaculture. Principles and Practices. Fishing news (Books). Review in: Catfish Culture. *Aqua Farm News* Vol. XI (No. 6) 1993. pp 4.
- Quintero R., A.** 1993. Aplicaciones y Tendencias de la Tecnología de Extrusión-Cocción. Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura. Cruz, E., D. Ricque y R. Mendoza (Eds). 22-24 de Febrero, 1993. FCB/UANL. Monterrey, N.L. México. pp 465-477.
- Robinson, E.H., J.K. Miller, V.M. Vergara and G.A. Durchame.** 1985. Evaluation of Dry Extrusion-cooked Protein Mixes as Replacements for Soybean Meal and Fish Meal in Catfish Diets. *Prog. Fish Culture* 47(2):102-109.
- Robinson, E.H.** 1989. Channel Catfish Nutrition. Review in *Aquatic Sciences*. 1:365-391.
- Robinson, E.H.** 1991. A Practical Guide to Nutrition, Feeds and Feeding of Catfish. MAFES Bulletin 979, Octubre 1991. pp 1-18.
- Robinson, E.H. and M.H. Li.** 1993. Protein Quantity and Quality of Catfish Feeds. MAFES Technical Bulletin 189. August 1993. pp 1-10.
- Robinson, E.H. and M.H. Li.** 1994. Use of Plant Proteins in Catfish Feeds: Replacement of Fish Meal with Soybean Meal and Cottonseed Meal. *Journal of the World Aquaculture Society*. 25: 271-276.
- Robinson, E.H., C.R. Weirich and M.H. Li.** 1994. Feeding Catfish. MAFES Bulletin 1019. October 1994. pp 1-9.

- Robinson, E.H., L.S. Jackson, M.H. Li, S.K. Kingsbury and C.S. Tucker.** 1995. Effect of Time of Feeding on Growth of Channel Catfish. *Journal of the World Aquaculture Society* Vol. 26 No. 3 September, 1995. pp 320-322.
- Robinson, E.H. and M.H. Li.** 1995. Catfish Nutrition Part I : Nutrients and Feeds. Review in *Aquaculture Magazine* May/June 1995, Vol. 21, Number 3. pp 44-53.
- Robinson, E.H. and M.H. Li.** 1995. Catfish Nutrition Part II : Feeding. Review in *Aquaculture Magazine* July/August 1995. Vol. 21 Number 4. pp 28-40.
- Robinson, E.H. and M.H. Li.** 1995. Catfish Nutrition Part III : Feed Manufacture. Review in *Aquaculture Magazine* September/October 1995. Vol. 21 Number 5. pp 57-64.
- Rokey, G. and G. Huber** (sin año). Extrusion Processing of Aquatic Feeds. Sin referencia.
- Said, N.W.** 1992. Feed Extrusion. Triple "F", Inc. Des Moines, Iowa.
- Sikorski, Z.E.** (sin año). Structure and Proteins of Fish and Shellfish. Part 2.
- Smith, R.R.** 1979. Methods for Determination of Digestibility and Metabolizable Energy of Feedstuffs for Finfish. From Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology. Hamburg 20-23 June 1978. Vol. II Berlin. pp 453-459.
- Stanley, D.W.** 1989. Protein Reactions During Extrusion Cooking. Submitted as Chapter 10 in *Extrusion Cooking*. Mercier, C., P. Linko and J.M. Harper (Eds). American Association of Cereal Chemists, Inc. St Paul, Minnesota, USA. pp 321-342.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie.** 1992. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 2a. Edición (1a. en español). Mc Graw Hill. México. pp 132-185.
- Stephens, W.** 1989. *Principles of Fish Nutrition*. Ellis Horwood Limited. Great Britain. 384 pp.
- Stephens, D.K., P.E., C.S.P.,** 1994. Reclamation of Aquaculture By-products Utilizing the D'Hydrotec Biological Waste Processing System. *Memorias del Segundo Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*. Mendoza, R., D. Ricque y E. Cruz (Eds.). 7-9 de Noviembre de 1994. Monterrey, N.L., México.
- Tacon, A.G.J.** 1989. *Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones Cultivados*. Manual de Capacitación. Programa Cooperativo Gubernamental. Documento de Campo No. 4. Proyecto Aquila IIGCP/RLA/102 ITA. Brasil. 572 pp.
- Tan, J., X. Gao and F. Hsieh.** 1994. Extrudate Characterization by image Processing. *Journal of Food Science*. Volume 59, No. 6, 1994. pp 1247-1250.

- Treviño, L. M. y A. Celis.** 1994. Uso de Soya en Acuicultura. Memorias del 2o. Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Mendoza, R., D. Ricque y E. Cruz (Eds.). 7-9 noviembre de 1994. FCB/UANL. Monterrey, N.L., México. 17 pp. Tucker, C.S
- Tucker, C.S.** 1985. Channel Catfish Culture. Elsevier Science Publishers. Netherlands. 657 pp.
- Tucker, C.S. and E.H. Robinson.** 1990. Channel Catfish Farming Handbook. Van Nostrand Reinhold. USA. 454 pp.
- Vohra, P. and F.H. Kratzer.** 1991. Evaluation of Soybean Meal Determines Adequacy of Heat Treatment. Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. Akiyama, D.M. and R.K.H. Tan (Eds). September 19-25, 1991. Thailand and Indonesia. ASA/Singapore. pp 116-120.
- Webster, C.D., L.G. Tiu and J.H. Tidwell.** 1994. Effect of Totally Replacing Fish Meal with Soybean Meal and Supplemental Methionine on Growth of Blue Catfish (*Ictalurus furcatus*). Book of abstracts. Aquaculture '94. January 14-18, 1994. New Orleans, Louisiana, U.S.A.. pp 185. Edited by the World Aquaculture Society, Baton Rouge, U.S.A.. 368 pp.
- Webster, C.D. J.H. Tidwell, L.S. Goodgame, D.H. Yancey, L. Mackey.** 1992. Use of Soybean Meal and Distillers Grains with Solubles as Partial or Total Replacement of Fish Meal in Diets for Channel Catfish, *Ictalurus punctatus*. Aquaculture, 106:301-309.
- Wilson, R.P. and W.E. Poe.** 1986. Resultados Obtenidos en la Alimentación de Pececillos Bagre de Canal al Utilizar Pasta de Soya con Diferentes Actividades Inhibidoras que Afectan su Crecimiento. ASA/México. A.N. No. 45. 5 pp.
- Wilson, R.P.** 1991. Channel Catfish, *Ictalurus punctatus*. Handbook of Nutrient Requirements of finfish. C.R.C. Press. Mississippi, U.S.A. pp 35-53.
- Wilson, R.P.** 1993. Nutrient Requirements in Channel Catfish. Memorias del 2o. Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Mendoza, R., D. Ricque y E. Cruz (Eds.). 7-9 noviembre de 1994. FCB/UANL. Monterrey, N.L., México. 15 pp.
- Woodroffe, J.M.** 1993. Dry Extrusion Applications in the Feed Industry. American Soybean Association. Technical Bulletin. AQ40 1993/5: 1-16.
- Yam, K.L., B.K. Gogoi, M.V. Karwe and S.S. Wang.** 1994. Shear Conversion of Corn Meal by Reverse Screw Elements during Twin-Screw Extrusion at Low Temperatures. Journal of Food Science-Volume 59, No. 1, 1994: pp 113-114.

# **ANEXOS.**

**ANEXO 1.- TECNICAS DE ANALISIS DE  
SOLUBILIDAD DE PROTEINA, CALCIO Y  
FOSFORO.**



## DETERMINACION DE LA SOLUBILIDAD DE LA PROTEINA EN PASTA DE SOYA.

Método propuesto para macro-kjeldahl  
(Técnica de Rine Hart, citada por Dale Nick, 1992).

### A) REACTIVOS.

- Hidróxido de potasio (KOH) 0.2 % (0.042 normal, pH 12.5 ).
- Los otros reactivos normalmente usados son los normalmente usados para la determinación de proteína por el método kjeldahl.
- Para preparar el reactivo KOH, tomar 2.36 g de KOH en una probeta graduada, disolver con agua y diluir hasta 1000 ml. Recuerde compensar por el porcentaje de pureza del KOH).

### B) PROCEDIMIENTO.

- 1) Tomar 1.5 g de harina de soya en un recipiente de 250 ml, adicionar 75 ml de la solución de KOH y mezclar durante 20 minutos.
- 2) Transferir 50 ml del líquido a un tubo de centrifuga y centrifugar durante 10 minutos a 2700 rpm.
- 3) Tomar 15 ml para la determinación de la proteína por el método de kjeldahl.
- 4) De acuerdo con este procedimiento, los 15 ml son equivalentes a 0.3 gramos de la muestra original.

### C) CALCULOS :

$$\% \text{de solubilidad de la proteina} = \frac{\% \text{ de proteina en 0.3 g de muestra}}{\text{Proteina cruda de la muestra original}}$$

NOTA : Se debe tener cuidado cuando se comparan diferentes harinas de soya, que tenga tamaño de partícula diferente. El tiempo de mezclado debe ser controlado adecuadamente para tratar todas las muestras en forma similar.

## DETERMINACION DE CALCIO

Método de Absorción Atómica Digestión vía seca con espectrofotómetro de Absorción Atómica  
Marca Zeiss Germany FMD4 (Perkin Elmer Corp., 1986).

A) APARATO: Espectrofotómetro de Absorción Atómica.

B) REACTIVOS:

1) HCl 20 % y  $\text{La}_2\text{O}_3$  5 %

2) Solc. Std de  $\text{CaCO}_3$

Secar en la estufa  $\text{CaCO}_3$ , a 70 °C/i H. Disolver 2.497 g de  $\text{CaCO}_3$  en 5 ml de Hcl concentrado, y aforar a 1000 ml con agua destilada. Esta solución contiene 1000 mg/l de Calcio= 1000 ppm.

C) PREPARACION DE LA CURVA STD.

Para la preparación de la curva de calibración o std, de la solución anterior preparar una disolución de 100 ppm, y a partir de ésta hacer estándares de 1, 5, 10, 20, 40, 60 ppm. Para un volumen de aforación de 25 ml hacer lo siguiente:

STD ppm	ml a tomar de std de 100 ppm	*ml $\text{La}_2\text{O}_3$ 5 %	Vol. de aforación en ml
5	1.25	5	25
10	2.5	5	25
20	5	5	25
40	10	5	25
60	15	5	25
100	**2.5	5	25

\*La dilución final del  $\text{La}_2\text{O}_3$  5 % debe ser del 1 % en el vol. de aforación total de cada std.

\*\*Para este std, tomar 2.5 ml de la solución 1000 ppm.

D)PREPARACION DE LA MUESTRA.

Pesar 1 g de la muestra seca en un crisol de porcelana, carbonizándola completamente en mechero Bunsen hasta ausencia de humo, y se calcina en la mufla a 500 °C/3 H. Se deja enfriar y se le añaden aprox. 5-10 ml de HCl 20 % hasta disolver la ceniza y la solución se filtra en papel whatman 41 (filtración rápida libre de cenizas).

A partir de esta solución, y en función del volumen de aforación a emplear (100, 50, 25 o menos ml). agregar  $\text{La}_2\text{O}_3$  al 5 % o menor concentración, de tal manera que la dilución final del mismo sea 1 %, una vez aforado con agua destilada.

Si no se va a leer inmediatamente, guardar en refrigeración a 4 °C hasta su uso. Leer los std a 422.7 nm (ver condiciones del aparato para leer las muestras). Asimismo, preparar un blanco para leer antes de cada muestra, el cual lleva los mismos reactivos que la muestra problema.

Con los valores de la concentración de los std en ppm y su absorbancia, calcular su coeficiente de regresión y correlación, el valor a de intercepción de la recta y el valor b de la pendiente. Debe haber linealidad entre los valores de absorbancia de los stds de calcio elaborados.

#### E) CONDICIONES DE TRABAJO DEL EQUIPO PARA LECTURA DE MUESTRAS Y STDS.

- 1)  $\lambda = 422.7 \text{ nm}$
- 2) Lámpara de cátodo hueco de calcio
- 3) Apertura de diafragma (slit): 0.25 mm
- 4) Altura del quemador (burner) : 4-6
- 5) Filtro (barrier filter): 0
- 6) Gas oxidante : aire
- 7) Corriente de lámpara: 15 mA
- 8) Gas combustible : Acetileno.

#### F) CALCULO DE LA CONCENTRACION DE Ca EN LA MUESTRA.

1) Determinar ppm de muestra en alicuotas tomadas para dilución y lectura en espectrofotómetro.

2) Calcular la concentración en ppm de Ca en la curva std a partir de la fórmula  $x=y-a/b$ , donde:

- x= mg de Ca en la curva std
- y= absorbancia registrada
- a= valor de intercepción de la recta
- b=valor de la pendiente

3) Calcular el % de Ca en la muestra a partir de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Calcio} = \left( \frac{\text{ppm Ca en curva std}}{\text{ppm muestra en alicuota}} \right) 100$$

## DETERMINACION DE FOSFORO

Método espectrofotométrico de Molibdovanadofosfato. Acción final.  
(AOAC, 1992)

### A) APARATOS.

Espectrofotómetro de luz visible.

### B) REACTIVOS.

#### 1) Preparación de la solución de molibdovanadato.

Disolver 40 g de molibdato de amonio  $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7 \text{O}_{24} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  en 400 ml de agua caliente, y enfriar. Disolver 2 g de metavanadato de amonio  $(\text{NH}_4\text{VO}_3)$  en 250 ml de agua caliente, enfriar, y adicionar 450 ml de  $\text{HClO}_4$  (ácido perclórico) al 70 %. Añadir gradualmente y con agitación constante la solución enfriada de molibdato sobre la de vanadato, y finalmente diluir a 2 l.

#### 2) Soln. Patrón de fosfato.

Secar fosfato monopotásico anhidro  $(\text{KH}_2\text{PO}_4)$  (52.15 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) 2 horas a 105 °C. Pesar 0.439 g de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  y se dilue en 100 ml de agua destilada (contiene 100 mg de fósforo, que equivale a 0.1 % de fósforo; al hacer la aforación encontramos 1 mg P/ml de solución), donde :

$$\text{PM } \text{KH}_2\text{PO}_4 = 136.09$$

$$\text{PM P} = 31.0$$

$$x = 136.09 \times 0.1/31 = 0.439 \text{ g}$$

#### 3) Preparación de la curva de calibración

Para la preparación de los diversos stds, de la solución anterior se toman cantidades ascendentes en ml, desde 0.1 a 5 ml. Para conocer la concentración final de fósforo en mg/ml, dividir la alícuota tomada en ml entre el volumen de aforación (100 ml). Esto permitirá conocer en que rango de concentración se encuentran los stds preparados.

Agregar a cada matraz 20 ml de la soln. de molibdovanadato y se afora a 100 ml con agua destilada, se agita y se deja reposar por 10 minutos, y se lee la absorbancia a 400 nm en un espectrofotómetro. Con los valores de concentración de std en mg/ml y su absorbancia, determinar su coeficiente de regresión y correlación, el valor A de intersección de la recta y el valor b de la pendiente.

#### D) PREPARACION DE LA MUESTRA.

Pesar 1 g de muestra seca en un crisol de porcelana, carbonizándola completamente en un mechero Bunsen hasta ausencia de humo, y se calcina en la mufla a una temperatura de 600 °C/2 H, se deja enfriar y se le añaden 40 ml de HCl 25 % (puede ser menos según el volumen del crisol), varias gotas de HNO<sub>3</sub> concentrado y se calienta hasta ebullición (eliminación de materia orgánica). Una vez frío, se transfiere a un matraz volumétrico de 100 ml, se añaden 20 ml de la solución de molibdovanadato de amonio, se afora con agua destilada y se homogeniza. Se deja reposar por 10 minutos y se determina su absorbancia a 400 nm en el espectrofotómetro de luz visible.

#### E) CALCULO DE LA CONCENTRACION DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> EN LA MUESTRA.

1) Determinar mg de muestra en alícuotas tomadas para dilución y lectura en espectrofotómetro.

2) Calcular la concentración en mg/ml de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en la curva std, a partir de la fórmula  $x = y - a/b$ , donde  $x =$  mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en la curva std,  $y =$  absorbancia registrada,  $a =$  valor de intercepto de la recta y  $b =$  valor de la pendiente.

3) Calcular el % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en la muestra:

$$P_2O_5 = \left( \frac{\text{mg } P_2O_5 \text{ en curva std}}{\text{mg de muestra en alícuotas}} \right) \times 100$$

**ANEXO 2 .- CURVAS DE CALIBRACION DE  
CALCIO Y FOSFORO PARA INGREDIENTES,  
COEXTRUIDOS Y ALIMENTOS .**

## CURVAS DE CALIBRACION DE CALCIO EMPLEADAS EN INGREDIENTES , ALIMENTOS Y COEXTRUIDOS.

Las curvas de los incisos a y b fueron hechas en el espectrofotómetro de Absorción Atómica del Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Biológicas (UANL), a cargo de la QBP MC Adriana Núñez. La curva del inciso c fue hecha en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Agronomía (UANL) en Marín, N.L.

a) Para coextruidos , subproductos de carpa herbívora y doble coextruido soya-camarón se usó la siguiente ecuación :

$$y = - 0.00067 + 0.000375 x$$

$$r = 0.9993$$

$$r^2 = 0.9985$$

donde y= absorbancia y x= ppm de Ca en la curva std. Los resultados obtenidos se muestran en las tabla 51 y figura 48.

Tabla 51.- Valores obtenidos para la curva std de calcio empleada para coextruidos, subproductos de carpa herbívora y doble coextruido soya-camarón.

Concentracion Std ppm.	Absorbancia Observada $\lambda = 422.7$ nm	Absorbancia Corregida $\lambda = 422.7$ nm
20	0.007	0.007
40	0.014	0.014
60	0.022	0.022

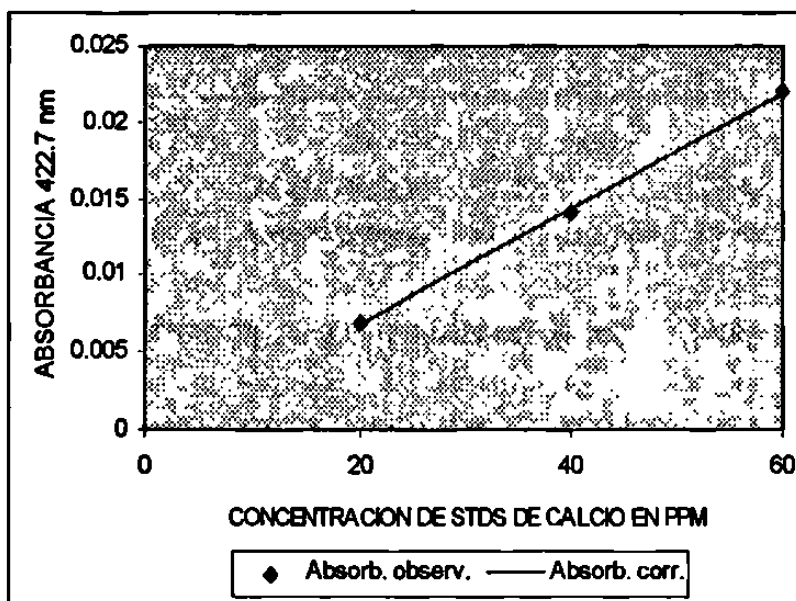


Fig 48.- Curva de calibración para determinación de calcio en coextruidos , subproductos de pescado y doble coextruido soya-camarón.

b) Para sorgo se usó la siguiente ecuación:

$$y = -0.0013 + 0.000375 x$$

$$r = 0.9820$$

$$r^2 = 0.9643$$

donde y= absorbancia y x= ppm de Ca en la curva std. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 52 y fig. 49.

Tabla 52.- Valores obtenidos para la curva std de calcio, empleada para sorgo.

Concentracion Std ppm	Absorbancia Observada $\lambda = 422.7$ nm	Absorbancia Corregida $\lambda = 422.7$ nm
20	0.007	0.006
40	0.012	0.014
60	0.022	0.021

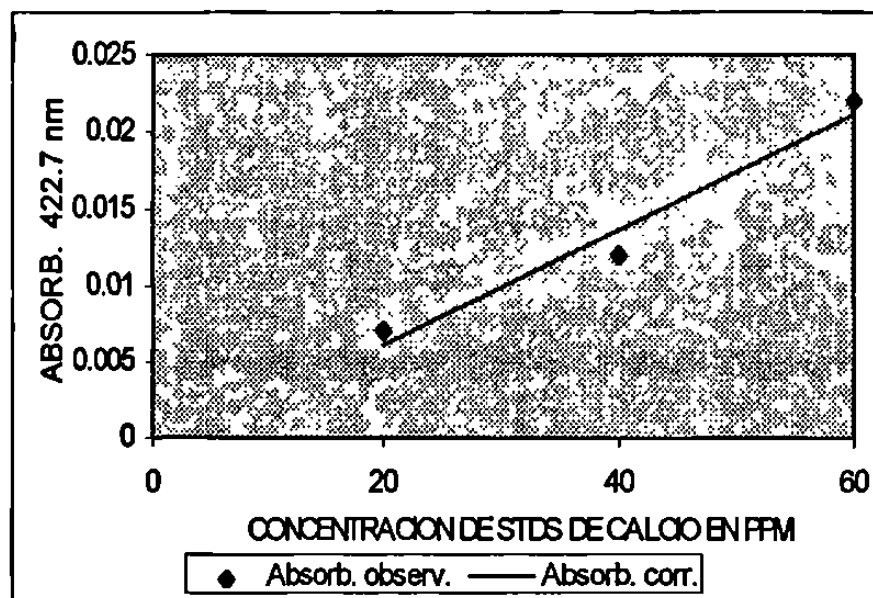


Fig. 49.- Curva de calibración para determinación de calcio en sorgo



c) Para pasta de soya, alimentos extruídos, harina de subproductos animales, harina de sangre y alimento comercial "As" se usó la siguiente ecuación:

$$y = 0.049 + 0.017 x$$

$$r = 0.9946$$

$$r^2 = 0.9891$$

donde y= absorbancia y x= ppm de Ca en la curva std. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 53 y fig 50.

Tabla 53.- Valores obtenidos para la curva std de calcio, empleada para pasta de soya. alimentos extruídos, harina de subproductos animales, harina de sangre y alimento comercial "As".

Concentración Std ppm	Absorbancia	
	Observada $\lambda = 422.7 \text{ nm}$	Corregida $\lambda = 422.7 \text{ nm}$
10	0.266	0.222
20	0.422	0.395
40	0.703	0.742
60	0.994	1.088
100	1.843	1.781

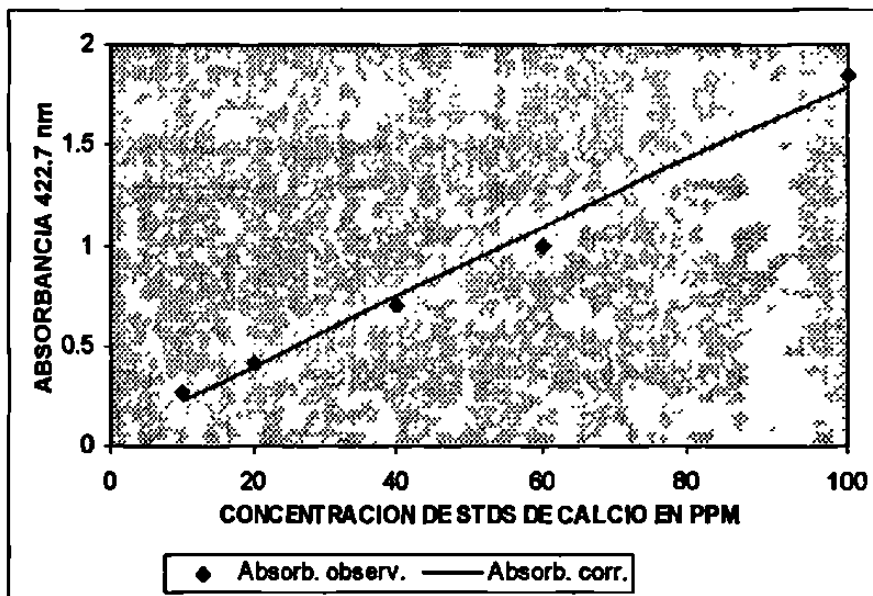


Fig. 50.- Curva de calibración para determinación de calcio en pasta de soya. alimentos extruídos, harina de subproductos animales, harina de sangre y alimento comercial "As".

## CURVAS DE CALIBRACION DE FOSFORO EMPLEADAS EN INGREDIENTES , ALIMENTOS Y COEXTRUIDOS.

a) Ecuación de la recta usada para pasta de soya,coextruídos, subproductos de carpa herbívora , sorgo y doble coextruído soya-camarón a 410 nm.:

$$y = -0.061 + 69.599 x$$

$$r = 0.9987$$

$$r^2 = 0.9974$$

donde y= absorbancia y x= mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en la curva std. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla y figura .

Tabla 54.- Valores obtenidos para la curva std de fósforo, empleada para pasta de soya, sorgo y subproductos de pescado.

Concentracion Std mg/ml	Absorbancia Observada λ= 410nm	Absorbancia Corregida λ= 410 nm	% C.V..
0	-0.0	-0.0611	---
0.002	0.0659	0.0781	1.45
0.005	0.2691	0.2869	0.06
0.01	0.5826	0.6349	0.05
0.03	2.0481	2.0269	0.71

C.V.= % del coeficiente de variación de la absorbancia observada.

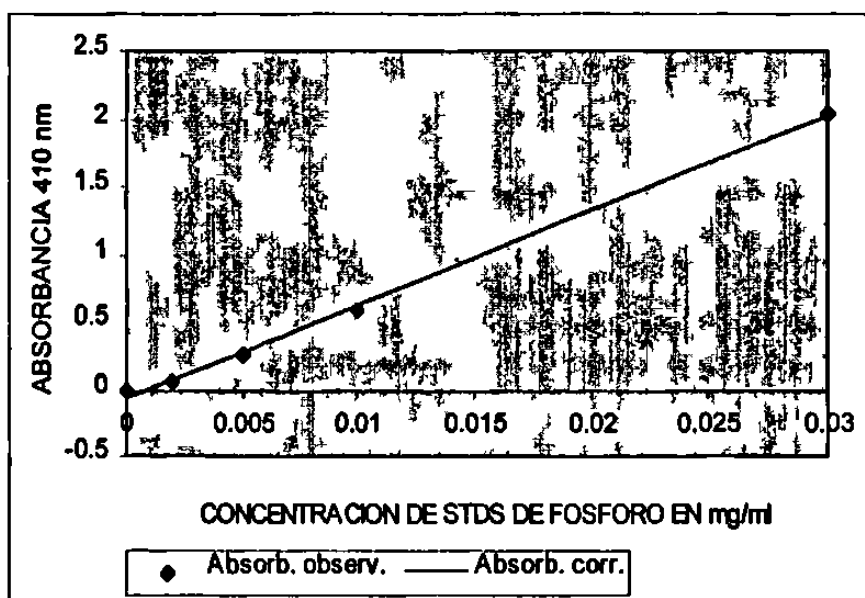


Fig. 51.- Curva de calibración para determinación de fósforo en pasta de soya, sorgo y subproductos de carpa herbívora.

b) Ecuación de la recta para harina de subproductos animales, harina de sangre, alimentos extruídos alimento comercial "As" a 400 nm.

$$y = 0.004 + 85.096x$$

$$r = 0.9996$$

$$r^2 = 0.9993$$

donde  $y$  = absorbancia y  $x$  = mg de  $P_2O_5$  en la curva std. Los resultados obtenidos se muestran en las tablas y fig.

Tabla 55.- Valores obtenidos para la curva std de fósforo, empleada en harina de subproductos animales, harina de sangre, alimentos extruídos alimento comercial "As".

Concentracion Std mg/ml	Absorbancia Observada $\lambda = 410$ nm	Absorbancia Corregida $\lambda = 410$ nm	% C.V.
0	0.0001	0.0045	173.20
0.002	0.1408	0.1747	0.14
0.005	0.4423	0.4300	0.06
0.01	0.894	0.8554	0.05
0.03	2.5447	2.5573	0.71

% C.V. = % del coeficiente de variación de la absorbancia observada.

Aunque el % C.V. para el primer std de fósforo es muy alto (173 %) se usó porque el valor para la absorbancia observada es casi nulo (0.0001).

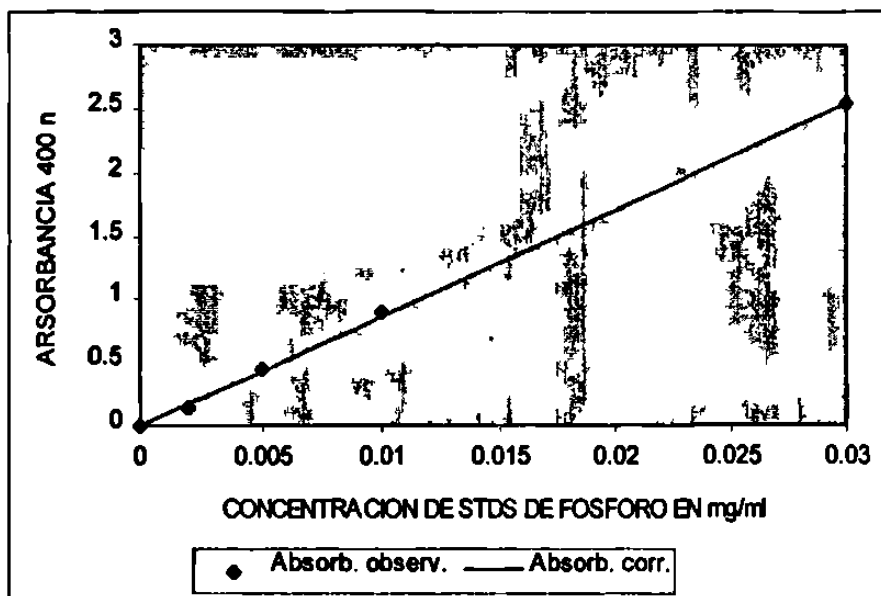


Fig. 52.- Curva std para la determinación de fósforo en harina de subproductos animales, harina de sangre, alimentos extruídos alimento comercial "As".

**ANEXO 3.- APORTE TEORICO DE NUTRIENTES  
DE CADA INGREDIENTE.**

TABLA 56.- APOORTE DE NUTRIENTES TEORICO DE CADA INGREDIENTE

NUTRIENTE	INGREDIENTES					
	UNIDADES	PASTA DE SOYA	SOYA EXTR.	SORGO	*HSA	H. DE SANGRE
BASE HUMEDA						
PROTEINA	%	47.29	46.95	12.38	53.25	86.12
GRASA	%	0.29	0.75	2.04	25.00	0.27
CENIZA	%	6.69	6.76	1.81	12.62	3.12
FIBRA	%	3.16	4.11	2.87	2.36	0.31
E.L.N.	%	34.57	30.59	71.23	2.07	5.18
HUMEDAD	%	8.00	8.11	9.66	4.70	4.99
EN. BRUTA	%	4.09	4.11	3.81	5.44	5.06
ARGININA	%	3.20	3.37	0.43	3.19	3.58
HISTIDINA	%	1.13	1.18	0.26	1.65	5.18
ISOLEUCINA	%	2.15	2.26	0.50	1.70	0.91
LEUCINA	%	3.46	3.63	1.60	4.53	10.98
LISINA	%	2.83	2.98	0.28	3.34	7.45
METIONINA	%	0.55	0.58	0.15	0.67	0.88
CISTINA	%	0.79	0.83	0.22	0.43	0.72
FENILALANINA	%	2.24	2.35	0.62	3.39	5.89
TIROSINA	%	1.40	1.47	0.46	1.14	2.26
TREONINA	%	1.75	1.84	0.40	2.09	3.63
TRIPTOFANO	%	0.67	0.71	0.12	0.58	1.04
VALINA	%	2.13	2.24	0.58	3.53	7.53
SERINA	%	2.24	2.35	0.55	0.00	3.53
GLICINA	%	1.92	2.02	0.38	0.00	3.83
CALCIO	%	0.28	0.28	0.04	1.79	0.14
FOSFORO	%	0.65	0.66	0.25	1.10	0.12
POTASIO	%	2.09	2.11	0.35	3.09	0.04
COLORO	%	0.04	0.04	0.09	1.72	0.12
MAGNESIO	%	0.29	0.29	0.16	2.37	0.10
SODIO	%	0.04	0.04	0.03	1.67	0.18
AZUFRE	%	0.46	0.46	0.13	0.58	0.16
COBRE	mg/Kg	24.42	24.68	10.08	4.64	3.79
FIERRO	mg/Kg	126.37	127.69	45.35	1587.91	1317.67
MANGANESO	mg/Kg	30.80	31.12	16.12	30.18	2.84
SELENIO	mg/Kg	0.32	0.32	0.44	60.36	0.00
ZINC	mg/Kg	45.66	46.14	0.17	206.61	0.00
BIOTINA	mg/Kg	0.33	0.33	0.38	0.33	0.29
COLINA	mg/Kg	2672.03	2668.89	663.51	2678.57	612.90
ACIDO FOLICO	mg/Kg	0.72	0.71	0.20	0.72	0.41
NIACINA	mg/Kg	28.62	28.59	39.15	28.69	22.47
C. PANTOTENIC	mg/Kg	16.66	16.64	11.24	16.70	3.27
VIT. B6	mg/Kg	6.13	6.13	4.52	6.15	4.60
RIBOFLAVINA	mg/Kg	2.96	2.96	1.20	2.97	2.96
TIAMINA	mg/Kg	5.72	5.72	4.22	5.74	0.31
VIT. B12	mg/Kg	0.00	0.00	0.00	0.00	12.26
VIT. E	mg/Kg	3.07	3.06	10.04	3.07	0.00
VIT. K	mg/Kg	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00

\*HSA = Har. de subprod. animales;

TABLA 56 (CONTINUACION).-APORTE DE NUTRIENTES TEORICO DE CADA INGREDIENTE.

NUTRIENTE	INGREDIENTES					
	H.DE PESCADO	**SCH	AC. DE SOYA	COE 70S:30P	COE 60S:40P	COE 50S:50P
BASE HUMEDA						
PROTEINA	70.26	17.42	0.00	48.21	48.67	49.02
GRASA	4.45	3.92	100.00	1.96	2.87	4.41
CENIZA	11.95	3.77	0.00	8.14	8.61	8.55
FIBRA	0.96	0.00	0.00	2.01	2.16	2.23
E.L.N.	9.32	0.53	0.00	33.43	31.99	30.50
HUMEDAD	3.05	74.36	0.00	6.23	5.70	5.28
EN. BRUTA	4.74	1.37	0.00	4.26	4.31	4.41
ARGININA	4.50	1.12	0.00	3.24	3.26	3.28
HISTIDINA	1.61	0.44	0.00	1.16	1.18	1.19
ISOLEUCINA	3.06	0.80	0.00	2.20	2.22	2.24
LEUCINA	5.06	1.38	0.00	3.57	3.62	3.67
LISINA	5.23	1.54	0.00	3.07	3.19	3.31
METIONINA	2.04	0.64	0.00	0.72	0.81	0.90
CISTINA	0.73	0.21	0.00	0.77	0.77	0.76
FENILALANINA	2.64	0.62	0.00	2.20	2.19	2.16
TIROSINA	2.14	0.57	0.00	1.45	1.47	1.49
TREONINA	2.84	0.75	0.00	1.83	1.86	1.90
TRIPTOFANO	0.74	0.17	0.00	0.66	0.65	0.64
VALINA	4.20	1.12	0.00	2.30	2.38	2.46
SERINA	2.58	0.00	0.00	1.97	1.85	1.69
GLICINA	4.31	0.00	0.00	1.69	1.59	1.46
CALCIO	2.52	0.68	0.00	0.67	0.93	1.41
FOSFORO	1.91	0.66	0.00	0.96	1.08	1.21
POTASIO	1.23		0.00			
CLORO	1.13		0.00			
MAGNESIO	0.17		0.00			
SODIO	0.68		0.00			
AZUFRE	0.52		0.00			
COBRE	6.83		0.00			
FIERRO	142.33		0.00			
MANGANESO	6.83		0.00			
SELENIO	2.16		0.00			
ZINC	149.16		0.00			
BIOTINA	0.51		0.00			
COLINA	5570.39		0.00			
ACIDO FOLICO	0.32		0.00			
NIACINA	89.57		0.00			
C. PANTOTENIC	17.70		0.00			
VIT. B6	5.06		0.00			
RIBOFLAVINA	10.64		0.00			
TIAMINA	0.42		0.00			
VIT. B12	452.08		0.00			
VIT. E	23.18		0.00			
VIT. K	2.32		0.00			

\*\*SCH=Subprod. de carpa herbívora; S = Pasta de soya, P=Subprod. de carpa herbívora. No se ha determinado vitaminas y minerales para peces de agua dulce, excepto calcio y fósforo, que fueron determinados en el lab.

El área sombreada corresponde a lo analizado en el laboratorio.

Los valores de aminoácidos de H.S.A. y carpa herbívora fueron tomados de Tacon, 1989.

Todos los demás valores fueron tomados de NRC, 1983.

**ANEXO 4 .- SUPLEMENTOS DE PROTEINA  
ANIMAL Y VEGETAL Y DE ENERGIA QUE  
PUEDEN USARSE EN ALIMENTOS PARA BAGRE.**

## **SUPLEMENTOS DE PROTEINA ANIMAL Y VEGETAL Y DE ENERGIA QUE PUEDEN USARSE EN ALIMENTOS PARA BAGRE.**

Los alimentos comerciales para bagre están compuestos de una mezcla de ingredientes, premezclas de vitaminas y minerales, que proveen las cantidades adecuadas de nutrientes esenciales, así como la energía necesaria para su utilización (Li and Robinson, 1994). La mayoría de los ingredientes contienen más de 20 % de proteína cruda, por lo que son considerados suplementos proteínicos, y menos de 20 % de proteína cruda, suplementos de energía (Hardy, 1989, Tucker and Robinson, 1990, Li and Robinson, *op. cit.*, ).

A continuación se cita una breve descripción de varios de estos ingredientes, que pueden usarse en alimentos para bagre:

### **PASTA DE SOYA.**

Es preparada por extracción con solventes para producir una harina de 44 % de proteína cruda o por descascarado y extracción de solventes para producir una harina de 48 % de proteína. Es la mayor fuente de proteína en alimentos para bagre. Contiene factores antinutricionales que son inactivados durante el tratamiento con calor y proceso de extracción (Tucker, 1985, Hardy, *op. cit.*, Tucker and Robinson, *op. cit.*, Li and Robinson, *op. cit.*, ). Aunque el bagre parece ser particularmente sensible a los inhibidores de tripsina encontrados en la harina de soya procesada por calor (Robinson et al, 1989, citado por Tucker, *op. cit.* ), y el ácido fitico parece no ser afectado por el calor (Hardy, *op. Cit.*).

Es altamente palatable y digestible para bagre. Tiene el mejor perfil de aminoácidos de todas las fuentes de proteína vegetal comunes, conteniendo altos niveles de lisina y otros aminoácidos esenciales (Tucker and Robinson, 1990, Li and Robinson, 1994).

Tucker and Robinson ( *op. cit* ) mencionan que se pueden incluir niveles del 40-60 % en alimentos comerciales para bagre, aunque Li and Robinson (1994) mencionan que niveles superiores al 60 % de inclusión han sido usados en alimentos comerciales de la misma especie sin efectos detrimentales.

### **HARINA DE SOYA CALENTADA CON GRASA (SOYA INTEGRAL).**

Se prepara por molienda y calentamiento del frijol de soya con grasa (Li and Robinson, 1994).

Contiene 39 % de proteína y 18 % de grasa ( Tucker and Robinson, 1990; Li and Robinson, *op. cit.*).

Es raramente usada en alimentos para bagre por su alto contenido de grasa. Debe usarse limitadamente en estos alimentos, de tal forma que el nivel de grasa en el alimento terminado no exceda del 6 % (Tucker and Robinson, *op. cit.*, Li and Robinson, *op. cit.*).



## HARINA DE ALGODON EXTRAIDA POR SOLVENTES.

Se obtiene por molienda de la torta que queda después que el aceite ha sido extraído por solventes (Li and Robinson, *op. cit.*).

El producto contiene generalmente 41 % de proteína. Es deficiente en lisina (sólo 66 % de la lisina total es biológicamente disponible en alimentos para bagre). Contiene gósipol libre y ácido ciclopropenoico, que pueden ser tóxicos, aunque estos niveles se encuentran por debajo del nivel tóxico en las harinas disponibles (Tucker, 1985; Tucker and Robinson, 1990; Li and Robinson, *op. cit.*). El bagre puede tolerar arriba de 900 ppm de gósipol libre sin efectos detrimentales en el crecimiento. Altos niveles deprimen el crecimiento y la eficiencia alimenticia (Tucker, *op. cit.*; Tucker and Robinson, *op. cit.*).

Niveles de esta harina no deben exceder del 30 % en alimentos para bagre, a menos que se suplemente con lisina, pudiéndose incluir el ingrediente hasta en un 50 %. Se incluye en un 15 %-20 % en alimentos para bagre sin suplementación de lisina (Tucker and Robinson, *op. cit.*; Mendoza, 1993; Li and Robinson, 1994).

## HARINA DE CACAHUATE.

Se obtiene por molienda de los cacahuates con cáscara, retirándoles el aceite, ya sea mecánicamente o por extracción con solventes (Li and Robinson, *op. Cit.*). Los cacahuates son susceptibles a la contaminación con el moho *Aspergillus flavus*, la cual produce aflatoxinas, por lo que la harina que los contiene no debe ser usada en alimentos para bagre (Tucker, 1985).

La harina de cacahuate extraída por solventes contiene 48 % de proteína (Li and Robinson, 1994) y el extraído mecánicamente contiene 45 % de proteína, arriba de 7 % de grasa y 10-13 % de fibra. Es deficiente en lisina (Tucker, 1985; Tucker and Robinson, 1990) y tiene factores antinutricionales no conocidos (Li and Robinson, 1994).

Es usada en pequeñas cantidades o muy rara vez en alimentos para bagre por su bajo contenido en lisina y por su disponibilidad esporádica (Tucker, *op. cit.*; Tucker and Robinson, *op. cit.*; Li and Robinson, *op. cit.*). Cerca de un 15-20 % se incluye en alimentos comerciales típicos para bagre, sin suplementación con lisina y sin efectos detrimentales (Tucker and Robinson, *op. cit.*; Li and Robinson, *op. cit.*).

## HARINA DE CANOLA.

Es preparada de una semilla de colza especial por extracción con solventes para retirar el aceite, la cual es baja en glucosinolatos y ácido erúico, que puede ser detrimental para crecimiento en peces (Lovell, 1989 y Lovell, 1991, citados por Mendoza, 1993; Li and Robinson, *op. Cit.*).

Contiene desde 36.5 - 42 % de proteína (Lovell, 1989 y Lovell, 1991, citados por Mendoza, *op. cit.*; Li and Robinson, *op. cit.*) y es relativamente baja en lisina (Li and Robinson, *op. cit.*).

Es palatable para bagre y puede ser usado en niveles arriba de 20-25 % sin lisina suplemental (Li and Robinson, *op. Cit.*) o hasta un 36 %, con buen crecimiento y tasa de conversión alimenticia, y más allá de este porcentaje se afectaba la sobrevivencia (Mays and Brown, 1993, citados por Mendoza, 1993).

#### GRANOS SECOS DE DESTILERIA CON SOLUBLES.

Son residuos de fermentación primaria, después de remover el alcohol por destilación, de la fermentación de levaduras de granos de cereales (Webster et al, 1992; Li and Robinson, 1994).

Contiene aproximadamente 27 % de proteína y es altamente palatable para bagre (Li and Robinson, *op. cit.*).

Se pueden usar niveles arriba del 25-30 % en alimentos para bagre. Si se usan niveles más altos, puede ser necesario suplementar con lisina (Webster et al, 1992; Li and Robinson, *op. Cit.*).

#### HARINA DE GIRASOL.

Es preparada de la molienda de los residuos remanentes después de la extracción mecánica o por solventes del aceite de las semillas de girasol. La harina de girasol sin cáscara es preparada de las semillas del girasol después que se retira la cáscara (Li and Robinson, *op. cit.*)

La harina de girasol extraída por solventes contiene aproximadamente 44 % de proteína. La cáscara no es retirada fácilmente, por lo que contiene alrededor del 13 % de fibra. Se encuentra en niveles más altos en las harinas en las que no se retira la cáscara (Li and Robinson, *op. cit.*)

Se usa en alimentos para bagre para reemplazar parte de la harina de soya. Su bajo contenido en lisina y nivel alto de fibra limita su utilidad en alimentos para bagre. Un nivel de cerca del 20 % sin suplementación con lisina es aceptable (Li and Robinson, *op. cit.*).

#### HARINA DE SANGRE.

Es preparada de sangre animal limpia y fresca, excluyendo pelo, desechos estomacales y orina, excepto en cantidades traza, que son inevitables (Hardy, 1989; Tucker and Robinson, 1990; Li and Robinson, *op. cit.*). La mayoría de la harina de sangre puede producirse por secado por aspersión, en tambor y secado en anillo (Harvery, 1992, citado por Mendoza, 1993; Li and Robinson, *op. Cit.*), después que una evaporación al vacío en una baja temperatura inicial ha reducido el contenido de humedad en cerca del 70 %. Otros procesos de secado incluyen el secado por flash in it off y secado convencional en un cocedor (Hardy, 1989).

Contiene de 80-86 % de proteína y es una excelente fuente de lisina (9-11 %), con una disponibilidad superior al 80 % (Hardy, *op. cit.*; Tucker and Robinson, 1990; Li and Robinson, 1994).

Tucker and Robinson (1990) mencionan que la harina de sangre es impalatable para ciertos peces, pero después de un cierto periodo de aclimatación, el alimento es aceptado por los bagres, y que niveles del 1-2 % son usados en algunos alimentos comerciales para bagre, aunque Li y Robinson (1994) mencionan que los niveles no deben exceder del 5 %.

#### HARINA DE SUBPRODUCTOS ANIMALES.

Son derivados de las empacadoras de carne, procesamiento de aves de corral y otros subproductos animales procedentes de rastros. El contenido de proteína después del secado varía de 50-85 %, y hay estándares establecidos para la calidad de las proteínas, generalmente un nivel mínimo de digestibilidad de pepsina (Hardy, 1989).

La composición de aminoácidos esenciales de la harina de subproductos de pescado es similar a la proteína de huevo entero. Son buenas fuentes de lisina, pero son pobres en metionina y cistina, que pueden ser limitantes en dietas formuladas (Hardy, *op. cit.*).

#### HARINA DE CARNE Y HUESO.

Es el producto seco derivado de tejido de res o cerdo, y no debe contener sangre, pelo, cuerno, pezuña, cuero, recortes, estiércol o contenidos de estómagos y rumen, excepto en cantidades que son inevitables durante el proceso (Tucker, 1985; Hardy, *op. cit.*; Tucker and Robinson, 1990; Li and Robinson, 1994).

Contiene cerca del 50 % de proteína, la cual es relativamente de buena calidad. Contiene considerablemente menos lisina que la harina de pescado, pero tiene un mejor balance de aminoácidos que la mayoría de las proteínas vegetales, excepto la pasta de soya (Tucker, *op. cit.*; Hardy, *op. cit.*; Tucker and Robinson, *op. cit.*; Li and Robinson, *op. Cit.*). Tiene como aminoácido limitante el triptofano, el cual debe complementarse (Mendoza, 1993). Es una buena fuente de calcio y fósforo (Tucker, 1985; Tucker and Robinson, 1990; Li and Robinson, 1994), teniendo para calcio de 8.8-12 % y para fósforo más del 4.4 % (Hardy, 1989).

Es relativamente alta en grasa (8-11 %) (Tucker, 1985) y de 9.1 a 9.7 % (Hardy, 1989), siendo una buena fuente de energía digestible para bagre (Tucker, 1985; Tucker and Robinson, 1990). Su alto contenido en ceniza puede limitar su uso por un posible imbalance de minerales (Tucker, *op. cit.*; Tucker and Robinson, *op. cit.*; Li and Robinson, 1994).

La harina de carne y hueso puede variar en su calidad por las diferentes cantidades de hueso y tendón presentes, y puede mezclarse en algunas ocasiones con harina de pluma para incrementar el contenido de proteína de la harina. La calidad de harina de pluma es bastante pobre y no es digerida por el bagre a menos que sea hidrolizada durante el proceso, por lo que la

harina de carne y hueso usada para bagre debe estar libre de harina de pluma (Tucker, *op. cit.*; Tucker and Robinson, *op. Cit.*).

Por su calidad variable y alto contenido en ceniza, el máximo nivel recomendado en alimentos para bagre es del 15 % (Tucker, *op. cit.*; Tucker and Robinson, *op. cit.*; Li and Robinson, 1994). Es usado en alimentos comerciales para bagre en combinación con o en lugar de harina de pescado (Tucker, *op. Cit.*) Una combinación de harina de carne y hueso con harina de sangre es también usado en alimentos para bagre para reemplazar parte de la harina de pescado (Tucker and Robinson, 1990; Webster et al, 1992) hasta en un 50 % de la misma (Robinson, 1990, citado por Mendoza, 1993). Es usada en algunas ocasiones en alimentos para bagre en una tasa del 4 % para reemplazar parte de la harina de pescado (Tucker and Robinson, 1990).

### HARINA DE PESCADO.

Es preparada por cocción de pescado entero o desechos de proceso de pescado (Tucker, 1985; Tucker and Robinson, *op. Cit.*), tales como sábalo, arenque o pescado blanco, anchoveta (Li and Robinson, 1994).

Las harinas de pescado contienen de 60-80 % de proteína de excelente calidad , que es altamente palatable para bagre, y puede ser usado como atractante. Es alta en energía digestible, en minerales (Tucker, 1985; Tucker and Robinson, 1990; Li and Robinson, *op. cit.*) y ácidos grasos esenciales (Li and Robinson, *op. cit.*), particularmente ácidos grasos n-3 de cadena larga; que son esenciales para muchos peces y puede ser esencial para bagre (Tucker and Robinson, 1990). La harina de pescado es alta en aminoácidos esenciales (Hardy, 1989), particularmente lisina y metionina (Tucker, 1985; Tucker and Robinson, 1990).

El contenido de grasa varía de 4-20 % (Tucker, *op. cit.*; Hardy, 1989) y el contenido de ceniza es altamente variable, variando en 10 % para harinas de arenque, a 23 % en harinas de pescado blanco, hechas de desechos de fileteado (Hardy, 1989). El sobrecalentamiento durante el proceso puede reducir la disponibilidad de nutrientes (Tucker, 1985; Tucker and Robinson, 1990).

Se usa en niveles superiores al 50 % en alimentos para alevines de bagre y superior al 12 % en alimentos para pequeños juveniles (Li and Robinson, 1994).

### HARINA DE DESECHOS DE BAGRE.

Se prepara de los desechos de procesado de bagre, principalmente cabezas, esqueletos y organos viscerales (Li and Robinson, *op. Cit.*) por cocción de los desechos, presionando para retirar agua y aceite, y entonces se seca (Tucker, 1985; Tucker and Robinson, 1990).

Es buena fuente de calcio y fósforo Contiene aproximadamente 50 % de proteína y de 8-15 % de grasa (Tucker, *op. cit.*). Es de mejor calidad nutricional que la harina de carne y hueso, pero no tan buena como la harina de sábalo. Es altamente palatable para bagre, y no ha sido

usada en alimentos comerciales y rara vez es usada debido a que no está disponible en cantidades suficientes a través de la estación de crecimiento (Tucker, *op. Cit*; Tucker and Robinson, 1990; Li and Robinson, 1994).

#### HARINA DE SUBPRODUCTOS DE AVES DE CORRAL.

Es elaborada de los desechos generados de las plantas de procesamiento de aves de corral, como partes de carcas de aves matadas. Contiene cabezas, patas, huevos subdesarrollados y órganos viscerales, pero no contiene plumas ni contenidos de mollejas e intestinos (Hardy, 1989; Li and Robinson, 1994). El material remanente después que los pollos son despielados es procesado y secado (Hardy, *op. cit.*).

El contenido de ceniza no puede ser mayor al 16 %, de la que no puede haber más del 4 % de ceniza insoluble en ácido (Hardy, *op. cit.*). El producto contiene aproximadamente 59 % de proteína de buena calidad y 13 % de grasa (Hardy, *op. cit.*; Li and Robinson, 1994).

Rara vez es usada en alimentos para bagre, porque no está disponible a un costo razonable por unidad de proteína (Li and Robinson, *op. cit.*).

#### HARINA DE PLUMA.

Está hecha de plumas de aves de corral muertas, las cuales han sido hidrolizadas bajo presión en presencia de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  y secadas (Hardy, 1989; Mendoza, 1993; Li and Robinson, *op. cit.*). El problema que se presenta es que la presión, temperatura y tiempo varían con respecto al tipo particular de plumas (edad y región corporal) y la especie (Mendoza, *op. cit.*).

Tiene un contenido de proteína de 80-85 % y al menos 75 % de la proteína debe ser digestible por el método de digestibilidad con pepsina (Hardy, 1989; Li and Robinson, 1994). La calidad de la proteína no es tan buena como otras fuentes de proteínas animal (Li and Robinson, *op. cit.*).

Su uso en alimentos está restringido por su baja digestibilidad en proteína para peces (52.4 -70.5 %) (NRC, 1981, citado por Hardy, 1989) y por su variabilidad en el proceso, teniendo en general una composición poco fiable, por lo que no se incorpora en más del 5 % en los alimentos (Gill, 1989, citado por Mendoza, 1993). En alimentos para bagre puede ser usado en cantidades del 5-10 %, pero rara vez es usada (Li and Robinson, 1994).

#### SUPLEMENTOS DE ENERGIA.

Son ingredientes que contienen menos del 20 % de proteína cruda. Incluyen granos y subproductos de granos y grasa animal o aceite vegetal. Las fuentes de energía usadas en alimentos comerciales para bagre incluye maíz y sus subproductos, trigo, trigo de calidad media, grasa animal y aceite de pescado (Li and Robinson, *op. cit.*).

La digestibilidad de los carbohidratos de los granos es muy variable entre peces. Especies carnívoras, tales como salmónidos, derivan muy poca energía de los alimentos improcesados. Especies omnívoras, tales como carpas, derivan una alta cantidad de energía de los almidones de granos (Hardy, 1989).

#### **MAIZ Y SUBPRODUCTOS DE MAIZ.**

Son usados combinadamente en alimentos comerciales para bagre como fuentes baratas de energía (Li and Robinson, 1994).

Contiene del 8-9 % de proteína y contribuye con algo de proteína y aminoácidos al alimento. Es bajo en lisina y triptofano (Tucker, 1985). La cocción mejora la digestibilidad de la energía del maíz para bagre (Tucker, *op. cit.*; Tucker and Robinson, 1990; Li and Robinson, 1994). El maíz contiene un pigmento amarillo, la xantofila, que al ser incluido en altas cantidades, muestra un acumulamiento en la carne del bagre, dándole una coloración amarillenta, que es indeseable para el consumidor (Li and Robinson, *op. cit.*).

Se ha usado en alimentos para bagre arriba del 45 % sin efectos adversos (Tucker, 1985; Tucker and Robinson, 1990; Li and Robinson, *op. cit.*), específicamente en alimentos extruidos, donde el almidón es esencial para la expansión requerida para flotabilidad del alimento. Las aflatoxinas pueden ser un problema en maíz contaminado (Tucker, *op. cit.*). El valor de energía digestible del grano de maíz y sus subproductos es cercano a 1,150 Kcal/lb (Li and Robinson, 1994).

#### **TRIGO.**

Es una buena fuente de energía para bagre, pero es más caro que el maíz (Tucker, 1985; Tucker and Robinson, 1990; Li and Robinson, *op. cit.*).

Contiene aproximadamente de 12-13 % de proteína. Su balance de aminoácidos es mejor que el de la mayoría de los granos de cereales. Es muy palatable y digestible y tiene un valor nutricional relativo igual o mejor que el maíz para la mayoría de los animales (Tucker, *op. cit.*).

Se usa de un 2-5 % en los alimentos para bagre por sus propiedades ligantes. Tiene una energía digestible cercana a 1,160 Kcal/lb para bagre (Li and Robinson, 1994).

#### **SALVADO DE ARROZ.**

Consiste de la cubierta y el germen del grano de arroz, con cáscara o arroz roto en cantidades inevitables en la molienda del grano (Tucker, 1985; Li and Robinson, *op. cit.*).

Contiene de 12-14 % de proteína cruda, pero es baja en la mayoría de los aminoácidos esenciales (Tucker, *op. cit.*). Es una buena fuente de energía para bagre. Es alto en grasa (12 %) y fibra (12 %), lo que limita su inclusión en alimentos para bagre, en niveles de 3-8 % (Tucker, *op. cit.*; Tucker and Robinson, 1990; Li and Robinson, 1994).

## GRASAS Y ACEITES ANIMAL Y VEGETAL.

Son fuentes altamente concentradas de energía y ácidos grasos esenciales, además de ser altamente digestibles (Tucker and Robinson, *op. cit.*; Li and Robinson, *op. cit.*). Se rocían sobre el alimento terminado en 1-2 % para reducir finos (Tucker and Robinson, *op. cit.*). El nivel de lípidos en alimentos comerciales para crecimiento rara vez excede del 5-6 % (Robinson and Li, 1995).

Incluyen aceite de desechos de bagre, sebo de res, grasa de aves de corral y aceite de sábalo. El sebo no es recomendado para usar en alimentos en invierno porque es una grasa saturada, que puede causar problemas en temperaturas frías (Li and Robinson, 1994). Pueden usarse aceites vegetales, pero son más caras que la grasa de origen animal, por lo que ésta es preferida (Tucker and Robinson, 1990; Li and Robinson, *op. cit.*).

El aceite de sábalo (alto en ácidos grasos n-3 ) y aceite de bagre, que es muy similar a la composición de ácidos grasos de res y de aves de corral, son usadas predominantemente en alimentos comerciales para bagre en un 3-4 % (Tucker and Robinson, *op. cit.*; Li and Robinson, *op. cit.* ; Robinson and Li, 1995). El aceite de bagre (1-2 % ) se rocía sobre el alimento terminado, a través de toda la estación de crecimiento en Mississippi (Li and Robinson, *op. cit.* ; Robinson and Li, *op. Cit.*). Con frecuencia ambos se mezclan en partes iguales o en una tasa de 75:25 aceite de bagre y aceite de sábalo (Li and Robinson, *op. cit.*).

También se usa en alimentos comerciales para bagre una mezcla de lípidos vegetales y animales, y que son recomendados sobre los aceites de pescado marinos, porque altos niveles de éstos pueden impartir sabor a pescado a la carne del pez. Hay evidencia de que niveles de aceite de pescado de un 2 % en la dieta reduce la sobrevivencia de bagre expuesto a *Edwardsiella ictaluri*, causado probablemente por el efecto inmunosupresor de ácidos grasos n-3.

**ANEXO 5.- REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES  
PARA BAGRE DE CANAL (*Ictalurus punctatus*)**



Tabla 57.- Requerimientos cuantitativos de aminoácidos para bagre <sup>a</sup>

Aminoácido	Requirimiento %
Arginina	4.3
Histidina	1.5
Isoleucina	2.6
Leucina	3.5
Lisina	5.1
Metionina <sup>b</sup>	2.3
Fenilalanina <sup>c</sup>	5.0
Treonina	2.0
Triptofano	0.5
Valina	3.0

<sup>a</sup> Los requerimientos son expresados como porcentaje de la proteína dietaria.

<sup>b</sup> El valor es para requerimiento de aminoácidos azufrados totales ( metionina + cistina).

<sup>c</sup> El valor es para requerimiento de aminoácidos aromáticos totales (fenilalanina + tirosina).

Fuente: Wilson R.P., 1991, Channel Catfish Nutrition ; Review in Handbook of Nutrient Requirements of Finfish,; 35-53

Tabla 58.- Signos de deficiencias de vitaminas y niveles minimos de vitaminas requeridos para prevenir signos de deficiencia en bagre.

Vitamina	Signos de deficiencia	Uni- dad	Requiri- miento
<b>LIPOSOLUBLES</b>			
A	Exoftalmia, edema, acidez	IU	1000-2000
D	Baja ceniza en huesos	IU	250-1000
E	Depigmentación de la piel, diatesis exudativa, distrofia muscular, hemólisis eritrocítica, hemosiderosis esplénica y pancreática	IU	50
K	Hemorragia de la piel, tiempo de clotting prolongado	mg	R <sup>a</sup>
<b>HIDROSOLUBLES</b>			
Tiamina	Color de la piel obscuro, desorden neurológico	mg	1.0
Riboflavina	Enanismo, cuerpo corto	mg	9.0
Piridoxina	Coloración azul-verdoso, tétano, desorden nervioso.	mg	3.0
Acido pantoténico	Agallas clubbed, anemia y piel erosionada, barbas, aletas y hocico más bajos.	mg	15
Niacina	Anemia, lesiones de la piel y aletas, exoftalmia	mg	14
Biotina	Anemia, depigmentación de la piel, actividad de la carboxilasa piruvato del hígado reducida	mg	R
Acido fólico	No demostrado	mg	R
B <sub>12</sub>	Hematocrito reducido	mg	R
Colina	Intestino y riñón hemorrágico, hígado grasoso.	mg	400
Inositol	No demostrado	mg	NR <sup>b</sup>
Acido ascórbico	Hematocrito reducido, escoliosis, lordosis, se incrementa la susceptibilidad a infecciones bacterianas, formación de colágeno de los huesos reducido, hemorragia externa e interna.	mg	60

<sup>a</sup> R= Requerido.

<sup>b</sup> NR= No requerido.

Fuente: Robinson E.H.; 1989; Channel Catfish Nutrition; Review s in Aquatic Sciences I:365-391.

**Tabla 59.- Signos de deficiencias de minerales y niveles mínimos requeridos para prevenir signos de deficiencia en bagre.**

Mineral	Signos de Deficiencia <sup>a</sup>	Requerimientos
<b>MACROMINERALES</b>		
Calcio	Ceniza de huesos reducida	BND <sup>b</sup> <0.1 %, 0.45 % <sup>c</sup>
Fósforo	Reducida mineralización de huesos	0.45 % <sup>b</sup>
Magnesio	Flaccidez muscular, lentitud, magnesio del cuerpo entero, suero y huesos reducido.	0.04 %
Sodio, potasio, cloro y azufre	No determinados	BND
<b>MICROMINERALES</b>		
Cobalto	No determinado	No determinado
Yodo	No determinados	No determinado
Zinc	Actividad de la fosfatasa alcalina del suero y zinc del suero reducidos, calcio y zinc de los huesos reducida	20 mg/Kg
Selenio	Actividades de la glutatión peroxidasa dependiente del selenio del plasma e hígados reducidos	0.25 mg/Kg
Manganeso	No detectado	≤ 2.40 mg/Kg
Fierro	Conteo de eritrocitos, hematocrito y hemoglobina reducidos, niveles de saturación de transferencia y fierro del suero reducidos	30.0 mg/Kg
Cobre	Dismutasa superóxido cobre-zinc hepático reducidos, actividades de la oxidasa citocromo C del corazón reducidas	5.00 mg/Kg

<sup>a</sup> Anorexia, pobre ganancia en peso e incremento en la mortalidad son signos de deficiencia comunes para la mayoría de deficiencias en minerales.

<sup>b</sup> Bajo nivel de detección bajo condiciones de cultivo normales.

<sup>c</sup> Determinadas en aguas de cultivo libres de calcio.

<sup>d</sup> Expresado como fósforo disponible.

Fuente: Robinson E.H.; 1989; Channel Catfish Nutrition; Review in Aquatic Sciences 1:365 - 391.

Wilson R.P., 1991, Channel Catfish Nutrition ; Review in Handbook of Nutrient Requirements of

Finfish,:35-53.

Tabla 60.- Restricciones para formulación a mínimo costo para alimentos de crecimiento para bagre.<sup>a</sup>

Calificativo	Restricción	cantidad	Unidades
Proteína cruda	Mín.	28	%
Fibra cruda	Máx.	7	%
Lípidos	Máx.	6	%
Fósforo disponible	Mín.	0.4	%
	Máx.	0.7	%
Energía digestible	Mín.	2.8	KCal/g
	Máx.	3	KCal/g
Lisina disponible	Mín.	1.42	%
Metionina disponible	Mín.	0.26	%
Metionina + Cistina disponibles	Mín.	0.64	%
Granos o subproductos de granos	Mín.	25	%
Harina de algodón <sup>b</sup>	Máx.	15	%
Har. de pescado entero	Mín.	2	%
Proteína animal dif. al pescado	Mín.	2	%
Xantofilas	Máx.	11	mg/Kg
Premix vitaminas <sup>c</sup>	incluído	0.5	%
Premix minerales traza <sup>c</sup>	incluído	0.5	%

<sup>a</sup>Fuente: Robinson, E.H. 1989. Channel Catfish Nutrition. Reviews in Aquatic Sciences 1:365-391 y Robinson E.H. and M.H. Li. 1995. Reviews in Aquaculture Magazine May/June:44-53.

<sup>b</sup>Pueder usarse niveles más altos si se suplementa con lisina.

<sup>c</sup>Recomendaciones conocidas dadas en tabla 58 y 59 .

Tabla 61.- Tablas de alimentación máxima sugerida y frecuencia de alimentación par alevines o pececillos y para bagre food-size a diferentes temperaturas de agua.

Temp. del agua (°C)	Alevines		Peces food-zise	
	Frecuencia	Tasa (%)	Frecuencia	Tasa (%)
31 y por arriba	2 veces/día	2	1 vez/día	1
26-30	4 veces/día	6	2 veces/día	3
20-25	2 veces/día	3	1 vez/día	2
14-19	1 vez/día	2	1 vez/día	2
10-13	Días alternados	2	Días alternados	1
9 y abajo	Cada 3o o 4o. día	1	Cada 3o o 4o. día	0.5

Fuente: Wilson R.P., 1991, Channel Catfish Nutrition ; Review s in Handbook of Nutrient Requirements of Finfish,: 35-53.

Tabla 62.- Niveles de nutrientes recomendados para alimentos de crecimiento para bagre.

Nutriente	Nivel Recomend.	Unidad	Comentarios
Proteína	28-32	%	Puede variar dependiendo de la talla del pez, nivel de energía dietario, prácticas de manejo.
Aminoácidos indisp.			
Lisina	5.1	% de prot.	Requerimientos presentados en tabla 57. Generalmente, si los requerimientos de lisina y aminoácidos sulfurados son conocidos, otros aminoácidos serán necesarios, usando al menos ingredientes de uso común en alim. para bagre.
Metionina + cistina	2.3		
Energía digestible	8-10	Kcal/gr	Usar carbohidratos y lípidos como fuente de energía para proteína de reserva para crecimiento.
Lípidos	≤ 6	%	El nivel óptimo no está bien definido, necesario suplementar con ácidos grasos esenciales, considerar efectos sobre la calidad del producto y de manufactura de alimentos: mezclas de grasas animales y vegetales, aceite de bagre u otros aceites de pescado pueden ser usados, altos niveles de aceites de pescados marino puede impartir un sabor "fishy" a la carne.
Carbohidratos	25-35	%	No hay requerimientos dietarios. Alimentos flotantes requieren al menos 25 % de granos para blindaje y buena expansión. Uso de granos o subproductos de granos molidos.
Fibra cruda	6-8	%	Niveles deben ser bajos (<6-8 %) porque es indigestible.
Vitaminas			
Tiamina	11	mg/Kg	Se usa generalmente mononitrato de tiamina .
Riboflavina	13	mg/Kg	
Piridoxina	11	mg/Kg	Se usa generalmente HCl piridoxina .
Acido Pantoténico	35	mg/Kg	Se usa generalmente d-pantotenato de calcio.
Acido nicotínico	88	mg/Kg	Puede ser usado Ac. Nicotínico o nicotinamida.
Biotina	No		Requerido, pero parece que el alimento contiene cantidades adecuadas de biotina sin adición de suplemento.
Acido fólico	2.2	mg/Kg	
B <sub>12</sub>	0.01	mg/Kg	Requerido, pero cantidades desconocidas. Es sintetizado en el intestino de bagre en presencia de cobalto.
Cloruro de colina (70 %)	275	mg/Kg	Requerimiento determinado usando dietas bajas en metionina. Ningún requerimiento fue demostrado para crecimiento, pero hay problemas de hígado graso en dietas libres de colina. Es abundante en ingredientes, pero es desconocida su disponibilidad biológica. Algunos fabricantes de alimento no usan suplementos de colina.
Inositol	No		Requerimiento no demostrado.
Acido ascórbico <sup>o</sup>	200	mg/Kg	Particularmente sensible a la destrucción durante la manufactura de alimento. Concentración final en el alimento debe estar arriba de los 100 mg/Kg.
A	4400	IU/Kg	Se usa generalmente el acetato ester para mejorar la estabilidad durante el proceso de alimento.
D <sub>3</sub>	2200	UI/Kg	Se usó Esterol animal D-activado como fuente de D3.
E	66	UI/Kg	Se usa DL-alfa-acetato-tocoferol para mejorar la estabilidad.
K	4.4	mg/Kg	Requerido, pero nivel desconocido. Se usa Bisulfito de sodio menadion .

Tabla 62 .- Continuación.

Nutriente	Nivel Recomend.	Unidad	Comentarios
Minerales			
Calcio	No		El bagre absorbe calcio del agua. Requerimiento de 0.45 % es requerido en agua libre de calcio. Con el calcio del agua y el que está inherente en la dieta, no es necesario ningún suplemento adicional.
Fósforo disponible	0.4-0.5	%	Cerca de 1/3 del P de las plantas y 1/2 de P animal es disponible para bagre. Se usa gralte. Fosfato dicálcico como fuente de fosfato en alimentos para bagre.
Magnesio	No		No es necesario suplementar. Abundante en ingredientes.
Sodio, Potasio y cloro	No		No es necesario suplementar. Abundante en ingredientes.
Azufre	No		No es necesario suplementar.
Cobalto	0.05	mg/Kg	Se usa Carbonato de cobalto para asegurar niveles adec.
Yodo	2.4	mg/Kg	Se usa Yodato de calcio para asegurar niveles adecuados.
Zinc	200	mg/Kg	Acido fítico en alimentos reduce su disponibilidad. Se usa óxido de zinc.
Selenio	0.1	mg/Kg	El nivel máximo permitido por FDA es 0.1 mg/Kg
Manganeso	25	mg/Kg	Acido fítico en alimentos reduce su disponibilidad. Se usa óxido de manganeso.
Fierro	30	mg/Kg	Se usa Sulfato ferrico y carbonato ferroso.
Cobre	5	mg/Kg	Se usa sulfato de cobre como suplemento.

<sup>a</sup>Recomendaciones son para peces avanzados (40-50 g) a talla de mercado (0.5 Kg o más grandes),

<sup>b</sup>Recomendación para Ac. Ascórbico se basa en el uso de Etil celulosa o una forma cubierta con grasa. Al usar una forma de vitamina más estable, varía acorde el nivel recomendado. Una forma no cubierta se recomienda 375.6 mg/Kg.

Fuentes: Robinson ,E.H. 1989. Channel Catfish Nutrition. Reviews in Aquatic Sciences 1:365-391 y Robinson E.H. and M.H. Li. 1995. Reviews in Aquaculture Magazine May/June:44-53

**ANEXO 6 .- PROVEEDORES DE INGREDIENTES  
EMPLEADOS EN DIETAS EXPERIMENTALES  
PARA BAGRE.**

**PROVEEDORES DE INGREDIENTES EMPLEADOS EN DIETAS  
EXPERIMENTALES PARA BAGRE.**

Ingrediente	Presentación	<sup>a</sup> Costo \$/Kg	Proveedor	Ubicación de la planta
Pasta de Soya	Granel	2.36	PROTEINAS NATURALES S.A. de C.V.	Guadalupe, N.L.
Aceite de Soya	Granel	4.50	PROTEINAS NATURALES S.A. de C.V.	Guadalupe, N.L.
Sorgo	Granel	1.25	Forrajera Local	Abasolo, Tamps.
Harina de Subprod. Anim.	Sacos de 40 Kg	1.10	APELSA, S.A. de C.V.	El Carmen, N.L.
Harina de Sangre	Sacos de 40 Kg	2.00	APELSA, S.A. de C.V.	El Carmen, N.L.
Subproductos de Pescado	Granel	0.50	ACUMEX, S.A. de C.V. DEPISA	Abasolo, Tamps.
Premix Vitamins	Sacos de 25 Kg	33.00	TECNICAS NUTRICIONALES S.A. de C.V.	San Nicolás de los Garza, N.L.
Premix de Minerales	Sacos de 25 Kg	3.60	TECNICAS NUTRICIONALES S.A. de C.V.	San Nicolás de los Garza, N.L.
<sup>b</sup> Antifúngico Dresen	Sacos de 25 Kg	17.00	TECNICAS NUTRICIONALES S.A. de C.V.	San Nicolás de los Garza, N.L.
<sup>c</sup> Antioxidante Redox	Sacos de 25 Kg	5.00	TECNICAS NUTRICIONALES S.A. de C.V.	San Nicolás de los Garza, N.L.

<sup>a</sup>Costos del mes de Marzo de 1996.

<sup>b</sup>Antifúngico Dresen Propical (Propionato de Calcio):

Ingredientes :

Ac. Propiónico	80 %
Hidróxido de Calcio	20 %

Dosis recomendadas:

Alimentos balanceados :	0.50-1.00	Kg/Ton.
Alimentos semihumedos:	0.75-1.50	Kg/Ton.

<sup>c</sup>Antioxidante Redox

Dosis recomendadas:

Alimentos balanceados:	130-180	g/ton.
------------------------	---------	--------



