

PROGRAMA COOPERATIVO GUBERNAMENTAL

FAO-ITALIA

PROYECTO AQUILA II

GCP/RLA/102/ITA

DOCUMENTO DE CAMPO No. 4

**NUTRICION Y ALIMENTACION
DE PECES Y CAMARONES
CULTIVADOS**

MANUAL DE CAPACITACION



**ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA
AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION**

CONTENIDO

	Página
PRIMERA PARTE (Nutrientes esenciales)	1
1. INTRODUCCION	2
2. NUTRIENTES ESENCIALES - PROTEINAS Y AMINOACIDOS	4
2.1 Proteínas	4
2.1.1 Composición	4
2.1.2 Estructura	4
2.1.3 Propiedades químicas	4
2.1.4 Clasificación	5
2.2 Función de las proteínas	5
2.3 Requerimientos proteínicos	6
2.3.1 Nivel proteínico óptimo en la dieta	6
2.3.2 Factores abióticos-temperatura y salinidad	11
2.4 Aminoácidos	12
2.5 Función de los aminoácidos	13
2.6 Requerimientos de aminoácidos	13
2.6.1 Nivel óptimo de aminoácidos esenciales en la dieta	14
2.6.2 Utilización de aminoácidos libres	22
2.6.3 Composición de aminoácidos y calidad de la proteína	24
2.7 Evaluación de la calidad proteínica	25
2.8 Constituyentes nitrogenados no proteínicos	28
2.9 Patologías causadas por proteínas y aminoácidos	28
2.9.1 Deficiencias dietéticas de aminoácidos esenciales	28
2.9.2 Toxicidad de aminoácidos no esenciales	31
3. NUTRIENTES ESENCIALES - LIPIDOS	32
3.1 Lípidos	32
3.1.1 Clasificación	32
3.1.2 Función general	32
3.2 Grasas y aceites	33
3.2.1 Composición	34
3.2.2 Estructura y clasificación de los ácidos grasos	35
3.2.3 Biosíntesis de ácidos grasos	36
3.2.4 Requerimientos de ácidos grasos esenciales	37

3.3	Fosfolípidos	39
3.3.1	Estructura y función	39
3.3.2	Requerimientos dietéticos	43
3.4	Glicolípidos	43
3.5	Ceras	44
3.6	Esteroides	45
3.6.1	Colesterol	45
3.6.2	Acidos biliares	47
3.7	Patologías causadas por lípidos	47
3.7.1	Deficiencia de ácidos grasos esenciales	47
3.7.2	Toxicidad por ácidos grasos esenciales	48
3.7.3	Toxicidad por ácidos grasos no esenciales	48
3.7.4	Oxidación de lípidos en el alimento	49
4.	NUTRIENTES ESENCIALES - CARBOHIDRATOS	51
4.1	Carbohidratos	51
4.1.1	Clasificación	51
4.1.2	Monosacáridos	51
4.1.3	Disacáridos	56
4.1.4	Homopolisacáridos	58
4.1.5	Heteropolisacáridos	60
4.2	Función de los carbohidratos	61
4.3	Metabolismo de los carbohidratos	63
4.4	Utilización de carbohidratos	63
5.	NUTRIENTES ESENCIALES - VITAMINAS	65
5.1	Definición y clasificación	65
5.2	Vitaminas hidrosolubles	66
5.2.1	Tiamina	66
5.2.2	Riboflavina	67
5.2.3	Piridoxina	68
5.2.4	Acido pantoténico	69
5.2.5	Acido nicotínico	70
5.2.6	Biotina	71
5.2.7	Acido fólico	72
5.2.8	Cianocobalamina	73
5.2.9	Inositol	74
5.2.10	Colina	75
5.2.11	Acido ascórbico	76

5.3	Vitaminas liposolubles	77
5.3.1	Retinol	77
5.3.2	Colecalciferol	78
5.3.3	Tocoferol	79
5.3.4	Filoquinona	80
5.4	Requerimientos vitamínicos en la dieta	81
5.5	Patologías causadas por vitaminas	83
5.5.1	Deficiencias vitamínicas	83
5.5.2	Toxicidad por vitaminas	102
6.	NUTRIENTES ESENCIALES - MINERALES	103
6.1	Introducción y clasificación	103
6.2	Función general	103
6.3	Macroelementos	104
6.3.1	Calcio	104
6.3.2	Fósforo	105
6.3.3	Magnesio	196
6.3.4	Sodio, potasio y cloro	107
6.3.5	Azufre	108
6.4	Microelementos	109
6.4.1	Hierro	109
6.4.2	Zinc	110
6.4.3	Manganeso	111
6.4.4	Cobre	111
6.4.5	Cobalto	112
6.4.6	Yodo	113
6.4.7	Selenio	113
6.4.8	Cromo	114
6.5	Requerimientos de minerales en la dieta	114
6.6	Patologías causadas por minerales	119
6.6.1	Deficiencia de minerales	119
6.6.2	Toxicidad por minerales	123
7.	NUTRIENTES ESENCIALES - ENERGIA	125
7.1	Energía y trabajo	125
7.2	Leyes de la termodinámica	125
7.3	Unidades energéticas	125
7.4	Fuentes energéticas en la dieta	126
7.5	Metabolismo energético	126

7.6	Balance y requerimiento energético	129
8.	NUTRIMENTOS ESENCIALES - ESPECIFICACIONES NUTRICIONALES RECOMENDADAS PARA DIETAS COMPLETAS	132
8.1	Introducción	132
8.2	Peces	132
8.3	Camarones	132
9.	REFERENCIAS	137
	SEGUNDA PARTE (Recursos de nutrientes y su composición)	175
1.	PRINCIPIOS DE ALIMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE FERTILIZANTES	176
1.1	Análisis de alimentos	176
1.1.1	Composición de proteínas y nitrógeno no protéico	177
1.1.2	Composición de lípidos y ácidos grasos	178
1.1.3	Contenido de fibra cruda y carbohidratos digeribles	179
1.1.4	Composición de minerales y cenizas	180
1.1.5	Composición de vitaminas	180
1.1.6	Variabilidad en la composición química	180
1.1.7	Características físicas	181
1.1.8	Factores endógenos antinutricionales	181
1.1.9	Factores tóxicos exógenos	181
1.1.10	Contaminación microbiana	181
1.1.11	Certificado de análisis de ingredientes alimenticios	184
1.2	Análisis de fertilizantes	185
1.2.1	Nutrientes primarios	185
1.2.2	Secundarios y micronutrientes	186
1.2.3	Variabilidad en la composición química	186
1.2.4	Contaminantes	186
1.2.5	Certificado de análisis de fertilizantes	186
2.	GLOSARIO DE NUTRIENTES/TERMINOS ALIMENTICIOS EN LA MOLIENDA Y DEFINICIÓN DE INGREDIENTES	188
2.1	Glosario - Términos misceláneos alimenticios y de nutrición	188
2.2	Glosario - Parte(s) de materiales alimenticios primarios	192
2.3	Glosario - Proceso(s) y tratamiento(s) en los cuales los productos han	

1.2.2 Cultivo comercial	324
2. METODOS DE ALIMENTACION - ALIMENTACION CON DIETAS COMPLETAS	325
2.1 Introducción	325
2.2 Formulación de dietas completas	327
2.2.1 Consideraciones	327
2.2.2 Procedimiento	333
2.2.3 Ejemplo de formulaciones	334
2.3 Elaboración y almacenaje de dietas completas peletizadas	358
2.3.1 Antecedentes	358
2.3.2 Molido	358
2.3.3 Peletizado	359
2.3.4 Almacenaje	364
2.4 Prácticas de alimentación	368
2.4.1 Alimentación de peces marinos y larvas de camarón	368
2.4.2 Regímenes y raciones alimenticias	389
2.5 Aspectos económicos de una dieta alimenticia completa y selección de estrategias	396
2.5.1 Objetivos y costo de manufactura de alimentos compuestos	396
2.5.2 Consideraciones económicas	397
2.5.3 Selección de estrategias de alimentación con dietas completas	397
3. METODOS DE ALIMENTACION - FERTILIZACION Y ALIMENTACION CON DIETAS SUPLEMENTARIAS	415
3.1 Introducción	415
3.2 Fertilización de estanques	415
3.2.1 El ecosistema del estanque y ciclos de nutrientes primarios	415
3.2.2 Preparación del fondo del estanque antes de fertilizar	416
3.2.2.1 Secado del estanque	422
3.2.2.2 Encalado	423
3.2.3 Fertilización química de estanques para acuicultura	430
3.2.3.1 Efecto sobre la productividad del estanque y la producción de peces/camarones	430
3.2.3.2 Tasas de aplicación de fertilizantes	432
3.2.3.3 Factores que influyen en la acción de fertilizantes químicos	439
3.2.4 Fertilización orgánica de los estanques en acuicultura	445
3.2.4.1 Efectos sobre la productividad de los estanques y la	

producción de peces y camarones	445
3.2.4.2 Fertilización con estiércol mediante la aplicación manual	454
3.2.4.3 Fertilización con estiércol mediante la integración con la cria de animales de granja	460
3.2.4.4 Fertilización con abono mediante ensilados y fermentación	468
3.3 Alimentación con dietas suplementarias	490
3.3.1 Selección de alimentos suplementarios para ser usados por granjeros rurales o de subsistencia	491
3.3.2 Formulación de alimentos y productividad natural	492
3.3.3 Preparación y presentación del alimento	498
3.3.4 Nivel y frecuencia de alimentación	498
3.3.5 Economía de la alimentación suplementaria y fertilización de estanques	502
 4. REFERENCIAS	 516