

TABLA 1. REQUERIMIENTOS PROTEINICOS EN PECES (% dieta seca)
(Tacon, 1987).

Especie	Req. Prot.	Tamaño de clase (1)	Régimen de aliment. (2)	Sistema de cultivo (3)
<i>Oreochromis</i>				
<i>O. mossambicus</i>	40	cria	6 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>O. niloticus</i>	35	alevin	15 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>O. niloticus</i>	28-30	al./cr.	6 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>O. niloticus</i>	25	cria	3.5 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>O. niloticus</i>	35	cria	4 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>O. niloticus</i> /a	19-29	juvenil	3 %/pc/d	c.abier./jaula
<i>O. niloticus</i> /b				
<i>O. aureus</i>	30	cria	6 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>O. aureus</i>	36	cria	8.8 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>O. aureus</i>	56	alevin	20 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>O. aureus</i>	34	cria	10 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>Aureus hybridus</i>	30	engorda	2-2.5%/pc/d	c.abier./estan.
<i>Tilapia zilli</i>	35	cria	5 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>T. zilli</i>	35-40	cria	4 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>Cyprinus</i>				
<i>C. carpio</i>	35	engorda	5 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>C. carpio</i>	34	cria	Ad Lib.	b.techo/tanque
<i>C. carpio</i>	38	cria	Ad Lib.	b.techo/tanque
<i>Ictalurus</i>				
<i>I. punctatus</i> /c	35	engorda	f.1-4%/pc/d	c.abier./jaula
<i>I. punctatus</i> /d	29-42	engorda	f.1-4%/pc/d	c.abier./estan.
<i>I. punctatus</i> /e	45	engorda	35-40kg/ha/d	c.abier./estan.
<i>I. punctatus</i>	25	engorda	Ad Lib.	b.techo/tanque
<i>I. punctatus</i>	36	cria	3 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>I. punctatus</i> /f	25	juvenil	f.3-4%/pc/d	c.abier./estan.
<i>I. punctatus</i>	35	juv./eng.	3 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>Ctenopharyngodon</i>				
<i>idella</i>	41-43	alevin	Fijo	b.techo/tanque
<i>Mugil capito</i>	24	cria	Ad Lib.	b.techo/tanque
<i>Alossa</i>				
<i>sapidissima</i>	42.5	cria	Ad Lib.	c.abier./tanque
<i>Pangasius</i>				
<i>sutchi</i>	25	ale./cri.	10 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>Chanos chanos</i>	40	alevin	10 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>Channa</i>				
<i>micropeltes</i>	52	alevin	2 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>Fugu rubripes</i>	50	cria	10 %/pc/d	b.techo/tanque
<i>Morone saxatilis</i>	47	cria	Ad Lib.	b.techo/tanque

TABLA 1. CONTINUACION

Especie	Req. Prot.	Tamaño de clase (1)	Régimen de aliment. (2)	Sistema de cultivo (3)
<i>Chrysophrys</i>				
<i>aurata</i>	38.5	cri./juv.	Ad Lib.	b.techo/tanque
<i>M. saxatilis</i> /g	55	cria	Ad Lib.	b.techo/tanque
<i>Anquilla</i>				
<i>japonica</i>	44.5	cria	Ad Lib.	b.techo/tanque
<i>Micropterus</i>				
<i>dolomieu</i>	45.2	ale./cri.	Ad Lib.	b.techo/tanque
<i>Micropterus</i>				
<i>salmoides</i>	40-41	cria	Ad Lib.	b.techo/tanque
<i>Pleuronectes</i>				
<i>platessa</i>	50	juvenil	Ad Lib.	b.techo/tanque
<i>Salvelinus</i>				
<i>alpinus</i>	36-44	juv./eng.	Ad Lib.	b.techo/tanque
<i>Salmo</i>				
<i>S. gairdneri</i>	42	engorda	Fijo (?)	b.techo/tanque
<i>S. gairdneri</i> /h	42	cri./juv.	Fijo	b.techo/tanque
<i>S. gairdneri</i> /i	40-45	cri./juv.	Ad Lib.	b.techo/tanque

- 1- Tamaño de clase de los peces: alevin (ale.) 0-0.5 g; cria (cri.) 0.5-10 g; juvenil (juv.) 10-50 g; engorda (eng.) 50 g en adelante.
 - 2- Régimen de alimentación: %pc/d = suministro de alimento fijo (f.) expresado como porcentaje de peso corporal por día; o Ad Libitum (a saciedad) suministrado de 2 a 4 veces al día.
 - 3- Sistema de cultivo: bajo techo (b.techo); tanque; cielo abierto (c.abierto); jaula; estanque (estan.).
- a- No existe diferencia en el requerimiento proteínico a las tres densidades de siembra de 400, 600 y 800 peces/m², usando jaulas de 5 m².
- b- Estanques rústicos de 200 m², densidad de siembra de dos peces/m², estanques fertilizados con desechos de aves a razón de 5 kg/estanque/semana.
- c- Densidad de siembra de peces a razón de 300 m².
- d,e- Densidad de siembra de peces a razón de 9880/Ha.
- f- Estanques recubiertos con plástico, sembrados a una densidad de 3000-3700/Ha.
- g- Se reportó un incremento en los requerimientos proteínicos para crías de lobina rayada, de 47% a 55% al aumentar la temperatura del agua de 20.5°C a 24.5°C.
- h- Suministro de alimento fijo en todos los tratamientos, equivalente al consumo Ad libitum más bajo.
- i- Se dice que los requerimientos proteínicos incrementaron de 40% a 45% con un aumento en la salinidad.

Tabla 2. REQUERIMIENTOS PROTEINICOS DEL BAGRE DE CANAL A DIFERENTES TAMAÑOS.

Proteína dieta (g/Kg)	Energía digestible (Kj/Kg)	PECES PEQUEÑOS		PECES GRANDES	
		Peso inicial (g)	Peso final (g)	Peso inicial (g)	Peso final (g)
250	9.7	14	97	114	526
350	10.7	14	121	114	497

Tabla 3. REQUERIMIENTOS CUANTITATIVOS DE AMINOACIDOS ESPECIALES (AAE) DE ALGUNAS ESPECIES SELECTAS DE PECES. LOS VALORES SON EXPRESADOS EN ORDEN, COMO PORCENTAJE DE LA PROTEINA EN LA DIETA Y COMO PORCENTAJE EN LA DIETA SECA. (EL DENOMINADOR REPRESENTA EL PORCENTAJE DE PROTEINA EN LA DIETA)

ESPECIE	PERFIL DE AMINOACIDOS (AA) SIMULADOS DE LA FUENTE PROT.	REGIMEN DE ALIMENTACION	PESO CORPORAL	
			INICIAL (g)	ARGININA
<i>Cyprinus carpio</i>	Caseína:gelatina (38:12)	Ad lib.	0.5 - 4.0	3.3 (1.3/38.5)
<i>C. carpio</i>	Calculado	3 %pc/d. /20-25°C	62 - 72	3.8 (1.52/40)
<i>Ictalurus punctatus</i>	Huevo de gallina entero	3 %pc/d. 3a/d	2 - 10	4.3 (1.03/24)
<i>Oreochromis mossambicus</i>	Marina de pescado mixta	4 %pc/d. 3a/d	1.7	4.0 (1.59/40)
<i>Salmo gairdneri</i>	Huevo de gallina entero	?	12 - 14	4.0 (1.4/35)
<i>S. gairdneri</i>	Huevo de gallina entero	Fija (?)	1 - 2	5.4-5.9(2.5-2.8/47)
<i>S. gairdneri</i>	Marina de pescado	4.5 %pc/d. 3a/d	1.5 - 9	-
<i>S. gairdneri</i>	Zeína:Marina pescado (1:1)	Ad lib. 4a/d	20 - 30	3.43 (1.2/35)
<i>S. gairdneri</i>	Caseína:gelatina (3:2)	2 %pc/d. 3a/d	27	-
<i>S. gairdneri</i>	Músculo blanco de bacalao	2-5 %pc/d. 4a/d	5 - 14	3.5-4.0(1.6-1.8/45)
<i>S. gairdneri</i>	Calculado	3 %pc/d./15-18°C	68 -127	3.5 (1.4/40)
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Huevo de gallina entero	Ad lib. 3a/d	2 - 4	6.0 (2.4/40)
<i>O. keta</i>	Proteína del tejido del pez	Ad lib. 2a/d	1.1	-
<i>O. keta</i>	Proteína del tejido del pez	Ad lib. 2a/d	1.1	-
<i>O. kisutch</i>	Huevo de gallina entero	Ad lib. 3a/d	2 - 4	6.0 (2.4/40)
<i>Anguilla japonica</i>	?	?	?	3.9 (1.7/42)
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Marina de pescado mixta	1.5 %pc/d. 2a/d	35	-

Tabla 3. CONTINUACION.

ESPECIE	HISTIDINA	ISOLEUCINA	LEUCINA	LISINA	METIONINA ²	METIONINA ³
<i>C. carpio</i>	2.1 (0.8/38.5)	2.5 (0.9/38.5)	3.3 (1.3/38.5)	5.7 (2.2/38.5)	2.1 (0.8/38.5)	3.1 (1.2/38.5)
<i>C. carpio</i>	1.4 (0.56/40)	2.3 (0.92/40)	4.1 (1.64/40)	5.3 (2.12/40)	1.6 (0.64/40)	-
<i>I. punctatus</i>	1.54 (0.37/24)	2.58 (0.62/24)	3.5 (0.84/24)	5.1 (1.5/30)	1.34 (0.32/24)	2.34 (0.56/24)
<i>O. mossambicus</i>	-	-	-	4.1 (1.62/40)	1.33(0.53/40)	-
<i>S. gairdneri</i>	-	-	-	3.7 (1.3/35)	-	-
<i>S. gairdneri</i>	-	-	-	6.1 (2.9/47)	-	-
<i>S. gairdneri</i>	-	-	-	4.3 (1.95/45)	-	-
<i>S. gairdneri</i>	1.6 (0.64/40)	2.4 (0.96/40)	4.4 (1.76/40)	5.3 (2.12/40)	1.8 (0.72/40)	-
<i>O. tshawytscha</i>	1.8 (0.7/40)	2.2 (0.9/41)	3.9 (1.6/41)	5.0 (2.0/40)	1.5 (0.6/40)	-
<i>O. keta</i>	1.6 (0.7/40)	-	-	4.8 (1.9/40)	-	-
<i>O. kisutch</i>	1.7 (0.7/40)	-	-	-	-	-
<i>A. japonica</i>	1.9 (0.8/42)	3.6 (1.5/42)	4.8 (2.0/42)	4.8 (2.0/42)	2.1 (0.9/42)	2.9 (1.2/42)

ESPECIE	FENILALANINA ⁴	FENILALANINA ⁵	TREONINA	TRIPTOFANO	VALINA
<i>C. carpio</i>	3.4 (1.3/38.5)	6.5 (2.5/38.5)	3.9 (1.5/38.5)	0.8 (0.3/38.5)	3.6 (1.4/38.5)
<i>C. carpio</i>	2.9 (1.16/40)	-	3.3 (1.32/40)	0.6 (0.24/40)	2.9 (1.16/40)
<i>I. punctatus</i>	2.0 (0.5/24)	5.0 (1.2/24)	2.2 (0.53/24)	0.5 (0.12/24)	2.96 (0.71/24)
<i>O. mossambicus</i>	-	-	-	-	-
<i>S. gairdneri</i>	-	-	-	-	-
<i>S. gairdneri</i>	-	-	-	-	-
<i>S. gairdneri</i>	-	-	-	-	-
<i>S. gairdneri</i>	-	-	-	-	-
<i>S. gairdneri</i>	-	-	-	-	-
<i>S. gairdneri</i>	-	-	-	0.45 (0.25/55)	-
<i>S. gairdneri</i>	3.1 (1.24/40)	-	3.4 (1.36/40)	0.5 (0.2/40)	3.1 (1.24/40)
<i>O. tshawytscha</i>	4.1 (1.7/41)	-	2.2 (0.9/40)	0.5 (0.2/40)	-
<i>O. keta</i>	-	-	3.0 (1.2/40)	-	-
<i>O. keta</i>	-	-	-	0.73 (0.29/40)	-
<i>O. kisutch</i>	-	-	-	0.5 (0.2/40)	-
<i>A. japonica</i>	2.9 (1.2/42)	5.2 (2.2/42)	3.6 (1.5/42)	1.0 (0.4/42)	3.6 (1.5/42)
<i>D. labrax</i>	-	-	-	-	-

- 1- Régimen de alimentación: indica el nivel de alimentación y número de alimentos al día.
- 2- En la presencia de cistina en la dieta (a, 2%; b, 0.24%; c, 1%; d, 1%; e, 0.3%; f, 2%; g, 0.74%; h, 1%).
- 3- En ausencia de cistina en la dieta.
- 4- En presencia de tirosina en la dieta (h, 1%; i, 1%; j, 0.4%; k, 2%).
- 5- En ausencia de tirosina en la dieta.
- 6- Calculado en base a la deposición de AAE en el tejido corporal; cuando se les suministró una fuente proteínica completa con un alto valor biológico, cuya digestibilidad fue de 80%.

TABLA 4. PATRON DE REQUERIMIENTOS PROMEDIO DE AAE (%) Y PATRON DE AAE (%) EN EL TEJIDO CORPORAL DEL PEZ.

Aminoácido esencial	Requerimiento de pez (Ogino, 1980)	Perfil del AAE en el cadáver
Treonina	10.6	9.2
Valina	9.5	9.5
Metionina	5.4	5.5
Isoleucina	7.5	8.0
Leucina	13.5	14.6
Fenilalanina	9.5	8.3
Lisina	16.8	16.9
Histidina	4.8	5.2
Arginina	11.6	12.3
Triptofano	1.7	1.7
Cistina *	2.7	2.0
Tirosina *	6.5	6.6

FUENTE: Modificado de Tacon, 1987.
* Aminoácidos no esenciales. Todos los valores se expresan como (%) de AAE mas la cistina y tirosina.

TABLA 5. REQUERIMIENTOS DE AAE A INCLUIR EN LA DIETA DE PECES. CALCULADOS A DIFERENTES NIVELES PROTEINICOS. (VALORES EXPRESADOS COMO PORCENTAJE DE LA DIETA)

AMINOACIDOS Esenciales	NIVEL PROTEINICO EN LA DIETA (%)							PATRON DE AAE CADAVER
	25	30	35	40	45	50	55	
Arginina	1.07	1.29	1.51	1.72	1.94	2.15	2.37	12.3
Histidina	0.45	0.55	0.64	0.73	0.82	0.91	1.00	5.2
Isoleucina	0.70	0.84	0.98	1.12	1.26	1.40	1.54	8.0
Leucina	1.28	1.53	1.79	2.04	2.30	2.55	2.81	14.6
Lisina	1.49	1.77	2.07	2.37	2.66	2.96	3.25	16.9
Metionina	0.48	0.58	0.67	0.77	0.87	0.96	1.06	5.5
Cistina *	0.17	0.21	0.24	0.28	0.31	0.35	0.38	2.0
Fenilalanina	0.73	0.87	1.02	1.16	1.31	1.45	1.60	8.3
Tirosina *	0.58	0.69	0.81	0.92	1.04	1.15	1.27	6.6
Treonina	0.80	0.97	1.13	1.29	1.45	1.61	1.77	9.2
Triptofano	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	1.7
Valina	0.83	1.00	1.16	1.33	1.50	1.66	1.83	9.5

* Aminoácidos no esenciales.

TABLA 6. CRECIMIENTO DEL BAGRE DE CANAL Y TRUCHA A BASE DE DIETAS EN LAS QUE EL COMPONENTE PROTEINICO FUE UNICAMENTE PROTEINA O UNA MEZCLA DE AMINOACIDOS Y PROTEINAS. (Porcentaje de incremento en relación al peso inicial).

	BAGRE	TRUCHA
24.0% proteína entera de huevo	319	---
5.7% proteína + 22% de AA libres	189	---
50.0% de caseína	---	312
25.0% de caseína + AA libres	---	204

TABLA 7. SCORE QUINICO Y AMINOACIDOS ESENCIALES LIMITANTES DE ALGUNOS ALIMENTOS PROTEINICOS COMUNMENTE UTILIZADOS.

INGREDIENTES	Tre	Val	Met	Cis	Ile	Leu	Fen	Tir	Lis	His	Arg	Tri	AAL	z
Garbanzo	64	89	63	104	119	110	113	85	72	100	165	129	Met	
" 'Hung'	59	110	54	48	127	121	124	94	79	114	123	123	Cis	
" 'Cow'	65	103	61	59	116	116	116	100	75	127	134	129	Cis	
Lupino amarillo	66	81	20	126	117	125	85	94	64	117	192	135	Met	
Haba	84	110	57	74	135	118	125	106	72	112	98	106	Met	
Frijol ancho	77	103	30	41	115	118	99	118	77	98	160	118	Met	
Habichuela	80	103	43	67	120	121	118	83	92	127	104	129	Met	
Cártamo	68	125	63	141	111	99	101	100	43	121	181	118	Lis	
'Crambe'	98	121	67	218	117	104	83	86	66	104	111	200	Lis	
Semilla de palma	62	113	94	133	95	89	72	78	41	98	225	311	Lis	
Semilla de algodón	65	102	52	118	92	94	122	89	52	117	205	141	Met/Lis	
Girasol	65	124	83	137	115	104	109	91	42	119	159	165	Lis	
Linaza	71	122	93	156	111	90	105	92	43	100	174	182	Lis	
Ajonjolí	58	98	109	148	91	105	86	114	33	114	211	153	Lis	
Coco	65	114	71	96	115	112	95	92	37	81	217	123	Lis	
Cacahuete	55	99	39	133	117	100	107	117	53	100	196	141	Met	
Nabo silvestre	93	118	83	70	113	116	94	77	74	131	112	159	Cis	
Soya	74	101	46	130	128	115	105	97	76	105	123	176	Met	
Concentrado prot. de papa	89	125	63	96	128	120	112	149	74	73	73	118	Met	
Concentrado prot. folial	84	127	57	56	112	120	122	129	71	90	96	141	Cis	
Spirulina <i>maxima</i>	87	136	52	30	159	118	105	123	55	75	111	165	Cis	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	93	116	63	85	139	112	91	108	86	106	89	141	Met	
<i>Torulopsis utilis</i>	94	118	54	81	144	98	137	117	84	104	86	118	Met	
<i>H. aethylotronus</i>	97	134	89	59	115	107	115	138	71	83	84	118	Cis	
Huevo de gallina	77	125	100	130	132	109	97	98	78	92	96	135	Tre	
Músculo de peces	83	98	98	85	108	110	80	117	101	121	97	135	Fen	
Harina de pescado (arenque)	76	127	109	78	117	107	80	95	89	96	111	123	Tre	
Harina de pescado (blanca)	81	106	104	93	121	109	81	94	90	94	116	129	Tre/Fen	

TABLA 7. CONTINUA

INGREDIENTES	Tre	Val	Met	Cis	Ile	Leu	Fen	Tir	Lis	His	Arg	Tri	AAL	z
Concentrado protein. pescado	83	110	118	* 63	127	109	85	103	92	90	95	153	Cis	
Ensilado de pescado	98	122	72	72	101	129	120	94	98	121	108	* 59	Trp	
Harina de camarón	83	97	109	85	112	106	95	105	86	73	134	106	His	
Harina de carne y huesos	77	128	* 59	89	109	113	88	* 60	86	100	150	88	Met	
Harina de sangre	* 69	158	* 23	* 52	* 24	162	124	* 69	89	214	* 62	123	Ile	
Harina de hígado	76	135	72	89	105	121	109	106	71	98	105	153	Lis	
Harina de subproductos aves	76	125	81	141	132	123	80	* 60	71	87	134	112	Tir	
Harina de pluma hidrolizada	91	164	* 24	289	131	124	78	86	* 33	* 50	147	76	Met	
Harina de lombriz	107	99	106	* 52	112	124	84	106	79	125	98	82	Cis	
Larvas de mosca	75	103	72	* 52	96	90	128	218	77	127	82	147	Cis	

1- Score basado en la comparación de los requerimientos promedio de aminoácidos esenciales (AAE) de trucha arco-iris y carpa. Los requerimientos promedio de AAE (expresados como % del total de AAE) son: Treonina 10.6; Valina 9.5; Metionina 5.4; Cistina 2.7; Isoleucina 7.5; Leucina 13.5; Fenilalanina 9.5; Tirosina 6.5; Lisina 16.8; Arginina 11.6; Triptofano 1.7 e Histidina 4.8.

2- Primer aminoácido limitante.

*- Aminoácidos esenciales limitantes (presentes por debajo de 30% del requerimiento promedio del pez).

TABLA 8. PATOLOGIAS CAUSADAS POR DIFERENCIAS DE AMINOACIDOS ESENCIALES.

AAL *	ESPECIE	SIGNOS POR DEFICIENCIA
Lisina	<u>Salmo gairdneri</u> <u>Cyprinus carpio</u>	Erosión de aleta dorsal/caudal, aumento en la mortalidad. Aumento en la mortalidad.
Metionina	<u>S. gairdneri</u> <u>S. salar</u>	Cataratas. Cataratas.
Triptofano	<u>S. gairdneri</u>	Escoliosis; lordosis; calcinosis renal; cataratas; erosión de aleta caudal; disminución en el contenido lipídico del cadáver; elevadas concentraciones de Ca, Mg, Na y K en el cadáver.
Misceláneos	<u>Oncorhynchus nerka</u> <u>O. keta</u> <u>C. carpio</u>	Escoliosis. Escoliosis / lordosis. Aumento en mortalidad e incidencia de lordosis observada con una deficiencia de leucina, isoleucina, lisina, arginina e histidina.

FUENTE: Tacon, 1987.

B. NECESIDADES NUTRICIONALES DE CRUSTACEOS: PROTEINAS Y AMINOACIDOS

Dra. Elizabeth Cruz, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Resumen

Los requerimientos protéicos de los crustáceos y especialmente de los camarones peneidos, son los más estudiados, sobre todo por el valor económico que la proteína representa dentro de la dieta.

Según las especies y los autores, los niveles de proteína que aseguran un crecimiento óptimo varían de 28 a 55% del alimento o el equivalente a un 30 - 70% de energía bruta contenida en la dieta en forma de proteína. Este elevado requerimiento es generalmente atribuido a los hábitos carnívoros/omnívoros de los camarones, y al uso preferencial de la proteína, en vez de carbohidratos, como fuente de energía en la dieta. Las diferencias interespecificas están ligadas principalmente a los hábitos alimenticios y a la edad. Aunque una parte importante de estas variaciones se debe a las características de los alimentos usados y muy particularmente a la calidad de las proteínas alimentarias.

Desde un punto de vista cualitativo, los aminoácidos esenciales son los mismos que en los vertebrados. Las proteínas de mejor calidad son aquellas que presentan un perfil de aminoácidos esenciales más cercano a los requerimientos, (en el caso de los camarones, determinados teóricamente a partir del tejido de una almeja considerada como excelente alimento para camarón).

Sin embargo, las diferencias de valor biológico, de las diferentes fuentes de proteínas no siempre están explicadas por su composición en aminoácidos. Ciertas proteínas, como la proteína de calamar, estimulan el crecimiento por mecanismos aún desconocidos.

1. INTRODUCCION

La proteína de la dieta es utilizada con varios fines fundamentales: mantenimiento, reparación de tejidos, crecimiento o formación de nuevas proteínas estructurales funcionales como hormonas, enzimas y una gran variedad de otras sustancias biológicamente importantes como anticuerpos y hemoglobina.

Además la proteína de la dieta puede ser catabolizada como una fuente de energía o puede servir como un sustrato para la formación de carbohidratos o lípidos de tejidos.

El uso de la proteína dietética con estos fines depende de la calidad de la proteína, así como, de la relación energía/proteína de la dieta, donde los lípidos y los carbohidratos juegan un papel importante.