

**Universidad Autónoma Agraria
“Antonio Narro”
División de Ciencia Animal**



**Establecimiento, Diseño y Manejo de Granjas Camaroneras.
Por:**

Marlene Rojas Torres.

Monografía.

**Presentada Como Requisito Parcial
Para obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Junio, 2003**

**Universidad Autónoma Agraria
“Antonio Narro”
División de Ciencia Animal.**

Establecimiento, Diseño y Manejo de Granjas Camaroneras.

MONOGRAFÍA.

Presentada por:

MARLENE ROJAS TORRES.

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el Título de:
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA.

M.V.Z. José A. Gallardo Maltos.
Presidente.

Biol. Eliazar Bañuelos Covarrubias.
Sinodal

Q.F.B. Laura E. PadillaGonzález
Sinodal

Ing. Rodolfo Peña Oranday.
Coordinador de la División de Ciencia Animal.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Junio 2003.

DEDICATORIA.

A Dios:

Que me ha regalado cada día de mi vida para poder hacer de ella una obra de bien y me ha dado mucho más de lo que en realidad merezco.

A mi Padre el Sr. José Luis Rojas Cerda, gracias por todas y cada una de tus palabras y de tus enseñanzas, gracias por creer en mí y apoyarme siempre, creo que nunca terminare de agradecerte tanto. . . te amo.

A mi Madre la Sra. Guadalupe Torres Matuz, gracias mamá por ser todo en mi vida, gracias por darme el ejemplo de lo que es ser una gran mujer y sobretodo por haber confiado tanto en mí, te amo.

A mis hermanos:

Nadia J. Rojas Torres.
José Luis Rojas Torres.

Ustedes son una parte muy importante en mi vida, les agradezco todos los momentos en que estuvimos juntos y el apoyo y la fuerza que me dieron durante todo este tiempo, gracias por enseñarme a soñar y a compartir esos sueños. Los amo.

Alejandro:

Gracias corazón por ser una parte importante en mi vida, gracias por que has creído en mí sin importar las consecuencias, por impulsarme y por ser un apoyo muy grande. Gracias de verdad....Te amo.

AGRADECIMIENTOS.

Al M.V.Z. José A. Gallardo Maltos, por haber hecho posible este trabajo y darme todo su apoyo y lo más valioso aún, su experiencia y su conocimiento.

A la Biol. Eliazar Bañuelos Covarrubias, por su gran participación durante la revisión de este trabajo y por el apoyo brindado para poder hacer de esto un buen trabajo.

A la M.C. Laura E. Padilla González, por su valiosa colaboración en este trabajo y por haberme dado confianza cuando más lo necesitaba.

Al c.M.C. Antonio Francisco Aguilera Carbó por su valiosa revisión en este trabajo, además de su apoyo y su confianza. Gracias por todo.

A la Biol. Ma. Del Carmen Zertuche Gutiérrez, por su ayuda en la realización de este trabajo y por haberme dado la oportunidad de comenzar una buena amistad...

A mis Amigos:

Sarahí:

Gracias por enseñarme lo que vale una amistad y por estar siempre en los buenos y malos momentos, yo creo que hemos compartido tanto que un gracias no basta para expresar todo lo que siento, amiga te quiero, y se que hay algo grande para ti.

Ing. Heriberto Descomps Obregón. (+):

No sé si se pueda agradecer una enseñanza tan dura como la que nos diste, pero lo que siempre voy agradecer es haberte conocido y haber estado contigo en todo, hasta el último día. . . dios te bendiga.

Ing. Felipe González Cosío Diez de Sollano:

Contigo hubo un mal comienzo, pero un gran final, eres una persona admirable y te agradezco que siempre hayas estado al pendiente de nosotras y gracias por esta tan sincera amistad. Te quiero.

Elenita:

Nunca dejes que los miedos te detengan. . . eres una gran mujer y sé que aun hay mucho por hacer en tu vida. Aprende de todas las vivencias, y no te quedes en un lugar que solo trae problemas. . . aprende a ser feliz. Te quiero mucho.

C.P. Claudia Ortega:

Mi gran amiga. . . gracias por la amistad tan grande que tenemos y le agradezco a dios el que me haya dado la oportunidad de conocerte, estoy muy orgullosa de ti, eres una mujer extraordinaria y con un gran corazón. Gracias por haber puesto de tu parte para continuar con esta amistad a pesar de la distancia. . . te quiero mucho Claus.

A mis amigos: Ing. Sabino Valencia, Ing. Jorge A. García, Ing. Moisés Jiménez Cárdenas, Ing. Israel Díaz de León, Ing. Aaron Loya, Ing. Itzel Mendoza, Ing. Manuel Vladimir, Ing. César Castillo, Ing. Raúl Arechiga, Ing. Luis Mario, Ing. Tomás Colorado, Abel Bibayoff, Gabriel Muñoz, Alfredo Díaz, Manuel Espinoza, Miguel Ángel Martínez, Margarito Cid, Ramón, Aaron Hernández, Damián, Cuahutemoc Equihua, Everardo García, José Torres, a todos ustedes gracias por haberme permitido conocerlos y por hacerme saber que en cada uno de ustedes hay un verdadero amigo. . . ustedes también lo tienen.

A todas las personas que de alguna manera formaron parte en mi vida y que me dieron una amistad sincera. Tal vez faltan demasiados nombres en esta página, pero no en mi corazón, gracias por que si no hubiera sido por ustedes mi estancia no habría sido mayor a un semestre, y gracias por compartir tanto. . . en verdad han sido una familia para mí, los quiero y por favor cuando tengan nietos cuéntenles todo lo que pasamos.

A mi Alma Mater:

Siempre seré orgullosamente Buitre y prometo poner muy en alto el nombre de esta Universidad.... que tanto me dio.

A mis Profesores:

Que siempre tuvieron la paciencia y la vocación para guiarnos a todos los que hemos decidido tomar la profesión más noble.

ÍNDICE GENERAL.

	Página.
Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Índice de Cuadros	xii
Índice de Figuras	xiv
I) Introducción	1
II) Justificación	2
III) Objetivos	3
IV) Generalidades	4
4.1) Acuacultura	4
4.1.1) Camaronicultura	4
4.2) Situación Mundial	4
4.2.1) Países Productores	5
4.2.2) Países Consumidores	5
4.3) Situación Actual de la Camaronicultura en México	5
4.3.1) Oportunidades	6
4.3.2) Realidad Nacional	6
4.3.3) Consumo Nacional	7
4.3.4) Comercialización	7
4.4) Acuacultura Rural	7
4.5) Acuacultura Intensiva	7
4.5.1) Laboratorio	8
4.5.2) Reproductores	8
4.5.3) Engorda	8
V) Biología del Cultivo	9
5.1) Distribucion Geografica	9
5.2) Clasificación Taxonomica	9
5.3) Anatomía	10
5.4) Morfología y Esqueleto	12
5.5) Músculos y Locomoción	12
5.6) Aparato Respiratorio	13
5.7) Sistema Circulatorio	14
5.8) Regulación Osmótica y Excreción	15

5.9)	Aparato Digestivo	16
5.10)	Anatomía Funcional del Camarón	17
5.11)	Ciclo Biológico	20
5.12)	Alimentación	20
	Selección de Especies para el Cultivo Comercial	
VI)	en México	21
	Requisitos para la Instalación de Granjas	
VII)	Acuícolas en México	22
7.1)	Ventanilla Única de Acuicultura	22
7.2)	Tramites	22
7.2.1)	Comision Nacional del Agua	22
	Direccion General de Ordenamiento Ecologico e	
7.2.2)	Impacto Ambiental del I.N.E	23
7.2.3)	Dirección General de Acuicultura	23
	Dirección General de Zona Federal Marítimo	
7.2.4)	Terrestre	23
	Dirección General de Restauración y	
7.2.5)	Conservación del Suelo	23
7.3)	Ventanillas Estatales de SEMARNAT	23
	Factores que determian el Proyecto	
VIII)	Constructivo	24
8.1)	Planeación Económica	24
8.2)	Selección del Área	24
8.3)	Disponibilidad del Agua	25
8.3.1)	Fuentes de Abastecimiento de Agua	26
8.3.1.1)	Agua Marina	26
8.3.1.2)	Agua de Bahías	26
8.3.1.3)	Agua de Lagunas Costeras	27
8.4)	Suelos	27
8.4.1)	Factores Químicos	27
8.4.2)	Factores Físicos	27
	Características adecuadas del Suelo para Proyectos	
8.4.3)	Camaronícolas.	29
8.5)	Topografía	29
8.6)	Clima	30
8.7)	Orientación	30
8.8)	Acceso a Servicios	30
8.9)	Ecología	31

8.10)	Depredadores	31
8.11)	Tecnología	31
IX)	Diseño y Construcción de una Granja Camaronera	32
9.1)	Diseño	32
9.2)	Dimensión del Proyecto	33
9.3)	Tipos de Estanques	33
9.3.1)	Estanques Extensivos	33
9.3.2)	Estanques Semi-Intensivos	33
9.3.3)	Estanques Intensivos	34
9.4)	Materiales y Diseños de los Estanques	34
9.5)	Consideraciones Sobre el Tamaño de los Estanques	37
9.6)	Orientación de los Estanques	37
9.7)	Profundidad de los Estanques	38
9.8)	Bordos de los Estanques	38
9.9)	Compuertas de Entrada de Agua	39
9.9.1)	Compuertas de Concreto	39
9.9.2)	Tubos de Entrada	39
9.9.3)	Vados ó Compuertas de Cresta Ancha	40
9.10)	Compuertas de Salida ó de Cosecha	40
9.11)	Alimentación Hidráulica	40
9.12)	Tomas de Agua	40
9.12.1)	Canal de Llamada	41
9.12.2)	Bombas	42
9.12.3)	Estacion de Bombeo	43
9.12.4)	Cárcamo de Bombeo	44
9.12.5)	Canal Reservorio	45
9.12.6)	Canal de Drenaje	46
9.13)	Estructuras de Alimentación	47
9.13.1)	Tubería de Alimentación sin Estructura	48
9.13.2)	Tubería con Estructura de Filtrado	48
9.13.3)	Tubería con estructura de Filtrado en Escuadra	48
9.13.4)	Tubería con Estructura de Filtrado en Alero	49
9.14)	Estructuras de Cosecha	49
9.14.1)	Tubería de Cosecha sin Estructura	50
9.14.2)	Tubería con Estructura Corta de Cosecha	50
9.14.3)	Tubería con Estructura de Cosecha en Escuadra	50

9.14.4)	Tuberia con Estructura de Cosecha en Alero	51
9.15)	Aireación	51
9.16)	Área de Recepción y Descabece	52
9.17)	Laboratorio de Desarrollo de Larvas de Camarón	54
9.17.1)	Reproductores y Apareamiento	55
9.17.2)	Gestación y Tanques Nodrizas	56
9.17.3)	Equipamiento	57
9.17.4)	Producción de Algas	57
9.17.5)	Producción de Artemia	61
X)	Equipo Acuícola	62
10.1)	Apirador de Múltiples Funciones	62
10.2)	Inyector de Aire	63
10.3)	Aireador de Paleta	64
10.4)	Alimentador Automático	64
10.5)	Geomembranas	65
10.6)	Bombas de Agua	65
10.7)	Redes y Antiadhesivos	66
10.8)	Equipo para el Criadero e Implementos	66
10.8.1)	Oxigenómetro	66
10.8.2)	Medidores de pH y Parámetros	67
10.8.3)	Balanzas	67
10.8.4)	Refractómetros	68
10.8.5)	Disco de Sechhi	68
XI)	Funcionamiento de la Granja	69
11.1)	Laboratorio de Producción de Larvas	69
11.1.1)	Suministro y Eclosión de Huevos	70
11.2)	Ambiente para Larvas	70
11.2.1)	Salinidad	71
11.2.3)	Temperatura	71
11.2.4)	Oxígeno Disuelto	71
11.2.5)	Calidad General del Agua	72
11.2.6)	Luz	72
11.2.7)	Higiene	73
11.2.8)	Alimentación	73
11.2.9)	Crecimiento y Metamorfosis	74
11.2.10)	Recolección y Almacenamiento de Postlarvas	74
11.2.11)	Transporte de Postlarvas	75

11.3)	Estanques Semi-Intensivos	75
11.3.1)	Mantenimiento y Preparación	75
11.3.1.1)	Análisis de Suelo	75
11.3.1.2)	Color	76
11.3.1.3)	Aroma	76
11.3.1.4)	pH	76
11.3.1.5)	Otros Compuestos	76
11.3.2)	Tratamiento de los Fondos	77
11.3.2.1)	Drenado	77
11.3.2.2)	Deshidratado	77
11.3.2.3)	Agrietado Natural y Roturado	78
11.3.2.4)	Soleamiento, Aireación y Oxidación	78
11.3.3)	Remoción y Remineralización	78
11.3.3.1)	El encalado	79
11.3.4)	Renivelación del Estanque	79
11.3.5)	Preparación de las Compuertas	79
11.3.6)	Limpieza de las Compuertas	79
11.3.7)	Instalación del Mecanismo de Control de Nivel	79
11.3.8)	Instalación del Mecanismo de Control de Flujo	80
11.3.9)	Instalación de Mecanismos de Infiltración	80
11.3.9.1)	Calcetín	80
11.3.9.2)	Cerco	80
11.3.10)	Llenado Gradual del Estanque	82
11.3.11)	Inducción a la Productividad Primaria	82
11.3.11.1)	Fertilización Inicial	83
11.3.11.2)	Fertilización Rutinaria	84
11.3.11.3)	Formas de Aplicación del Fertilizante	85
11.3.12)	Control de la Productividad	85
11.3.12.1)	Profundidad del Disco de Sechhi	85
11.3.12.2)	Número de Células por Mililitro	85
11.3.12.3)	Nivel de Saturación de Oxígeno	86
11.3.12.4)	pH	86
11.3.12.5)	Concentración de Nitrógeno y Fósforo en el estanque	86
11.4)	Siembra del Camarón	86
11.4.1)	Edad de la Postlarva y Talla de Siembra	86
11.4.2)	Transporte de la Postlarva	87

11.4.3)	Recepción de la Postlarva	87
11.4.4)	Verificación de la Estación de Aclimatación	87
11.4.5)	Proceso de Aclimatación de las Postlarvas	87
11.4.5.1)	Método de Siembra Indirecta	88
11.4.5.2)	Método de Siembra Directa	88
11.4.6)	Liberación de las Postlarvas	89
11.4.7)	Cuidados en el estanque durante el proceso de Siembra	89
11.4.8)	Ajustes de Densidad	89
11.4.9)	Pruebas de Sobrevivencia	90
11.4.10)	Duración del Cultivo	90
11.4.11)	Tipos de Crianza Postlarvario	90
11.5)	Desarrollo, Crecimiento y Engorda del Camarón	91
11.5.1)	Sub Etapa Uno	92
11.5.1.1)	Alimentación de Arranque	92
11.5.1.2)	Manejo de Alimento Balanceado	93
11.5.1.3)	Recambio de Agua	94
11.5.1.4)	Nivel Máximo operativo del Estanque	95
11.5.1.5)	Profundidad Promedio	95
11.5.1.6)	Control del Recambio	96
11.5.1.7)	Monitoreo del Recambio Real	98
11.5.1.8)	Parametros Ambientales	99
11.5.2)	Sub Etapa Dos	99
11.5.2.1)	Crecimiento del Camarón hasta 8 gramos	99
11.5.2.2)	Alimentación de Crecimiento Rápido	101
11.5.2.3)	Frecuencia de Alimentación	101
11.5.2.4)	Uso de Aditivos	102
11.5.2.5)	Remineralización	102
11.5.2.6)	Mezcla y Aireación	104
11.5.2.7)	Monitoreo de la Población y su Salud	105
11.5.2.8)	Dispersión de Tallas	105
11.5.2.9)	Evaluación de Crecimiento	106
11.5.3)	Sub Etapa Tres	106
11.5.3.1)	Engorda del Camarón desde 8 gramos hasta la talla de Cosecha	106
11.5.3.2)	Alimentación de Engorda	107
11.5.3.3)	Comportamiento del Camarón	107

11.5.3.4)	Selección del Alimento	109
11.5.3.5)	Forma de Aplicación	109
11.6)	Pre-Cosecha	109
11.6.1)	La desición de Cosechar	109
11.6.2)	Estadío de Muda	110
11.6.2.1)	Importancia de la Muda	111
11.6.2.2)	Factores que Intervienen en la Muda	113
11.6.2.3)	Clasificación de los estadíos de Muda	113
11.6.3)	Métodos de Cosecha Parciales	114
11.7)	Cosecha	114
11.8)	Post- Cosecha	114
11.9)	Estanques Intensivos	115
11.9.1)	Abastecimiento de Postlarva	115
11.9.2)	Preparación de los Estanques	116
11.9.3)	Aclimatación y Pesca	117
11.9.4)	Alimentos y Alimentación	120
11.9.5)	Aireación	120
11.9.6)	Transferencia de Pre-engorda a engorda	121
11.9.7)	Seguimiento Poblacional	121
119.8)	Cosecha	121
XII)	Enfermedades	122
12.1)	Diagnóstico	123
12.2)	Enfermedades causadas por Virus	123
12.2.1)	Virus del Síndrome de Taura	124
12.2.2)	Virus de la Cabeza Amarilla	125
12.2.3)	Síndrome del Virus de la Mancha Blanca	126
12.2.4)	Virus de la Necrosis Infecciosa Hipodermal y Hematopoyética (IHNNV)	127
12.2.5)	Baculovirus Polihedrosis Nuclear	127
12.3)	Enfermedades Causadas por Bacterias	127
12.3.1)	Vibriosis	128
12.3.2)	Necrosis Hepatopancreáticas	128
12.3.3)	Microbacteriosis	128
12.4)	Enfermedades Causadas por Hongos	128
12.4.1)	Micosis Larval	129
12.4.2)	Fusariosis	129

	Funciones Patofisiológicas de las Enfermedades/ Síndromes de los camarones peneidos	130
12.5)	Síndromes de los camarones peneidos	130
12.6)	Consideraciones Generales de Bioseguridad	131
12.7)	Relevancia del Estrés	131
	Relación entre el animal, el medio ambiente (estrés) y Agentes Patógenos	132
12.7.1)	Potenciación de resistencia y respuesta inmunologica	132
12.7.2)	Exclusion de Patógenos	132
12.8)	Exclusion de Patógenos	132
12.8.1)	Uso de desinfectantes qupimicos y pesticidas	133
	Reglas generales para la prevencion de enfermedades	134
12.9)	Reglas generales para la prevencion de enfermedades	134
XIII)	Comercialización	135
13.1)	Mercado Internacional	136
13.2)	Mercado Nacional	136
13.3)	Productos y Presentaciones del Camarón}	137
13.4)	Características del Mercado	137
13.4.1)	Preferencia de los Consumidores	137
13.4.2)	Sectores Del Mercado	138
13.4.3)	Condiciones del Mercado	138
XIV)	Conclusiones	139
XV)	Bibliografía	142
XVI)	Anexos	145

Índice de Cuadros

Cuadro No.		Pag
Cuadro No. 5.1	Anatomía Funcional del Camaron.	17
Cuadro No. 5.2	Características de las Especies Endémicas en México	21
Cuadro No. 8.1	Características del agua para proyectos acuícolas y sus rangos de tolerancia.	25
Cuadro No. 8.2	Características y Requerimientos Adecuados para el suelo de proyectos acuícolas.	29
Cuadro No.11.1	Llenado gradual de estanques con una etapa de duracion de 9 a 14 días.	81
Cuadro No.11.2	Cantidad de Urea y Nitrato de Sodio aplicados (Kg./Ha) en es estado de Sianloa para las fertilizaciones iniciales.	83
Cuadro No.11.3	Cantidad de fertilizantes fosforados utilizados en el estado de Sinalo (Kg./ha) al inicio de acuerdo al producto.	83
Cuadro No.11.4	Aplicación de Urea y Nitrato (Kg./ha) en for ma rutinaria en el estado de Sianloa.	84
Cuadro No.11.5	Compuestos fosforados utilizados de manera rutinaria en el estado de Sianloa (aplicaciones en Kg./ha.	84
Cuadro No.11.6	Problemas que se resuelven con el recambio de agua y sus efectos	98

Cuadro No.11.7	Horarios propuestos para la toma de Parametros Ambientales.	99
Cuadro No.11.8	Composición Nutricional recomendada del alimento para camarón	118
Cuadro No.11.9	Niveles de aminoácidos recomendados en alimentos para camarón	118
Cuadro No.11.10	Tabla empleada para el cultivo de camarón.	119
Cuadro No. 12.1	Funciones patofisiológicas de las enfermedades / síndrome de los camarones peneidos.	130

Índice de Figuras.

Figura No.		Página
Figura No.5.1	Anatomía externa de Adultos.	10
Figura No.5.2	Anatomía del cefalotorax.	11
Figura No.5.3	Decápodos a) Macruro b) Braquiuro	12
Figura No.5.4	Esquema de la branquia de un decápodo macruro en corte transversal	13
Figura No.5.5	Organización interna de decápodo macruro. Corte transversal a nivel cefalotorax.	14
Figura No.5.6	Esquema Glandula Antenal	15
Figura No.5.7	Diagrama del estómago de un crustáceo decápodo.	16
Figura No.5.8	Hembra Ovada.	19
Figura No.5.9	Ciclo Biológico del Camarón	20
Figura No.9.1	Tipos de estanques. a) circular b) rectangular de tierra desecado y lleno.	36
Figura No.9.2	Canal de llamada. a) vista frontal b) Vista perfil	41
Figura No.9.3	Estación de Bombeo	43
Figura No.9.4	Cárcamo de Bombeo. Vista Perfil.	44
Figura No.9.5	Canal Reservorio	45

- 9.8 Estructura de Cosecha en área de 6 has.
- 9.9 Área de Descabece.
- 9.10 Laboratorio de Desarrollo de larvas de camarón
- 9.11 Estnaterías para Artemia
- 9.12 Estantería Vista Aérea.
- 9.13 Recipientes para Artemia.

- 10.1 a) Aspirador Oxyplus. b) Aspirador Oxyplus enfuncionamiento en estanque.

- 10.2 a) Inyector de Aire. b) Inyector de Aire funcionando en estanque.

- 10.3 a) Aireador de Paleta. b) Aireador de paleta funcionando

- 10.4 Alimentadores Automáticos

- 10.5 Geomembranas de Polietileno

- 10.6 Bombas Utilizadas en Acuicultura.

- 10.7 Redes y Antiadhesivos

- 10.8 Oxigenómetro

10.9 Medidores de pH

10.

10 Balanzas

10.11 Refractometro

10.12 Disco de Secchi

Figura No.9.6	Canal de Drenaje	46
Figura No.9.7	Estructura de Alimentación	47
Figura No.9.8	Estructura de Cosecha en área de 6 has.	49
Figura No.9.9	Área de Descabece.	52
Figura No.9. 10	Laboratorio de Desarrollo de larvas de camarón	54
Figura No.9.11	Estanterías para Artemia	59
Figura No.9.12	Estantería Vista Aérea.	60
Figura No.9.13	Recipientes para Artemia.	60
Figura No.10.1	a) Aspirador Oxyplus. b) Aspirador Oxyplus en funcionamiento en estanque.	62
Figura No.10.2	a) Inyector de Aire. b) Inyector de Aire funcionando en estanque.	63
Figura No.10.3	a) Aireador de Paleta. b) Aireador de paleta funcionando	63
Figura No.10.4	Alimentadores Automáticos	64

Figura No.10.5	Geomembranas de Polietileno	64
Figura No. 10.6	Bombas Utilizadas en Acuicultura.	64
Figura No.10.7	Redes y Antiadhesivos	66
Figura No.10.8	Oxigenómetro	66
Figura No.10.9	Medidores de pH	67
Figura No.10.10	Balanzas	67
Figura No.10.11	Refractometro	68
Figura No.10.12	Disco de Secchi	68

I) INTRODUCCIÓN.

Los inicios de cultivo de camarón se remontan a tan solo 30 años, ocupando esta actividad en la actualidad casi el 25% de la acuicultura comercial a nivel mundial. Así entre 1980 y 1990 se tuvo un gran desarrollo y de 1985 a 1995 las granjas tuvieron un crecimiento del 400%, aportando una gran parte de la captura mundial de camarón.

Entre los países con mayor producción en cultivo de camarón se encuentran: Tailandia, Ecuador, Indonesia, Filipinas y la India. Asia es la región más importante con una producción de casi el 80% del camarón cultivado en el mundo; América Latina produce el otro 20% restante. En México, el camarón es el principal producto entre los recursos pesqueros nacionales por el valor económico que representa en ambos litorales, y por que contribuye con el 78% de las divisas totales capturadas por el sector. En nuestro país los pioneros de esta actividad a nivel experimental fueron la Universidad de Sonora que inició investigaciones en su Centro de Experimentación de Puerto Peñasco, Sonora; y a nivel comercial corresponde al norte de Sinaloa.

Este trabajo trata de recopilar todos los datos que se consideran básicos en la construcción y en el manejo de granjas Camaronícolas con producciones de ciclo completo, esto con la finalidad de crear un manual que ayude tanto a un productor como a un técnico a introducirse en la acuicultura.

II) OBJETIVOS.

Dar a conocer la importancia de la acuicultura como una alternativa de producción.
Mostrar diseños concretos y funcionales para el establecimiento de granjas camaroneras.
Informar, tanto a técnicos como a productores, sobre las diferentes maneras de manejar una granja camaronera en cualquier etapa del cultivo.

III) JUSTIFICACIÓN.

La pesca y la acuicultura son fuentes muy importantes de alimento, empleo e ingresos en muchos países, y constituyen el principal medios de subsistencia de un gran número de comunidades rurales y ribereñas.

En el mundo actualmente la captura de productos pesqueros muestra un agotamiento en la explotación del recurso marino y no se observan indicios de aumentos sustantivos de captura pesquera en los próximos años; así se contempla a la acuicultura como una de las alternativas más viables para el abasto de especies alimenticias.

Desde hace años los empresarios mexicanos han desarrollado proyectos de acuicultura, alcanzando en el 2000 una producción del orden de las 190,000 toneladas por año. Las principales especies cultivadas son mojarra, trucha, charal, camarón, ostión, carpa, bagre y langostino. La acuicultura representa el 13% de la producción pesquera nacional y la producción de camarón en granjas ya es comparable con la de captura. (Newmann, 2001)

México tiene varias ventajas para el establecimiento de granjas acuícolas en virtud de la extensión y conformación de sus litorales, su posición geográfica, su cercanía con centros de consumo masivo y su experiencia en el establecimiento de parques acuícolas.

IV) GENERALIDADES.

4.1) Acuicultura.

La acuicultura podemos definirla como el proceso mediante el cual se cultivan especies marinas en condiciones controladas, en diversos ambientes y utilizando diferentes niveles de tecnología que nos permiten la generación de alimentos básicos para el hombre, además de empleos y divisas; la acuicultura también puede definirse como la conjugación de insumos ambientales, nutricionales y productivos para obtener, productos y subproductos marinos que sean de utilidad para el hombre. (Olivera y Reyes, 1996)

4.1.1) Camaronicultura

Así podemos definir por lógica que la camaronicultura, es una rama de la acuicultura que se ocupa del cultivo controlado de camarón, con fines diferentes como lo son el abasto de alimento, la repoblación de ecosistemas y la investigación, entre otros.

4.2) Situación Mundial.

Actualmente el abasto de productos pesqueros se concentra en la obtención de estos mediante la pesca, aunque esta actividad ha mostrado un aumento considerable y una aceptación similar dentro del mercado mundial es bien sabido que se está llegando al límite, por lo que en un futuro deberá de existir el abasto de estos alimentos mediante la producción en granjas. (Neumann, 2001).

4.2.1) Países Productores.

El título mundial del mayor productor de camarón cultivado ha sido disputado entre varios países como Taiwán, Indonesia, China, Ecuador y Tailandia; siendo este último país el principal proveedor mundial hoy en día. En Latinoamérica el país con mayor producción es Ecuador. (Neumann, 2001)

4.2.2) Países Consumidores.

El principal importador de productos pesqueros, quien en 1999 registro una compra por un monto de 15.5 mil millones de dólares, es Japón equivalentes al 28% del total de la producción mundial, del cual el 0.1% es producido en México. El mercado Estadounidense de pescados y mariscos es el segundo más importante dentro de las importaciones mundiales, registrando montos de importaciones hasta por 9 mil millones de dólares. El principal producto demandado por los estadounidenses es el camarón, preferentemente el blanco sin cabeza, siendo los principales proveedores de este producto Canadá, Tailandia, Ecuador y México. El mercado Europeo de productos pesqueros es superior a los 10 mil millones de dólares siendo sus importaciones preferentemente de pescado congelado y mariscos. (BANCOMEXT, 2001)

4.3) Situación Actual de la Camaronicultura en México.

México cuenta con un gran número de beneficios para la instalación de granjas camaroneras; comenzando por la extensión marítima que presenta, la gran superficie de tierras aptas para esta actividad, la variedad de climas, la variedad de especies cultivables, los beneficios que el sector agropecuario presenta, etc., sin embargo existen muy pocas granjas dentro del país. La zona con mayor producción es la noroeste, siendo el estado de mayor producción Sinaloa y en segunda instancia Sonora. (Olivera y Reyes, 1996)

4.3.1) Oportunidades.

Se ha mencionado con anterioridad que México cuenta con actividades comparativas aptas para la producción de camarón debido a las características climáticas y geográficas que presenta, además de tener una ruta comercial excelente. Hoy en día existen facilidades para la instalación de granjas acuícolas dentro de nuestro país, el gobierno ofrece créditos y capacitación técnica, además existe la posibilidad de instalar granjas acuícolas con capital 100% extranjero, dando así la oportunidad de una coinversión, o una inversión directa del extranjero. (BANCOMEXT, 2001)

4.3.2) Realidad Nacional.

A pesar de los esfuerzos que el gobierno ha realizado por dar mayor apoyo y difusión al sector pesquero, este no ha tenido un buen resultado, es muy poco el interés que presenta la población hacia este tipo de actividades y de la misma manera la información que existe sobre estos cultivos.

La camaronicultura se ha desarrollado fuertemente en la última década, aunque solo ha sido en una pequeña parte de nuestro territorio nacional, además en este sector falta mucho por hacer, la mayoría de las granjas que existen en este momento operan de manera semi-intensiva, pues la tecnificación de una granja representa una fuerte inversión ya que el gobierno no se ha preocupado por introducir tecnología de punta para este sector. (Neumann, 2001)

México ha incrementado su producción acuícola paulatinamente pero también ha sido ininterrumpida, lo cual ha ayudado a que este sector tome la importancia que merece, así como el apoyo y la investigación necesaria.

4.3.3) Consumo Nacional.

No se tienen datos específicos y actualizados de lo que pudiera ser el consumo per cápita hasta hoy en día, sin embargo sabemos que en México en el año de 1994 se presentó un consumo per capita de 15.33 Kg. La época de mayor consumo en México es durante las épocas de cuaresma y la navideña. Durante el año es muy poco el consumo, sobre todo en las ciudades, ya que México no basa su dieta en productos pesqueros. (Neumann, 2001)

4.3.4) Comercialización.

Existen diferentes mercados para los diferentes productos que se ofrecen en México, por ejemplo los productos frescos, son ofrecidos principalmente a la exportación ó a los mercados de abastos, esto depende de la calidad que el producto presente; los productos enlatados ó procesados se distribuyen en supermercados y en ocasiones también van a la exportación, y por último los productos salados ó secos se distribuyen en los diferentes mercados antes mencionados. (Neumann, 2001)

4.4) Acuicultura Rural.

La Acuicultura Rural tiene como objetivo el atender la demanda alimentaria que generan las comunidades de escasos recursos del país. Para poder lograr el éxito en estos programas es necesario brindar información sobre los beneficios de consumir y cultivar los productos pesqueros, cambiando así nuestra cultura alimenticia. (Neumann, 2001). Este tipo de explotación no presenta ningún tipo de tecnología, sin embargo; la explotación es realizada en estanques y se manipulan algunos de los parámetros de producción.

4.5) Acuicultura Intensiva.

Es el tipo de explotación en la que se tienen controlados todos los parámetros y se utiliza la máxima tecnificación para llevar a cabo esta actividad. Su objetivo es producir grandes cantidades, en poco tiempo. Generalmente las instalaciones son cerradas, presentan manejos de alta calidad y los estanques requieren de materiales que permitan el aislamiento del suelo y un estricto control sanitario del mismo. (Olivera y Reyes, 1996)

4.5.1) Laboratorios.

Los laboratorios son infraestructura necesaria dentro de una explotación intensiva, ya que en estos lugares se realizan actividades como son los análisis, las producciones y reproducciones entre otras. Este tipo de instalaciones, son locales cubiertos que permiten conservar condiciones climáticas adecuadas para el apareamiento, eclosión y desarrollo de camarones seleccionados artificialmente. Los materiales pueden variar desde estructuras tubulares ó de fierro con cubierta de lámina translúcida, hasta mampostería con losas de concreto. (New y Singholka, 1993)

4.5.2) Reproductores.

El área de reproducción en una granja con manejo intensivo nos permite producir la semilla para posteriormente realizar la selección de esta, sembrarla, engordarla y volver a elegir reproductores; es decir nos permite mantener un nivel de calidad aceptable. En esta área se encuentran los reproductores machos y hembras separados; para poder inducir el apareamiento cuando estos alcancen su madurez sexual ó gonadal. (New y Singholka, 1993)

4.5.3) Engorda.

Se define como el área donde las post – larvas alcanzan la madurez y las tallas de comercialización. La ubicación debe ser con conexión inmediata al canal reservorio a través de estructuras de concreto de alimentación y a los drenes de la granja, mediante estructuras de concreto de cosecha. (New y Singholka, 1993)

V) **Biología del Cultivo.**

5.1) **Distribución Geográfica.**

Existen más de 100 especies de camarones, por lo que se encuentran distribuidas en todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo, aunque una cuarta parte de ellas se encuentra en las Américas.

Los principales hábitats de estas especies varían, ya que algunas de ellas pertenecen a aguas saladas ó bien a las aguas dulces. (New y Singholka, 1993)

5.2) **Clasificación Taxonómica Según Vázquez (05/03/2003)**

Subphylum.....	Crustácea
Clase.....	Malacostraca
Subclase.....	Eumalacostraca
Cohorte.....	Eucarida
Orden.....	Decapoda
Suborden.....	Dendobranquiata
Súper familia.....	Penaeidae
Familia.....	Penaeidae
Subfamilia.....	Penaeinae

Existen diversos géneros como lo son:

Fenneropenaeus.

Penaeus.

Litopenaeus.

Marsupenaeus.

Melicertus.

Farfantepenaeus.

5.3) Anatomía.

El camarón es invertebrado y como casi todos los crustáceos está cubierto de un fuerte esqueleto externo que muda periódicamente conforme el animal engorda. El esqueleto exterior tiende a engrosar más que en los otros crustáceos, es de color grisáceo, casi transparente. En algunos lugares de Norteamérica el color es ligeramente aplicado a lo largo del cuerpo. En Europa solo los miembros del género *Crangon* se diferencian de los otros camarones por su delgado cuerpo y un abdomen hundido.

Los camarones tropicales tienen extravagantes formas y colores, algunos pueden alcanzar hasta los 23 cm.; nadan hacia adelante gracias a sus filamentos abdominales y también hacia atrás con facilidad, por su cola en forma de abanico. Su esqueleto externo los cubre desde la cabeza hasta el abdomen. Tienen un par de ojos compuestos, un pequeño pico, dos antenas cortas, un par de antenas largas, tres pares de filamentos maxilares que les sirven para alimentarse, cinco pares de piernas para caminar, cinco pares de filamentos para nadar y una cola en forma de abanico; su esqueleto externo es transparente. Su cuerpo, piernas, filamentos y algunas otras partes están segmentados. (Neumann, 2001)

En la figura No. 5.1 se aprecia la anatomía externa de un camarón adulto de manera sencilla, indicándonos las divisiones que presenta el cuerpo y agrupando los diferentes órganos que corresponden a cada sección.

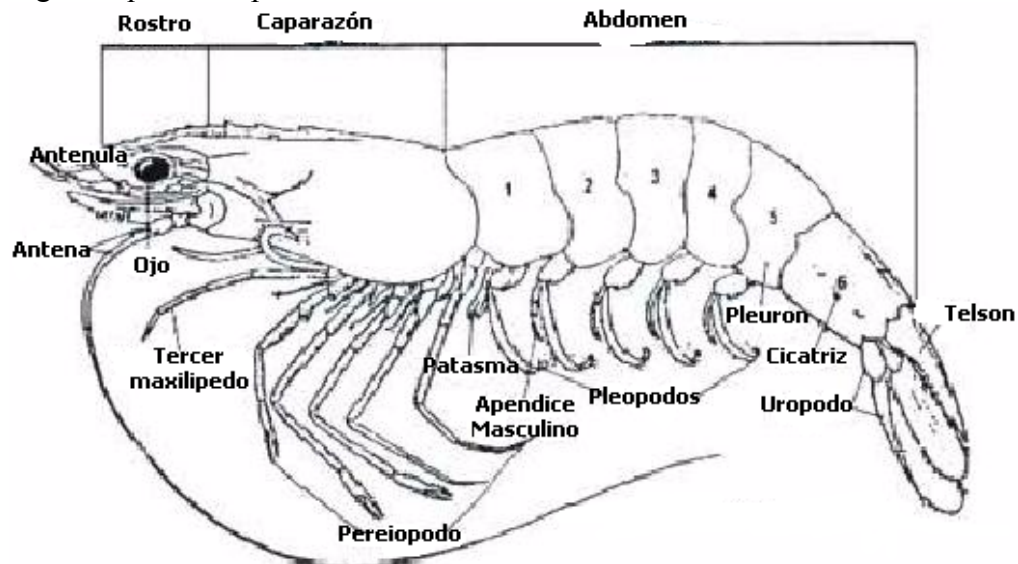


Figura No.5.1: Anatomía Externa de Adultos. Fuente: www.nicovita.com.

5.4) Morfología y Esqueleto.

Una de las características de los crustáceos decápodos, y por lo tanto de los camarones, es que los 6 segmentos cefálicos y los 8 torácicos están unidos en un solo bloque, protegido por un caparazón rígido, en el que se encuentran 13 pares de apéndices: los 5 cefálicos (2 antena y 3 mandíbulas) y los 8 torácicos (3 maxilípedos y 5 pereiópodos).

En el cefalotórax encontramos los **2 ojos**, pedunculados y móviles, el **rostro**, bien desarrollado y con dientes en sus márgenes superior e inferior, las **2 Antenulas**, con dos flagelos largos cada una, las **2 antenas**, con su escafocerito bien desarrollado, las piezas bucales, **mandíbulas** y **maxilípedos** (pediformes el 2° y 3° par) y los **perciópodos**, como se muestra en la figura No.5.2. (www.danival.org 19/04/2003)

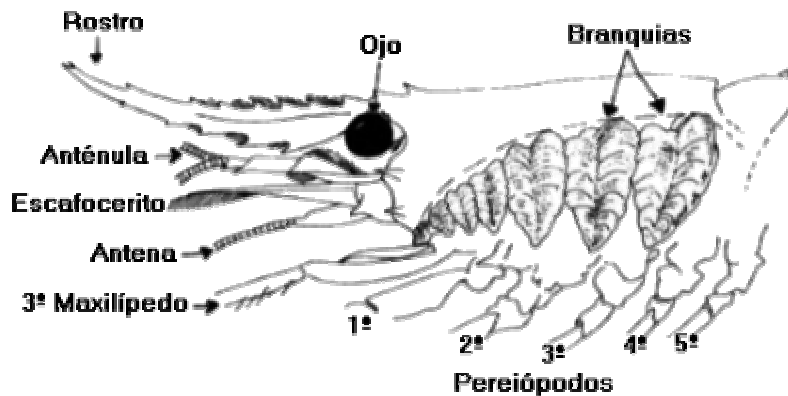


Figura No. 5.2: Anatomía del cefalotórax. Fuente: www.danival.org (19/04/2003)

Los crustáceos decápodos son animales de simetría bilateral, que tienen el cuerpo protegido por un esqueleto externo dividido en dos regiones: cefalotórax (una sola pieza) y abdomen (varias piezas articuladas). Según su abdomen los decapodos se dividen en macruros y braquiuros. Los macruros tienen el abdomen muy desarrollado y el cefalotórax alargado (langostino, langosta, bogavante, etc.), los braquiuros tienen el abdomen pequeño y el cefalotórax ancho (cangrejo de mar, etc.). En ambos casos tienen 10 patas locomotoras (decápodos), además de otros apéndices en el cefalotórax y abdomen (Figura No. 5.3). Los crustáceos están recubiertos por un esqueleto quitinoso más ó menos calcificado (con carbonato cálcico). Este esqueleto es flexible en las articulaciones para permitir el movimiento. Los caparazones de los crustáceos abandonados durante la muda y considerados como un desecho en la industria alimentaria pueden utilizarse para producir sustancias tipo celulosa y sus derivados, quitina y quitosán. El color de los crustáceos es debido a cromatóforos y pigmento incrustados en el caparazón: astaxantina (carotenos y proteínas), de color azul y otros pigmentos carotenoides de diversos colores. La cocción hace que la proteína de la astaxantina se desneutralice y el caroteno quede libre, dando el color rojo característico. (Blasco, 1991)



Figura No. 5.3. Decápodos a) Macruro, b) Braquiuro. Fuente: Blasco, 1991

5.5) Músculos y Locomoción.

Todos los crustáceos decápodos son bentónicos (a excepción de algunos camarones). Todos los decápodos macruros tienen un gran músculo que constituye la mayor parte del abdomen. Los decápodos según su forma de locomoción se dividen en marchadores y nadadores. Los nadadores presentan el cuerpo alargado y las patas finas (langostino). Los marchadores tienen el cuerpo aplanado y las patas fuertes y musculosas (cangrejo). Además todos los macruros pueden utilizar el abdomen para movimientos rápidos, contrayéndolo rápidamente utilizando el último segmento como pala. (Blasco, 1991)

5.6) Aparato Respiratorio.

La respiración se realiza a través de las branquias, las cuales se muestran en la figura No. 5.4. Las branquias están situadas en ambos lados del cefalotórax, por debajo del caparazón. Esta disposición forma dos cámaras branquiales a los lados del cuerpo, por donde circula el agua desde atrás y sale por la cabeza. En general tienen de 6 a 20 pares de branquias. Los crustáceos acusan muy fácilmente los cambios en la concentración de oxígeno en el agua. Esto hace que la cantidad de oxígeno disuelto sea una variable importante a la capacidad de retención de agua dentro de las cámaras branquiales, conservando así suficiente humedad dentro como para mantener la estructura de sus branquias intactas. Una vez fuera del agua el crustáceo puede reoxigenar el agua capturada moviendo las branquias, permitiéndole este mecanismo una supervivencia en cuestiones de sequía de varios días. Este fenómeno se aprovecha en el almacenamiento, transporte y desinfección de estos animales. (Blasco, 1991)

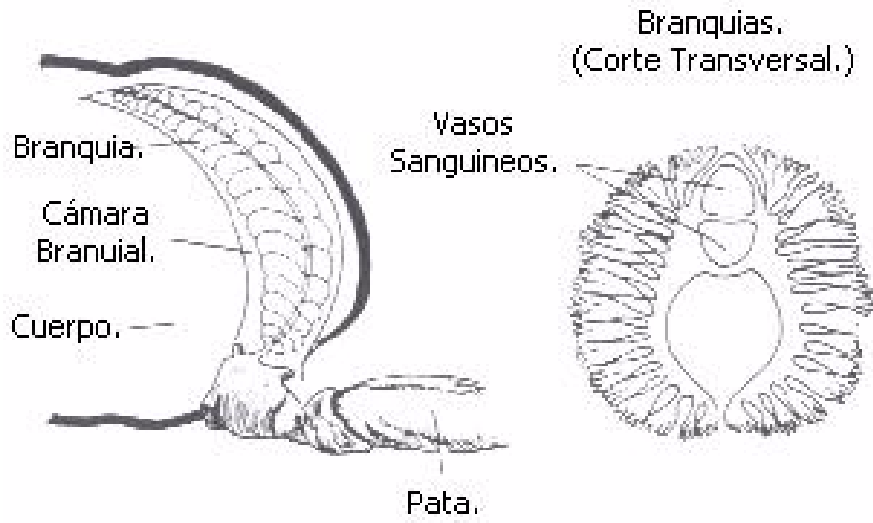


Figura No. 5.4: Esquema de la branquia de un decápodo macruro en corte transversal.
Fuente: Blasco, 1991

5.7) Sistema Circulatorio.

La circulación es abierta. La sangre sale del corazón (dorsal), distribuyéndose por el cuerpo, donde se extravasa e inunda los tejidos, luego vuelve al corazón pasando por las branquias donde se oxigena. La sangre de los crustáceos es incoagulable. Las únicas células presentes en la sangre son los glóbulos blancos. (Blasco, 1991).

En la figura No. 5.5 se muestra el corte transversal de un crustáceo, con el fin de conocer como es la organización interna de éstos y la localización de los órganos por los cuales la sangre hace su recorrido.

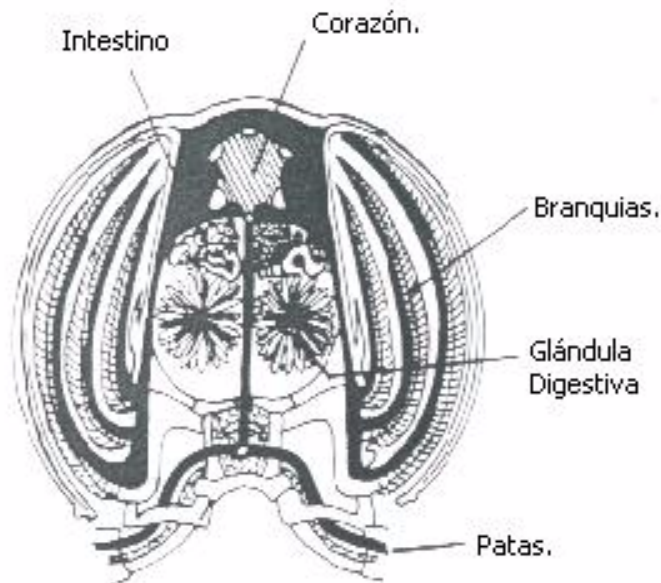


Figura No. 5.5: Organización interna de crustáceo decápodo macruro. Corte transversal a nivel del cefalotórax. Fuente: Blasco, 1991

5.8) Regulación Osmótica y Excreción.

En las altas salinidades marinas, los decápodos son osmoconformes, es decir, adaptan su concentración sanguínea a la del mar. Sin embargo los que viven en menores salinidades tienen que mantener una mayor concentración de la sangre que la del medio. Los órganos excretores son las glándulas de las antenas (Figura no. 5.6), se encuentran en la cabeza y desembocan en la base de las antenas. Sin embargo la mayor parte del nitrógeno se excreta por las branquias. El nitrógeno se excreta en forma de amoníaco principalmente, óxido de trimetilamina y urea en menor proporción. (Blasco, 1991)

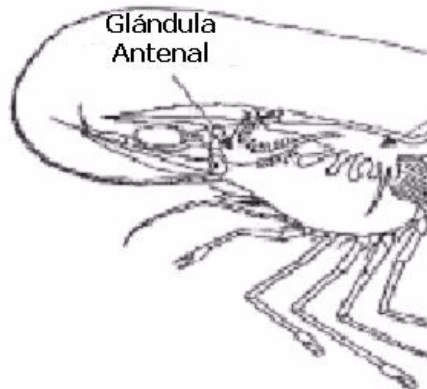


Figura No. 5.6: Esquema Glándula Antenal. Fuente: Blasco, 1991

5.9) Aparato Digestivo.

Como regla general, los decápodos son carnívoros – omnívoros y se alimentan de noche. Pueden alimentarse de presas vivas capturadas por ellos mismos ó de animales muertos, si bien en muchos casos alternan ambos alimentos en su dieta. La boca está en posición ventral acompañada de mandíbulas. Un esófago corto lleva el alimento al estómago, que está dividido en dos porciones ó cámaras separadas por un estrechamiento. En la primera cámara (estómago gástrico) el alimento es triturado gracias a un sistema llamado molino gástrico. En la segunda cámara (estómago pilórico), ocurre la digestión del alimento, ya que en él desembocan las secreciones del hepatopáncreas. El esófago, el estómago gástrico y la mitad del estómago pilórico están forrados de quitina que se cambian con cada muda. El alimento se trocea en la boca, pasa al estómago gástrico. Las paredes del estómago gástrico son musculosas y forradas interiormente de quitina, además de poseer tres dientes opuestos unos contra el otro (molino gástrico). Aquí el alimento es triturado y mezclado a un pH de 7 – 8 con las enzimas digestivas procedentes de las secreciones de las paredes del estómago, lo que le da una fina consistencia. El alimento pasa después al estómago pilórico que está formado por paredes plegadas constituyendo un verdadero filtro que conduce el alimento a las secreciones del hepatopáncreas. Solo las partículas finas pasan por el filtro para ser digeridos; las partículas mayores vuelven al estómago gástrico. Las paredes del estómago pilórico son musculosas para ayudar a pasar alimento por entre los filtros. El hepatopáncreas segrega enzimas que digieren proteínas (proteasas), carbohidratos (amilasas, celulasas y quitinasas) y lípidos (lipasas). El alimento pasa al intestino en cuya primera parte es probablemente absorbido. El alimento no digerido es eliminado en las heces. Las bacterias y los protozoos que viven en el tubo digestivo contribuyen a la digestión del alimento, sobre todo, de celulosa y quitina. Es recomendable un periodo de ayuno antes de comercializar estos animales para disminuir el número de estas bacterias presentes en el tubo digestivo. (Blasco, 1991).

En la figura No. 5.7 podemos distinguir las 3 cámaras del estómago de los crustáceos, además del hepatopaneas, el intestino y el ano; se muestra también la distribución de los demás órganos dentro del aparato digestivo.

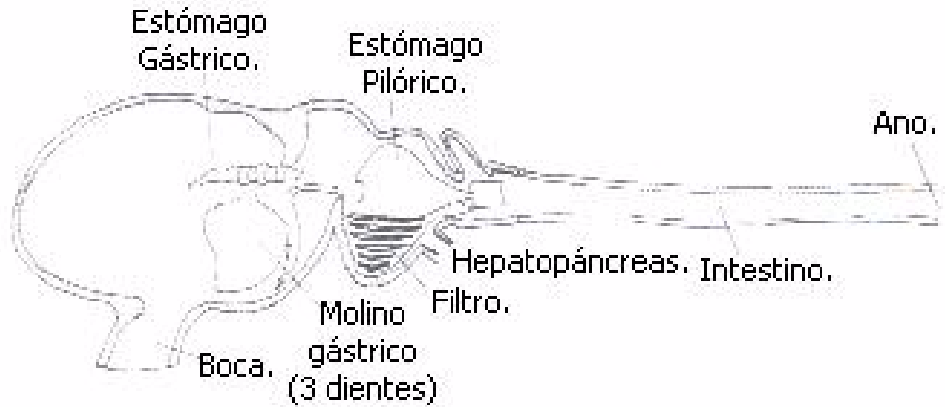


Figura No. 5.7: Diagrama del estómago de un crustáceo decápodo. Fuente: Blasco, 1991.

5.10) Anatomía Funcional del Camarón.

Este apartado contiene información resumida de los órganos de los crustáceos y de las funciones que este realiza, es una manera muy simplificada de saber que actividad realiza cada parte del cuerpo sin mayor complicación. (Cuadro No. 5.1)

Cuadro No 5.1: Anatomía Funcional del Camarón.

Órgano / Estructura	Función Principal
Músculo Abdominal Estriado	Movimiento de retroceso rápido para escape de predadores.
Antena	Censor táctil (detección predatora)
Complejo Glandular Antenal	Excreción y balance osmótico
Antenulas	Quemorecepcion
Ceca anterior y posterior del intestino medio	Desconocida
Exoesqueleto	Soporte externo y barra protectora
Intestino Anterior (boca, esófago y estómago)	Ingesta, masticación y almacenamiento temporal del alimento
Branquias	Respiración, excreción, osmoregulación, fagocitosis.
Hepatopáncreas	Digestión, absorción y almacenamiento de nutrientes
Órgano Linfoide	Posible entrapamiento de antígenos, fagocitosis
Mandíbulas, Palpos branquiales y palpos mandibulares	Censores táctiles, escojo de partículas alimenticias. Movimiento del agua sobre las branquias.

Intestino Medio. Periopodos y Pleopodos	Absorción y excreción Locomoción, quemo-recepcion.
----------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Fuente: Brock J, and K.L. Main, 1995

5.11) Ciclo Biológico.

Básicamente comprende cuatro etapas: huevo, larva, postlarva y adulto, el tiempo de duración de cada una de las fases va a depender de la especie que se este cultivando y de los factores ambientales a los que esta expuesto el cultivo. Para poder crecer, todas las especies de camarones se tienen que desprender periódicamente de su exoesqueleto ó caparazón, proceso que se denomina **muda** y que va acompañado de un aumento repentino de talla y peso. (New y Singholka, 1993)

El ciclo biológico del camarón en general puede resumirse de la siguiente manera:

Durante la cópula de los adultos, el semen que es una masa gelatinosa, queda adherido a la parte inferior de la región torácica de la hembra entre las patas ambulatorias. Es muy importante mencionar que la cópula solo podrán realizarla machos de caparazón duro y hembras que hayan completado la muda previa a la cópula y tengan todavía el caparazón blando. A las pocas horas de la cópula la hembra pone los huevos, que son fertilizados por el semen adherido a su cuerpo y posteriormente pasan a una cámara de incubación que se sitúa en la parte inferior de la región abdominal de la hembra, en esta parte existe una membrana delgada que los mantiene protegidos y en la posición adecuada. (Figura 5.8)

El tiempo durante el cual la hembra lleva los huevos consigo varía, pero nunca excede las tres semanas. El número de huevos en la puesta depende de varios factores como lo es el tamaño de la hembra; cuando estas se encuentran en plena madurez ponen de 80,000 a 100,000 huevos por puesta, pero en las primeras puestas que son durante el primer año de vida no pasan de 5,000 a 20,000. (New y Singholka, 1993)

La fecundación es interna y se realiza unas 4 ó 5 veces por año de manera natural, hasta el momento de la eclosión la hembra lleva bajo su abdomen sujetos entre los pleopodos los huevos, la figura No. 5.8 nos muestra con detalle donde se localiza la masa de huevos.

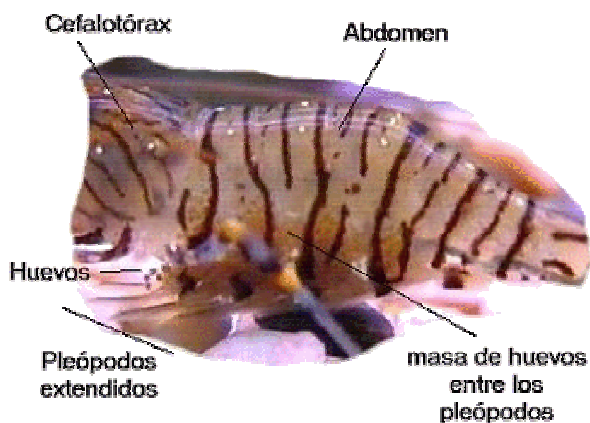


Figura No. 5.8: Hembra Ovada. Fuente: www.danival.org (19/04/2003)

Normalmente toda la progenie eclosiona en una ó dos noches y las larvas son dispersadas por los movimientos rápidos de los apéndices abdominales de la madre. Estas larvas son planctónicas y nadan con la cola por delante y el vientre hacia arriba. Necesitan agua salobre para sobrevivir. Durante la vida larval que dura algunas semanas, existen varias fases, se han definido entre 8 y 11 etapas según diferentes autores. (New y Singholka, 1993).

Las larvas nacen en la denominada forma Zoea, midiendo unos 4 mm. Estas larvas tienen dos grandes ojos compuestos y tres pares de apéndices a cada lado del cefalotórax (los emplean para nadar en posición vertical e invertida). El desarrollo larvario evoluciona a lo largo de siete fases, las tres primeras se denominan forma Zoea y las cuatro siguientes forma Mysis. (Figura No. 5.9). En esta última se completa la formación del abdomen y del Telson y comienza el desarrollo de los pleópodos.

Al completarse la vida larval, el camarón se transforma en postlarva y a partir de ese momento parece un adulto en miniatura, deja de nadar casi por completo y anda por el fondo; cuando nadan lo hacen normal con el dorso hacia arriba y moviéndose hacia delante. Las postlarvas toleran bien distintas salinidades, en forma natural, comienzan a emigrar aguas arriba una o dos semanas después de la metamorfosis buscando lugares con humedad abundante. (New y Singholka, 1993)

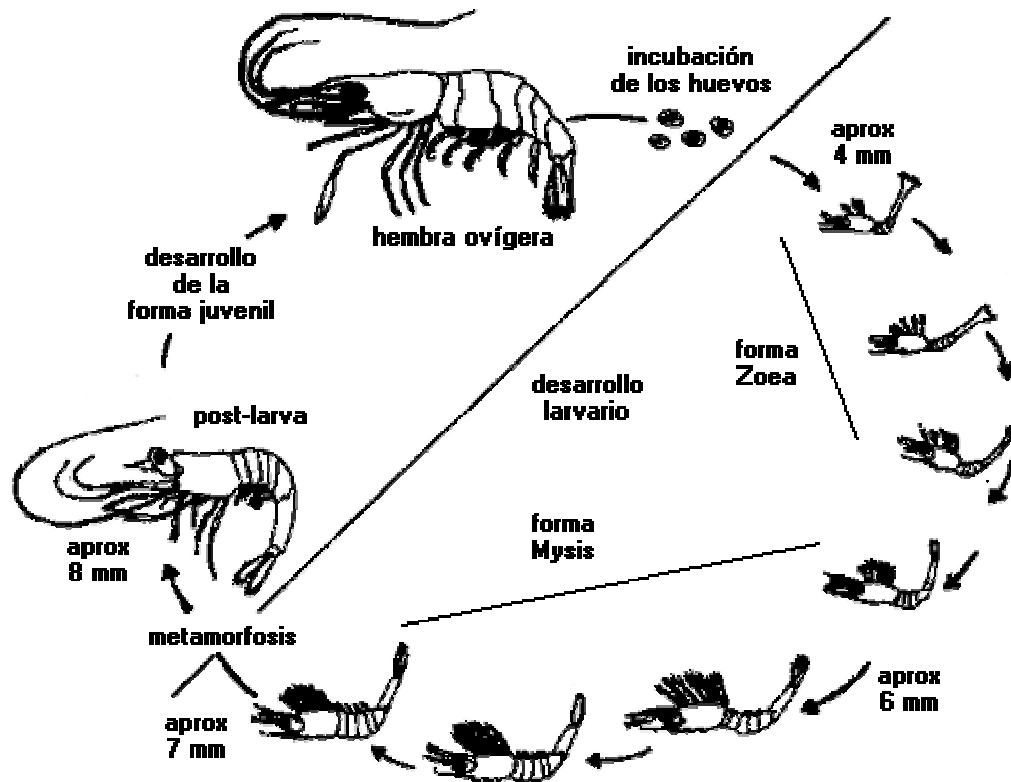


Figura No.5.9: Ciclo Biológico del Camarón. Fuente: www.danival.org. (19/04/2003)

5.12) Alimentación.

En forma natural la alimentación del camarón depende de la fase biológica en la que se encuentre; las larvas en la naturaleza se alimentan continuamente, sobretodo de zooplancton, lombrices muy pequeñas y larvas de otros invertebrados acuáticos. Las postlarvas, además de los alimentos que consumían como larvas, ahora consumen también trozos mayores de materias orgánicas animales y vegetales. En general el camarón es omnívoro y en forma adulta su alimentación llega a comprender insectos acuáticos y sus larvas, nueces, granos, semillas, frutas, moluscos y crustáceos pequeños, carne y vísceras de pescado y de otros animales, pueden incluso ser caníbales. (New y Singholka, 1993)

VI) Selección de Especies para el Cultivo Comercial en México.

Existen ocho especies de camarones de importancia comercial (Cuadro No. 5. 2) en los litorales mexicanos, de las cuales cuatro se distribuyen en el Pacífico, tres en el Golfo de México y una en el Mar Caribe; no obstante la tecnología de cultivos solo ha sido validada comercialmente en la mitad de ellas. (SEPESCA, 1994)

Cuadro No. 5.2: Características de las especies Endémicas en México.

Nombre Científico	Nombre Común	Distribución	Temp.	Salinidad	C.C.	T.C.
<i>Penaeus vannamei</i>	Camarón Blanco.	Pacífico	25-33	16-42	***	AVC
<i>P. stylirostris</i>	Camarón Azul.	Pacifico	18-28	25-45	***	AVC
<i>P. californiensis.</i>	Camarón Café.	Pacifico	26-33	30-40	**	VPC
<i>P. brevisrostris</i>	Camarón Rojo.	Pacifico	ND	ND	ND	I
<i>P. aztecus</i>	Camarón Café.	Golfo de México	18-30	28-36	*	E
<i>P. duorarum</i>	Camarón Rosado.	Golfo de México	25-30	30-40	*	E
<i>P. setiferus</i>	Camarón Blanco.	Golfo de México	25-33	15-26	**	VPC
<i>P. brasiliensis</i>	Camarón Rosado.	Caribe	25-38	30-38	*	E

Fuente: SEPESCA, 1994

*** Muy bueno (> 1.5 g/ semana) VPC = validación Piloto Comercial T.C. = Tecnología de Cultivo

** Bueno (0.5 – 1.0 g/ semana) E = Experimental C.C. = Crecimiento en Cautiverio

* Malo a Regular (>0.5 g/semana) I = Inexistente. AVC = Amplia Validación Comercial

VII) Requisitos para la Instalación de Granjas Acuícolas en México.

7.1) Ventanilla Única de Acuicultura.

La ventanilla única de acuicultura fue creada con la finalidad de apoyar a los productores en los trámites de permisos, autorizaciones y concesiones que se requieran para las actividades acuícolas. Actualmente se cuenta con ventanillas únicas en todas las entidades con litoral; en los otros estados los trámites se realizan por medio del departamento de acuicultura, en las delegaciones federales de la SEMARNAT. Esta ventanilla nos orienta sobre los trámites y requisitos que deben de cubrir los productores para instalar nuevas granjas ó regularizar las que ya operan. La función de esta ventanilla es recibir, revisar y turnar los expedientes debidamente integrados a las áreas administrativas correspondientes, según las características de cada proyecto. Antes de asistir a la ventanilla única de acuicultura es necesario registrarse en las siguientes dependencias administrativas: Secretaria de Relaciones Exteriores en donde se obtiene el permiso para el uso de la denominación ó razón social y la Secretaria de la Reforma Agraria. (Neumann, 2001)

7.2) Trámites.

7.2.1) Comisión nacional del Agua.

Para obtener las concesiones para el uso y aprovechamiento de aguas dulces superficiales ó subterráneas; los permisos para perforación de pozos; las autorizaciones para la descarga de aguas residuales y las concesiones de zona federal, deberán de cubrirse los requisitos de esta comisión. (Neumann, 2001)

7.2.2) Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental del Instituto Nacional de Ecología.

En esta área administrativa será necesario realizar un estudio de impacto ambiental del área en la que se desee instalar la granja acuícola. Para poder realizar este trámite se deberá presentar a las autoridades correspondientes la papelería que sea solicitada. (Neumann, 2001)

7.2.3) Dirección General de Acuicultura.

Esta dirección es la encargada de dar las concesiones acuícolas.

7.2.4) Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre.

Concesiones para el uso y aprovechamiento de las playas marítimas, de la zona federal de marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar. (Neumann, 2001)

7.2.5) Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos.

En esta dirección se conceden los cambios de uso de terrenos forestales. (Neumann, 2001)

7.3) Ventanillas Estatales SEMARNAT.

Las Ventanillas Únicas de Acuicultura que existen en el país se encuentran en los siguientes estados: Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas. (BANCOMEXT, 2001)

VIII) Factores que Determinan el Proyecto Constructivo.

8.1) Planeación Económica

Éste es el primer paso para determinar el proyecto constructivo de una obra por realizar y a la vez el proyecto constructivo modifica y retroalimenta la planeación económica del mismo. Es recomendable que una vez determinados los factores del proyecto constructivo, se elabore un anteproyecto que incluya principalmente un modelo gráfico a computadora y una maqueta, así como los planos, especificaciones, procedimientos constructivos y costos de construcción suficientes para revisar su impacto en el proyecto económico. El anteproyecto constructivo debe revisarse hasta encontrar un equilibrio económico entre las ventajas y desventajas de diferentes alternativas de construcción. Es muy importante que en este anteproyecto sea incluido el suministro de recursos financieros, de materiales de construcción, la renta de maquinaria y la programación de actividades entre otras. (Olivera y reyes, 1996).

8.2) Selección del Área.

La selección del área estará en función del medio natural, este debe considerar localizaciones con riesgos moderados de fenómenos meteorológicos tales como: huracanes, desbordamientos de ríos próximos a las instalaciones, entre otros. (Olivera y Reyes, 1996)

La selección del sitio es la primera y más importante decisión en el establecimiento de una granja camaronera. Para ello se requiere un terreno bajo el régimen de propiedad privada, próximo a un estuario ó al mar y con 2 ó 3 metros por encima del nivel máximo de mareas. (SEPESCA, 1994)

8.3) Disponibilidad de Agua.

El sitio adecuado para la instalación del agua debe cumplir en primera estancia, con los requerimientos de calidad del agua de la especie que se va a cultivar. Las principales condiciones son: que las fuentes de abasto se encuentren libres de contaminación, sean abundantes y con variaciones anuales de parámetros físico – químicos dentro del intervalo de tolerancia de la especie seleccionada. En forma genérica pueden emplearse los siguientes valores (Cuadro No. 8.1) como punto de referencia. (SEPESCA, 1994)

Cuadro No. 8.1: Características del agua para proyectos acuícolas y sus rangos de tolerancia.

REQUERIMIENTOS	VALORES
Temperatura	De 24.0 a 30.0°C.
Salinidad	De 15.0 a 35.0 ppm.
pH	De 6.5 a 8.5 UN.
Oxígeno	De 4.0 a 10.0 mg/l
Nitrito	Hasta 0.1 mg/l
Amonio Total	Hasta 0.05 mg/l
Turbidez	De 30.0 a 40.0 cm.
Materia Orgánica	Hasta 7%
H ₂ S	< 0.02 mg/l
Alcalinidad Total.	De 50.0 a 250.0 mg/l
Bióxido de Carbono.	< 15.0 mg/l

Fuente: SEPESCA, 1994

Se debe obtener la información suficiente respecto a las características físicas y químicas del agua como lo son la oxigenación, salinidad, alcalinidad ó acidez, temperatura, etc. evitando fuentes de agua contaminada y regresando al medio ambiente agua de la misma calidad de la que se recibió en los estanques. (Olivera y Reyes, 1996)

8.3.1) Fuentes de Abastecimiento de Agua.

Es importante saber cuales son los posibles lugares de los cuales podemos adquirir el agua para nuestros estanques y cuales son sus características generales, esto con la finalidad de saber con que tipo de recursos naturales contamos y que especies son las posibles a explotar en una zona determinada. (SEPESCA, 1994)

8.3.1.1) Agua Marina.

Cuando se utiliza agua marina, esta tiende a ser más estable en temperatura, salinidad, pH, oxígeno, niveles de nutrientes y productividad que las aguas de otro tipo de fuente. Su transparencia suele ser mayor de 60 cm., con conteos de microalgas menores a 50,000 células por ml. y con menores niveles de nutrientes. Por esta razón presenta mayor dificultad para incrementar la productividad, pero por otra parte tiene la ventaja

de facilitar el control de la salinidad y el exceso de productividad con un recambio menor de agua. (BANCOMEXT, 1999)

8.3.1.2) Agua de Bahías.

La transparencia suele ser un poco mayor que en el caso de las fuentes de abastecimiento de agua marina, con niveles de profundidad iluminada de 40 a 60 cm. de disco de Sechii. Dependiendo del tamaño de la boca de la bahía, su profundidad y productividad, la calidad del agua por lo general es intermedia entre el agua del mar y la de las lagunas costeras. (BANCOMEXT, 1999)

8.3.1.3) Agua de Lagunas Costeras.

Las lagunas costeras alargadas, de boca estrecha proporcionan agua con menor transparencia, siendo en ocasiones inferior a 40 cm., ello se debe a una alta productividad y un elevado nivel de microalgas. Las lagunas tienden a ser más variables en sus diferentes parámetros por su alta relación con la zona costera. Pueden representar tanto altas como bajas temperaturas y/o salinidades. Cuando se elige una laguna costera como fuente de abastecimiento de agua para una granja, deben considerarse los siguientes factores: tamaño de la laguna, tamaño de la boca, profundidad promedio, capacidad de recambio a lo largo del año, posición de la granja dentro de la laguna, longitud del estero donde se construirá el canal de llamada, así como, la superficie total del espejo de agua de todas las granjas que hacen uso común de la misma laguna. (BANCOMEXT, 1999)

8.4) Suelo.

El segundo factor en importancia en la evaluación del sitio para el cultivo de camarón, es sin duda el tipo de suelo, ya que dependiendo de sus características físicas podrá ser ó no apropiado para retener el agua, es decir impermeable. En este sentido lo recomendable es analizar la composición granulométrica, el coeficiente de permeabilidad y la capacidad de carga de una ó varias muestras de suelo, esto puede hacerse en laboratorios especializados. (SEPESCA, 1994)

8.4.1) Factores Químicos.

La composición química del suelo influye significativamente condicionando el diseño y tipo de proyecto, esto, debido a que los elementos químicos regulan la reacción del suelo con el agua, determinando el pH, que a su vez limita las condiciones de vida de microorganismos que pueden ser aprovechados como alimento para los cultivos acuícolas. (Olivera y Reyes, 1996)

8.4.2) Factores Físicos.

Según Olivera y Reyes (1996), la composición física del suelo determina las alternativas de calidad en la construcción de los estanques. La lluvia, arroyos,

manantiales, erosión, desintegración, etc., determinan las características inherentes del suelo como lo son:

Granos del Suelo: Esta característica se observa en distribución, tamaño, y forma de grano que constituye el suelo y es susceptible de modificarse por medios mecánicos.

Plasticidad: Esta característica del suelo se determina por la cohesión (atracción magnética de las partículas del suelo) y se observa en la resistencia a la erosión, agrietamiento y los asentamientos del suelo.

Densidad: Es la cantidad de material contenido en una unidad de volumen. Esta característica determina la permeabilidad del suelo y es susceptible de incrementarse con medios mecánicos como lo son la compactación manual ó mecánica.

Dureza: Igual que la plasticidad es determinada por la atracción magnética de las partículas del suelo (cohesión) y se observa en la adherencia y la resistencia al deslizamiento.

Textura y Estructura.: Estos factores influyen en la cantidad de agua y aire que el suelo pueda retener. Según el Instituto de la Potasa y el Fosfato (1997), la textura del suelo indica la cantidad de partículas individuales de arena, limo y arcilla presentes en el suelo. De acuerdo a las partículas presentes en un suelo estos se clasifican de la siguiente manera:

Grava: Es un componente que carece de cohesión y no sufre cambios físicos en presencia del agua. Requiere de limo y arcilla para formar un suelo con estructura estable.

Arenas: Las arenas son principalmente granos minerales sin cohesión en estado seco. Son estables, con fuerte fricción interna y sin grandes desplazamientos entre las partículas que lo componen. Las arenas entonces, retienen pequeñas cantidades de agua, debido a que sus poros de tamaño grande permiten que el agua drene libremente del suelo. (Instituto de la Potasa y el Fosfato, 1997)

Limo: Los suelos con alto contenido de limo son a menudo los más difíciles de todos, en términos de estructura. Las partículas se juntan estrechamente y se compactan muy fácilmente. (Instituto de la Potasa y el Fosfato, 1997).). El limo se caracteriza por la contracción y expansión de su volumen en presencia de agua, misma que incrementa su cohesión.

Arcilla: La arcilla es el componente más inestable del suelo y la presencia de agua modifica radicalmente su estructura. Las arcillas absorben una cantidad relativamente alta de agua y sus poros pequeños retienen el agua contra las fuerzas naturales. (Instituto de la Potasa y el Fosfato, 1997)

8.4.3) Características Adecuadas del Suelo para Proyectos Camaronícolas.

Cuadro No. 8.2: Características y Requerimientos adecuados para el suelo de Proyectos Acuícolas.

CARACTERISTICA	REQUERIMIENTO
% de Finos.	> 40.0 %
Tipos Según Textura.	Arcilloso. Limo – Arcilloso. Areno – Limoso.
Coefficiente de Permeabilidad (K)	-6 < 5x 10 cm. / seg.
Capacidad de carga.	> 250 g/cm. 2

Fuente: SEPESCA, 1994

8.5) Topografía.

Este factor determina la integración del proyecto al terreno natural. El proyecto constructivo debe adecuarse a los niveles del terreno, procurando respetar las pendientes naturales y almacenar el mayor volumen de agua con el menor movimiento de tierra. (Olivera y Reyes, 1996). La topografía deberá facilitar la construcción de estanques y permitir el drenaje por gravedad. El terreno deberá ubicarse en áreas aledañas a la fuente de abasto de agua con elevaciones suficientes por encima del nivel máximo de mareas reportado para la zona. (SEPESCA, 1994). Las condiciones topográficas pueden generar diferencias de temperaturas hasta de 5°C en 8 metros. (BANCOMEXT, 1999)

8.6) Clima.

El clima es un factor muy importante en un proyecto acuícola, ya que será determinante en la calidad y cantidad de producción, así como el costo de la misma. En climas muy calidos el bombeo de agua es con mayor frecuencia debido a la evaporación que presenta el lugar, la cantidad de luz recibida, deberá ser cuidada en el caso de cultivos intensivos y laboratorios de larvas. (Olivera y Reyes, 1996)

8.7) Orientación.

El soleamiento es un factor que se debe revisar especialmente cuando mayor sea la latitudes la ubicación del proyecto y principalmente si se trata de sistemas de estanques cubiertos ó de laboratorios para producción de algas. En estanques alargados que tengan proporciones rectangulares de 1:5 ó mayores, así como en estanques cubiertos de tipo

intensivo; es recomendable que orienten su eje longitudinal en el sentido norte – sur para disminuir sombras y diferencias de temperatura en el agua durante el invierno. El movimiento que produce el viento en el espejo de agua de los estanques, ocasiona una erosión que es mayor en el talud de los bordos opuestos al viento. El uso de barreras vegetales para la protección de bordos es una solución que se debe implementar en corto plazo. (Olivera y Reyes, 1996)

8.8) Acceso a Servicios.

Es deseable contar con accesos al sitio seleccionado por carretera en forma permanente, contar con energía eléctrica, cercanía a plantas congeladoras y en general contar con proveedores de insumos y servicios en la zona como: laboratorios reproductores de postlarvas, alimento balanceado, hielo, combustible, lubricantes, víveres, refacciones, mallas, redes, etc. Estos factores pueden determinar la viabilidad de un proyecto comercial. (SEPESCA, 1994)

8.9) Ecología.

Olivera y Reyes (1996) mencionan que la acuicultura está en el momento oportuno para establecer y hacer respetar las normas de conservación para el medio ambiente. Un proyecto acuícola exitoso es el resultado del análisis y la planificación de su desarrollo en función de su compatibilidad con el entorno. En este sentido deberá tratar de ubicarse en zonas que no presentan vocación agropecuaria, industrial ó turística; ó bien que sostengan una biodiversidad importante. (SEPESCA, 1994)

8.10) Depredadores.

Los depredadores tienen varios efectos dentro del desarrollo de un cultivo, entre los que se pueden mencionar la competencia por alimento, espacio y depredan el camarón, por lo que su entrada a los estanques debe ser eficientemente controlada. Entre los depredadores y competidores naturales que presenta el camarón se encuentran peces como la curubina, los pargos y otros, además de víboras, aves, jaibas y otros crustáceos. (New y Singholka, 1993)

8.11) Tecnología.

El factor tecnológico es el que nos permite dominar las variables en los cultivos de camarón. La selección de una tecnología para la acuicultura, tendrá sus limitaciones en el conocimiento y dominio de los factores que determinan el proyecto productivo. Con la aplicación adecuada de la tecnología, los proyectos con sistema de producción semi – intensivo, lograrán gradualmente el conocimiento para evolucionar a sistemas intensivos y estos probablemente explotarán el potencial genético del camarón y de otras especies, para así poder abastecer las demandas de la población mundial. (Olivera y Reyes, 1996).

IX) Diseño y Construcción de una Granja Camaronera.*

* Para este capítulo nos hemos apoyado principalmente en la publicación de Olivera y Reyes, 1996 por considerarla la más completa y usual en cuanto a diseño de explotaciones Camaronícolas se refiere.

9.1) Diseño.

El diseño de una instalación para acuicultura de camarón debe incluir básicamente un programa de distribución de áreas y actividades de la producción, que se adecuará a la disponibilidad de terreno y a los factores que determinan el proyecto constructivo.

El programa debe definir la ubicación, secciones y longitudes de pozo de alimentación ó de canal de llamada, cárcamo de bombeo, canal de reserva de agua, estanques de engorda y pre - engorda, estructuras de alimentación y de cosecha, sección de muros ó bordos, canal de drenaje, área de selección, empaque, y refrigeración, planta de alimentos, laboratorio de producción de larvas, área para tratamiento de aguas, servicios complementarios de mantenimiento, vigilancia, equipos sanitarios, y oficinas.

El programa de distribución de áreas se debe delinear sobre un plano topográfico para definir el anteproyecto y este a su vez analizarse en función de todos los factores que determinan el proyecto como lo son: la planeación, la disponibilidad de agua, el clima, la topografía, el suelo, la orientación, el acceso, los servicios, la ecología y el sistema de tecnología seleccionado.

9.2) Dimensión del Proyecto.

La dimensión del proyecto estará básicamente en función al capital disponible y al área elegida. En este caso el diseñador debe de buscar un equilibrio entre las alternativas para el manejo del estanque y la inversión en la construcción. Es importante mencionar que las inversiones que se requieren para comenzar con una granja

camaronera son bastante fuertes, pero también dependen del nivel de tecnificación que se desee implementar y los manejos que se requieran para la misma. El tamaño de los estanques estará determinado particularmente por el tipo de manejo, alimentación y los recursos que se consideren invertir.

9.3) Tipos de Estanques.

Las necesidades de cultivar camarón con mayor eficiencia originó varias alternativas en el diseño y construcción de estanques, los cuales han logrado diferentes grados de tecnología para la reproducción y engorda de larvas. Los diferentes tipos de estanques se clasifican por el volumen de producción en relación a la superficie del estanque (Kg. / ha).

9.3.1) Estanques Extensivos.

Se caracteriza por la ausencia de tecnología en la producción, el manejo es nulo y el control es escaso. Los estanques son naturales con superficies aleatorias y no se suministra alimento. Este tipo de estanques se conocen con el nombre de tapos ó encierros y su trabajo se limita prácticamente a la recolección.

9.3.2) Estanques Semi – Intensivos.

Este es el tipo de explotación más común en América Latina, se caracteriza por un control de los parámetros físicos y químicos del agua, las dimensiones de los estanques son similares y varían entre las 3 y 60 hectáreas. La alimentación es a base de alimentos industrializados que pueden ser distribuidos en lancha. Este tipo de explotación requiere de personal profesional y técnico especializado, además de mano de obra no calificada.

9.3.3) Estanques Intensivos.

Se caracterizan por utilizar tecnología de alta precisión, el manejo es de alta calidad y además de controlar los parámetros del agua, se controlan los del clima y la temperatura en ambientes cerrados. Estos estanques están construidos con materiales impermeables como el polietileno, lona plástica ó cemento para evitar infiltraciones ó contaminación del suelo. La dimensión de estos estanques puede variar de entre 50 y 1,500 metros cuadrados. En estas explotaciones además de que la alimentación que se suministra es a través de productos industrializados y perfectamente balanceados, el control sanitario juega un papel muy importante dentro de estas granjas, ya que es imprescindible para la prevención de enfermedades y al mismo tiempo poder mantener una calidad aceptable de los productos.

9.4) Materiales y Diseño de los Estanques.

Mucho se ha hecho hincapié en que el tamaño ó las dimensiones de los estanques están en función al tamaño del terreno y del proyecto que se va a establecer, sin embargo hemos de mencionar las diferentes dimensiones y diseños de los estanques que se utilizan dentro de la camaronicultura así como los diferentes materiales que deben

utilizarse para su construcción según se desee. Existen dos diferentes formas de estanques: **circulares y rectangulares**, el factor decisivo para el diseño de un estanque será el tipo de explotación que se desee establecer, además del monto de inversión y las dimensiones del proyecto. (New y Singholka, 1993)

El cultivo en estanques circulares es de tipo bifásico; es decir, requiere de una fase denominada de pre – engorda ó adaptativa y otra de engorda ó de crecimiento terminal. (SEPESCA, 1994)

Los estanques de engorda y pre – engorda son de forma circular con un muro perimetral que puede ser de diversos materiales (tierra compactada, concreto, acero, fibra de vidrio, etc.) resistente a la presión del agua contenida en su interior. De modo general se acepta que ubicando un tercio de la profundidad del estanque por debajo del nivel del suelo se contrarresta en forma efectiva dicha fuerza. El fondo del estanque debe ser cónico y se puede revestir con material plástico (liner) tratado contra la acción de la luz ultravioleta con lo cual se abate el tiempo y costo de construcción así como de mantenimiento. El estanque debe tener una pendiente (conicidad) del 1 al 2 % hacia el centro, en el cual se ubica el ducto de drenaje consistente en un tubo de material inerte (PVC ú otro similar) de 1 a 1.5 metros de altura, que actúa como controlador de nivel ó monje. El diámetro y altura del tubo dependen del tamaño y profundidad del estanque deseado. Un segundo tubo de mayor diámetro y de altura se coloca dejando el primer monje en su interior. Este segundo monje debe tener en su base aberturas grandes que permitan la entrada de agua al fondo, de modo que al drenar succione los desperdicios de alimento y excretas cercanos. La fuga de camarones se evita cubriendo las aberturas de este tubo con mallas de PVC de tamaño adecuado. (SEPESCA, 1994). (Figura 9.1 a)

El cultivo en estanques rectangulares es el más práctico, la principal ventaja de estos estanques es que para aumentar su tamaño basta modificar la longitud. (New y Singholka, 1993). (Figura 9.1 b)

Un tamaño adecuado para un tanque rectangular puede ser 14 m² de superficie interna que con un nivel de agua de 70 cm., contendrá aproximadamente 10 m³ de agua. Las dimensiones internas son 1 m de profundidad, 2 m de anchura y 7 m de longitud. Las entradas de aire y de agua están en un extremo y el desagüe en el otro. El fondo está ligeramente inclinado hacia el extremo donde haya el desagüe, que es sencillamente el tubo abatible de 10 cm. de diámetro dotado de un filtro de manga que impide la pérdida de camarones mientras se cambia el agua. El estanque se airea con dos o tres tubos de cloruro de polivinilo (PVC) rígido ó varios de plástico flexible. Los mejores materiales para la construcción varían según el lugar. Al seleccionar los que se vayan a emplear, así como los tubos, bombas, etc., se ha de tener presente que el cobre y el zinc (y sus aleaciones), el acero galvanizado, el cemento y el petróleo han resultado ser tóxicos para los camarones y sus larvas. Si son baratos, los tanques de plásticos rígidos, fibra de vidrio ó madera revestida de plástico son convenientes. Los tanques de ladrillo hueco deberán reforzarse con barras de hierro verticales y en ambos tipos el interior deberá pintarse con varias capas de resina epoxica pura para crear una superficie lisa e impedir que el cemento suelte sustancias químicas tóxicas. Cualesquiera que sean los materiales que se empleen, es esencial “curar” los tanques nuevos llenándolos varias veces de agua

salobre durante algunas semanas, para eliminar las materias tóxicas solubles. Lo mismo ha de hacerse con los materiales revestidos de resina epoxica. (New y Singholka, 1993)

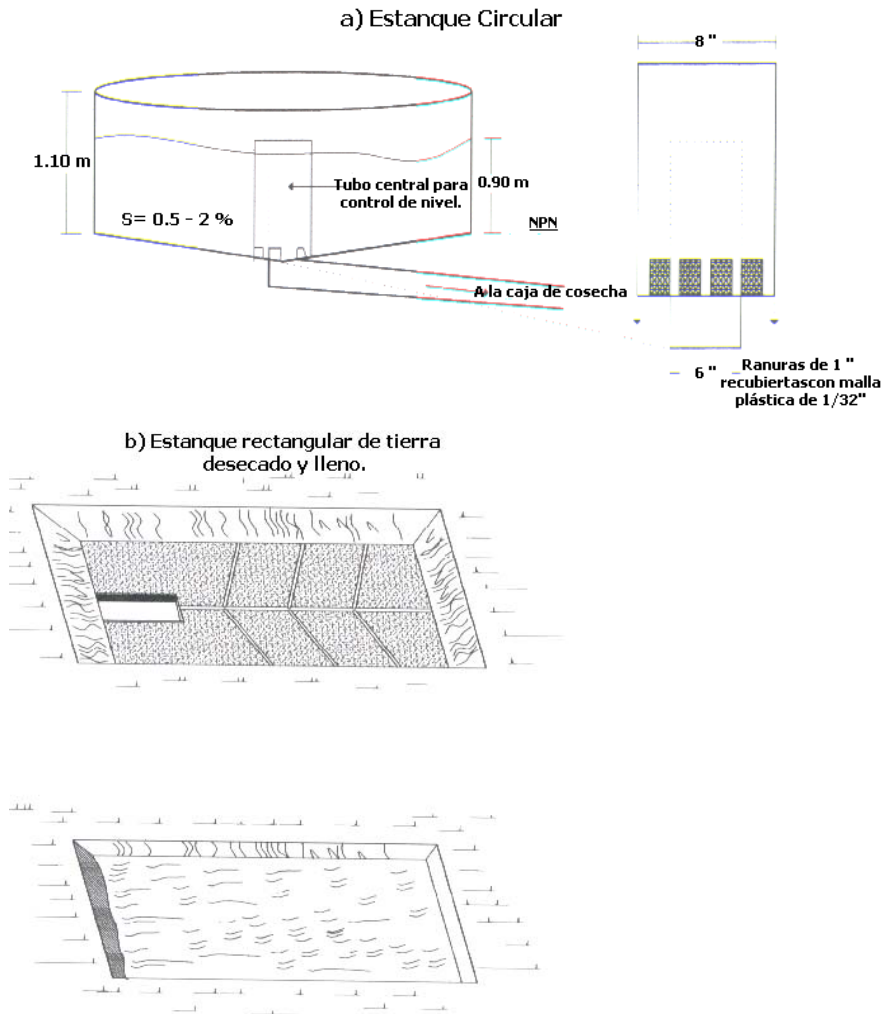


Figura No. 9.1: Tipos de Estanques. a) Circular. Fuente: SEPESCA, 1994. b) Rectangular de tierra, desecado y lleno Fuente: Coll, 1991.

9.5) Consideraciones sobre el tamaño de los estanques.

El tamaño de los estanques debe estar en función a las dimensiones que se tengan establecidas para la construcción de la granja, así como el grado de tecnología que se pretenda aplicar y el manejo de la misma, de esta manera tendremos una mejor idea de cuanto terreno se destinará a la construcción de los mismos. La experiencia con estanques grandes que van de las 40 a las 150 hectáreas indican que tienen ventajas y desventajas sobre los estanques pequeños. Los estanques grandes requieren de menos capital de inversión, pues se trabajan en densidades más moderadas, además son más estables en su productividad porque tienen un mayor grado de mezcla, tienen una menor

demanda tecnológica, una menor carga financiera al término del ciclo, mayor valor de producto por mejores tallas de cosecha, tasas de crecimiento y sobrevivencias más elevadas. Las desventajas son: se subutiliza la superficie con respecto al potencial de producción por hectárea, tienen problemas de siembra cuando hay desbasta de semilla, se requiere poner corrales de pre-cría cuando son muy grandes y la cosecha resulta más complicada. (BANCOMEXT, 1999)

9.6) Orientación de los Estanques.

La orientación de los estanques con respecto al viento es el tema de mayor importancia cuando se hace el diseño de la granja. Debe considerarse que la orientación y construcción de los mismos depende de factores como el topográfico y el económico. Existen dos criterios en diferentes al respecto, el primero se fundamenta en la orientación ideal y la segunda en los costos de construcción. El primer criterio plantea que existen cuatro tipos de estanques con respecto a su orientación; el estanque de primera, en el que los vientos corren a favor de la compuerta de entrada, permitiendo que el agua superficial se distribuya más rápidamente; el estanque de segunda, en el que los vientos corren perpendicularmente al flujo de las compuertas; el estanque de tercera en el cual los vientos corren contra el flujo del agua que entra en la compuerta; y el estanque de cuarta en el cual los vientos corren oblicuos a la orientación del estanque generando en las esquinas zonas de sedimentación. Si bien este criterio debe tener un fundamento importante, debe considerarse que en muchas regiones de la costa los vientos cambian entre el día y la noche, una estación y otra, corriendo en direcciones opuestas. (BANCOMEXT, 1999)

9.7) Profundidad de los estanques.

Los estanques pueden ser clasificados en tres tipos de acuerdo a su profundidad:

Estanques someros cuya profundidad es menor a los 75 cm.

Estanques de profundidad media entre 80 cm. y 1.1 metro.

Estanques profundos con profundidades de 1.15 a 1.5 metros.

Por lo general los estanques profundos son más estables en cuanto a temperatura, salinidad, pH, oxígeno y productividad, en ellos los camarones pueden tener mayor periodo de actividad por día. Sin embargo este tipo de estanques tienen la posibilidad de estratificarse si no existe suficiente mezcla, si hay condiciones de hipersalinidad y la diferencia de temperaturas entre el día y la noche es muy grande. En los estanques someros por el contrario la temperatura tiende a ser más variable, la salinidad tiende a incrementarse más rápidamente, las variaciones de productividad son más grandes y puede presentar caídas de productividad y de oxígeno. Con baja productividad la actividad del camarón puede limitarse solo a las horas nocturnas. Tiene la ventaja de que

la estratificación es menos probable y pueden tener un mayor grado de mezcla. La diferencia de comportamiento entre los estanques someros y los profundos se debe a la relación entre la superficie y la masa. Así mismo debe considerarse que la profundidad de los estanques es variable y que esa variabilidad está en función a los modelos operativos de la granja. Las variables que influyen en la profundidad del estanque son: el espesor de la lámina de agua sobre la cresta del vertedero, la duración del recambio, la limpieza de las mallas de entrada y la limpieza de las mallas de salida. (BANCOMEXT, 1999)

9.8) Bordos de los estanques.

Los bordos de los estanques tienen como función la de evitar las erosiones por agua y por viento en los mismos. Este problema se presenta por circunstancias como las siguientes: mala orientación de los estanques, mala compactación de los bordos, composición de los suelos pobre en arcillas, entre otras. Los bordos ricos en arcilla, bien compactados y con inclinaciones suaves en talud tienen menor velocidad de erosión aún en las caras de los bordos en los que tiene mayor efecto el viento. La práctica ha demostrado que en estanques grandes, la variable más importante es la composición del suelo, luego la inclinación de los bordos, luego el tamaño de los estanques y por último la orientación del estanque. Aunque la inclinación más común en los bordos es de 3 a 1m, algunas granjas utilizan pendientes mayores y han disminuido sensiblemente la erosión en estanques muy grandes, mayores a 100 hectáreas. (BANCOMEXT, 1999)

9.9) Compuertas de entrada del Agua.

El agua de los reservorios ingresa a los estanques a través de estructuras hidráulicas que permiten el paso del agua y estas se denominan compuertas de entrada ó estructuras de entrada. Existen tres tipos de estructuras de entrada de agua a los estanques; la compuerta clásica construida de concreto, los tubos de entrada que pueden ser de polivinilo o de polietileno de alta densidad y los vados ó compuertas de cresta ancha. (BANCOMEXT, 1999)

9.9.1) Compuerta de Concreto.

Es una estructura que atraviesa el bordo a través de uno ó varios tubos que cruzan el bordo, los cuales pueden ser de concreto. En ambos lados del bordo se construyen estructuras de concreto que sirven para instalar los tableros de control de nivel y los de control de flujo de restricción. En las mismas estructuras se colocan los filtros de control de depredadores y competidores, utilizando bastidores de malla, cribas y opcionalmente bolsas de malla conocidas como calcetines, que usualmente se instalan en la parte interna de la compuerta. (BANCOMEXT, 1999)

9.9.2) Tubos de Entrada.

Estas estructuras permiten incrementar el número de entradas de agua creando condiciones para un recambio más uniforme. Las puntas de los tubos se colocan a una distancia mayor de un metro de los bordos para impedir que erosionen los mismos o

sean tapados por los sedimentos de los bordos. En este caso el control de especies no deseables se realiza a través de cercos de malla en la entrada de los tubos que se ubican en el reservorio y filtros de calcetín en la salida de los tubos que se encuentran dentro del estanque. (BANCOMEXT, 1999)

9.9.3) Vados ó Compuertas de Cresta Ancha.

Son pasos a desnivel sobre los bordos de los estanques que permiten el paso del agua por rebosamiento cuando el nivel del reservorio se encuentra en un nivel superior al del vado. Mediante este sistema se logra la entrada de agua de la capa, más superficial del reservorio. En este caso el control de la entrada de los depredadores se realiza mediante cercos de malla ó bastidores según sea el diseño de la compuerta. (BANCOMEXT, 1999)

9.10) Compuerta de Salida ó Cosecha.

Esta compuerta consta de tres partes; una parte interna que esta diseñada tanto para el control del nivel del agua como para que el camarón entre a la compuerta, una tubería que atraviesa el bordo del estanque y una parte externa que sirve para la cosecha. Se construye en la parte más profunda del estanque a un nivel que permita el vaciado total del mismo. Tiene un diseño que permite un flujo rápido para que el camarón salga en el vaciado. En la cara interna cuenta ranuras para la instalación de las cribas, los bastidores, los tableros de control de flujo ó restricción y el tablero del control de nivel. Las cribas y los bastidores se van cambiando a lo largo del ciclo para incrementar la luz de malla de los mismos y su función es evitar que el camarón se salga durante el recambio, mientras que el tablero de control de nivel tiene como función establecer la profundidad operativa del estanque. (BANCOMEXT, 1999)

9.11) Alimentación Hidráulica.

Existen diversas formas para abastecer de agua a la granja. El abasto se puede realizar desde una estación de bombeo situada en un canal de llamada, donde el agua es elevada a un estanque reservorio y de ahí se libera a un canal de distribución, ó bien se puede obtener agua abundante y de buena calidad con pozos artesianos que penetren a la cuña marina ó con los denominados pozos de playa. La selección de la fuente de abasto dependerá de las condiciones hidrogeológicas de la zona donde habrá de ubicarse el proyecto; sin embargo, es recomendable, en la medida de lo posible, la utilización de pozos de playa, en virtud de que la calidad y cantidad de agua se mantienen homogéneas durante todo el año y requieren de obras más sencillas en relación a la construcción de canales a cielo abierto. (SEPESCA, 1994)

9.12) Tomas de Agua.

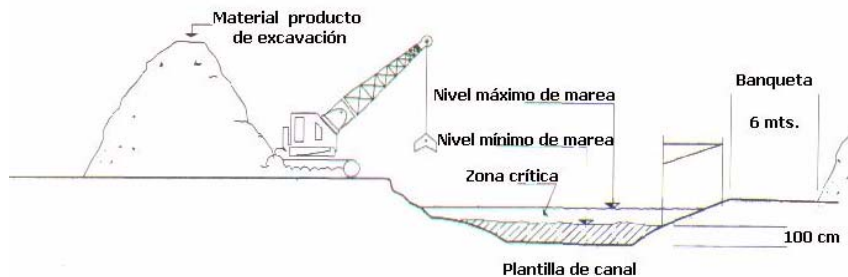
La toma de agua se define como el lugar donde se eleva el agua del canal de llamada al reservorio, mediante los sistemas de bombeo. Integra la parte terminal del canal de llamada, el cárcamo de bombeo, el muro de elevación del agua, la estación de bombeo, el muro de descarga del agua y la parte inicial del reservorio. (BANCOMEXT, 1999)

9.12.1) Canal de Llamada.

El canal de llamada conduce el agua de la fuente de abastecimiento a la toma de agua. Por lo general tiene una pendiente ligera (0.25 al millar) hacia la toma de agua. Para garantizar que el canal de llamada tenga agua durante todo el año se construye con una profundidad de un metro por debajo del nivel mínimo de marea. Por lo general estos canales son más profundos que anchos para garantizar un mejor flujo del agua y una mejor calidad de la misma. El canal de llamada termina por lo general con una poza con una profundidad superior a los dos metros, denominado cárcamo de Bombeo, tal como se muestra en la figura No. 9.2.

Canal de Llamada

(Sección)



(Perfil)

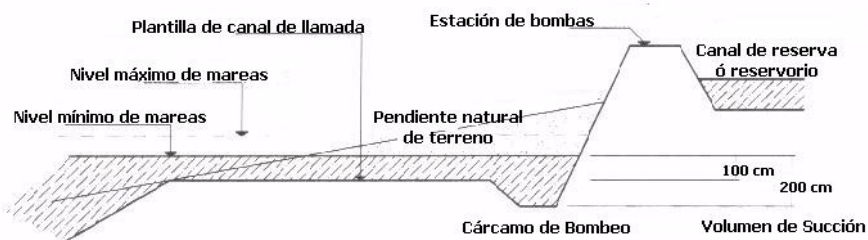


Figura No. 9.2. Canal de llamada. a) Vista Frontal. b) Vista Perfil. Fuente: Olivera y Reyes, 1996

9.12.2) Bombas.

Las bombas más comunes que se utilizan en la camaronicultura son de cuatro tipos:

La bomba axial tipo inclinada.

La bomba axial tipo vertical.

La bomba centrífuga helicoidal de flujo mixto.

La bomba charquera.

Por lo general dominan las bombas axiales tipo inclinado, seguidas por las centrífugas helicoidales de flujo mixto. Muy recientemente se comenzaron a utilizar las bombas

axiales tipo vertical, mientras que las bombas charqueras solo se utilizan para emergencias. El número, tamaño y capacidad de los equipos de bombeo, varía con el tamaño de la granja. (BANCOMEXT, 1996)

9.12.3) Estación de Bombeo.

Es la estructura que soporta las bombas y motores que permiten elevar y canalizar el suministro de agua al nivel más alto del canal reservorio, su localización es entre el cárcamo de bombeo y el canal reservorio. El nivel de la planta de bombeo se calcula en función a la suma de las longitudes del canal reservorio, más la longitud a las estructuras de cosecha del estanque más remoto y la del dren en un punto de descarga. Las pendientes aceptables para el trazo del reservorio, los estanques y los drenes oscilan entre 0.00075 y 0.0035 % (de .75 a 3.5 al millar). El trazo con pendientes menores pueden dificultar el suministro de agua y drenado de estanques, así como el trazo de pendientes mayores genera movimientos de tierra incosteables. Por las necesidades de recambio y cosecha, los estanques requieren pendientes mayores que los reservorios y drenes. La estructura de soporte de los motores y bombas debe diseñarse considerando la cimentación adecuada al estudio de mecánica del suelo; al peso de los equipos, al empuje del agua y a la vibración de los motores. Los elementos de concreto armado deben ser estructuralmente independientes de la compactación del bordo de contención que divide, al cárcamo de bombeo con el canal reservorio y de la losa de concreto que recubre al mismo. El uso de estructuras para filtros entre la planta de bombeo y el canal reservorio, es recomendable para disminuir especies marinas predatoras de camarón.

En la figura No. 9.3 se muestra el plano constructivo de la estación de bombeo, en el se aprecia que esta construcción deberá contar con diferentes niveles de elevación según sea la parte de la estructura. En el caso de la construcción para la colocación de bombas la altura estará en función de la eficiencia del suministro de agua, tomando en cuenta la longitud del canal reservorio más la longitud de la estructura de cosecha, además la estructura de soporte de los motores deberá tener una estructura de concreto armado. La cimentación de la planta deberá ser recubierta con una losa de concreto armado y debe ser independiente al borde y la losa.

Estación de Bombeo Sección

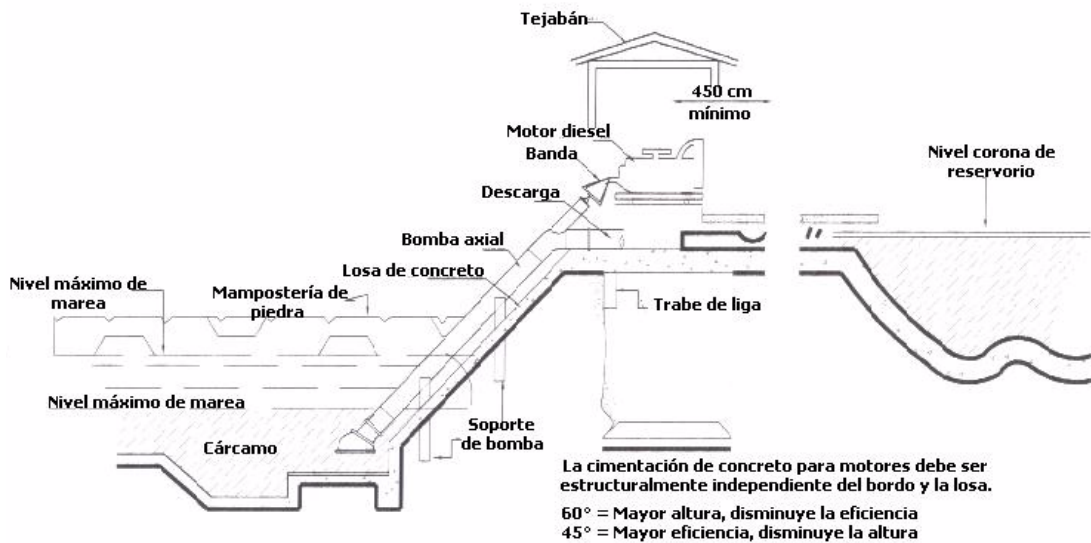


Figura No. 9.3. Estación de Bombeo. Fuente: Olivera y Reyes, 1996

9.12.4) Cárcamo de Bombeo.

Es la obra de infraestructura que permite conservar el volumen de agua suficiente, para abastecer el gasto que la planta de bombeo requiere para suministro de canal de reserva o reservorio. Su ubicación es al final del canal de llamada y su figura puede ser rectangular ó como embudo con abertura hacia las bombas.

La excavación del cárcamo de bombeo se calcula en función del gasto de recambio diario de los estanques, considerando que el volumen de agua por bombear tendrá como base el nivel de la campana de succión de las bombas más 60 cm. y como tope el nivel mínimo de la marea. El constante flujo de líquido producto del movimiento de mareas y del bombeo, condiciona a recubrir el cárcamo con materiales pétreos para disminuir el mantenimiento por asolve y obstrucción de las bombas. Como inversión mínima es conveniente construir un dentellón y una plantilla de concreto como base para proteger del asolve y controlar el área de succión de las bombas. Adicionalmente los cárcamos se protegen con una red ó malla para contener objetos que obstaculicen el bombeo, tal como se muestra en la figura No. 9.4

Cárcamo de Bombeo (Perfil)

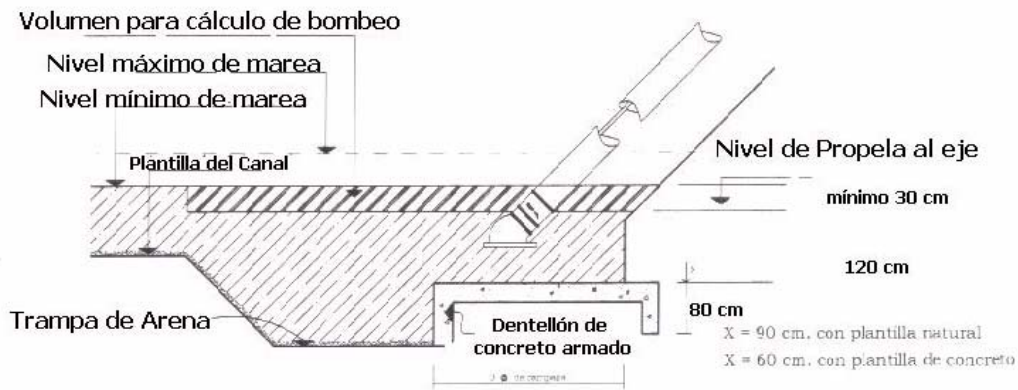


Figura No. 9.4: Cárcamo de Bombeo. Vista Perfil. Fuente: Olivera y Reyes, 1996

9.12.5) Canal Reservorio.

Es la obra de estructuras de concreto armado que alimentan ó suministran el agua de reserva. La longitud del canal será determinada por el trazo que permita alimentar a todos los estanques. Para calcular el volumen de reserva, así como la sección y altura del canal reservorio, se considera la densidad de siembra y el volumen de agua que se cambiará diariamente según el manejo que se programe para todos los estanques. En la práctica se observa que los porcentajes de substitución diaria de agua ó recambio, varían del 5 al 20 % del volumen total del cultivo de infraestructura que mantiene una reserva de agua suficiente para cambiar si es necesario, un porcentaje calculado del volumen total en los estanques. Su ubicación permite un flujo continuo e individual para cada estanque, mediante el agua del reservorio que recibe el agua de la estación de bombeo, presenta generalmente la erosión más importante de la granja camaronera, situación que obliga a un diseño cuidadoso de la misma. Los recubrimientos pétreos y el uso de amortiguadores hidráulicos, son soluciones recomendables para disminuir los costos de mantenimiento y contratiempos de operación. Por los volúmenes de agua que se almacenan en los reservorios y por su longitud, los bordos son de mayor sección que en los de estanques; así como las estructuras de alimentación son de mayor altura y nivel que las de cosecha. La posibilidad de aprovechar el canal reservorio como un estanque adicional para la producción de camarón debe eliminarse; aún cuando sea atractivo desde el punto de vista económico, las probabilidades de contaminar todos los estanques son considerables.

El canal reservorio deberá ser más profundo que los estanques debido a la cantidad de agua que en el se almacena, además será necesario que este se recubra con materiales pétreos para evitar las erosiones del estanque. Además será necesario que este canal

reservorio se encuentre cerca de los estanques y de la estructura de alimentación, así lo muestra la figura No. 9.5.

Canal Reservorio

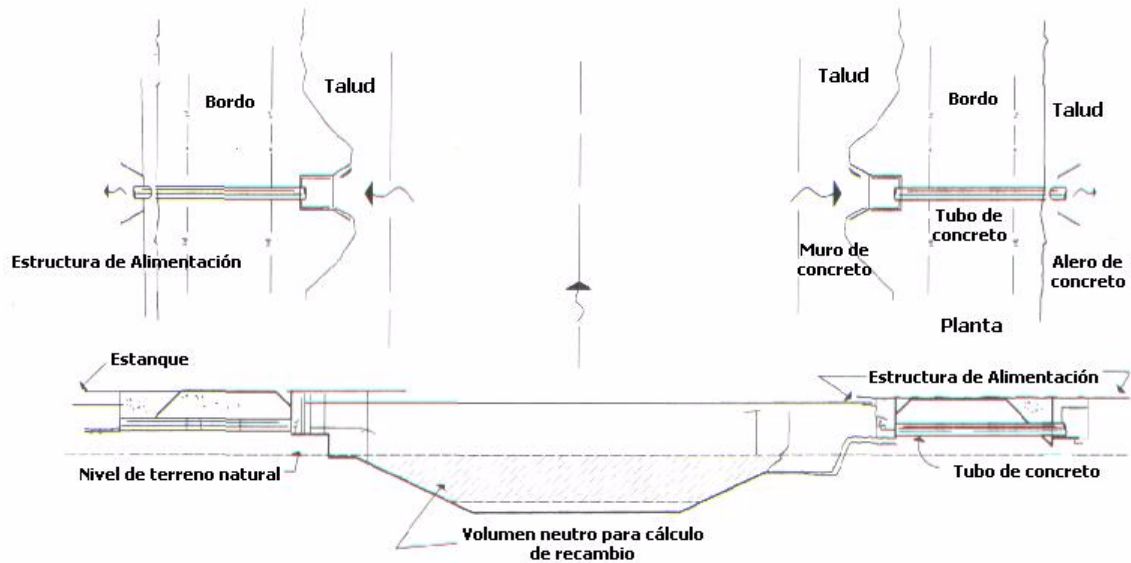


Figura No.9.5. Canal Reservorio. Fuente: Olivera y Reyes, 1996

9.12.6) Canal de Drenaje.

Los canales de drenaje ó drenes, son la obra que nos permite eliminar los excedentes de agua en los estanques durante la etapa de producción y principalmente facilitan el vaciado de los mismo en el momento de cosechar el producto. Su ubicación permite un drenado continuo e individual para cada estanque, mediante estructuras de concreto armado que permiten el drenado y la cosecha. La factibilidad de aprovechar los drenes para establecer otros cultivos alternativos al camarón, es más probable, porque se disminuye la posibilidad de contaminar los estanques y se aprovecha el agua drenada que generalmente presenta un alto contenido de nutrientes.

En la figura No. 9.6 se muestra como los tubos de concreto armado se encuentran localizados en la parte subterránea del terreno y van desde el estanque hasta la estructura de cosecha.

Canal de Drenaje

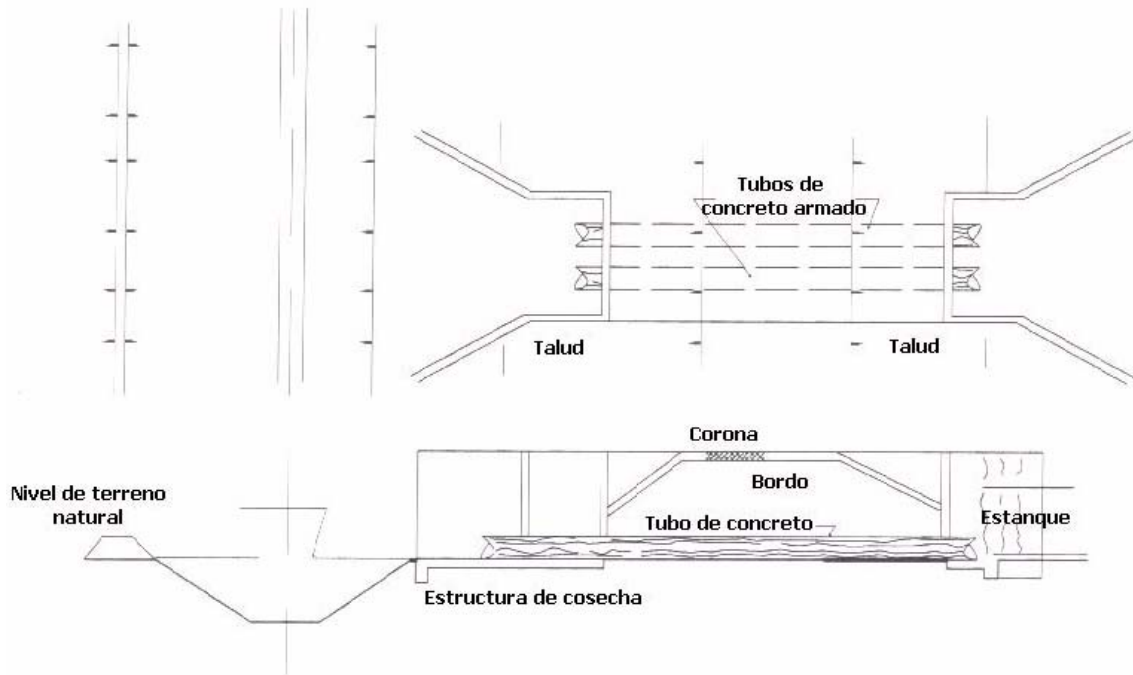


Figura No. 9.6. Canal de Drenaje. Fuente: Olivera y Reyes, 1996

9.13) Estructuras de Alimentación.

Son las estructuras y tubería de concreto que permiten alimentar o suministrar agua filtrada de los reservorios a los estanques. La ubicación es en los bordos o muros laterales de los reservorios que limitan con cada estanque. Las dimensiones de las tuberías se calculan en función del gasto previsto, para sustitución diaria del volumen de agua en el estanque, las dimensiones de la estructura de concreto se calculan en función del esfuerzo ó empuje que origine el volumen del líquido almacenado en los reservorios y del tránsito vehicular en los bordos.

Podemos observar en la figura No. 9.7 que la estructura de alimentación es un tubo comercial de concreto armado, con base de zuncho de concreto, que va colocado en la parte lateral del bordo del canal reservorio.

Estructura de Alimentación

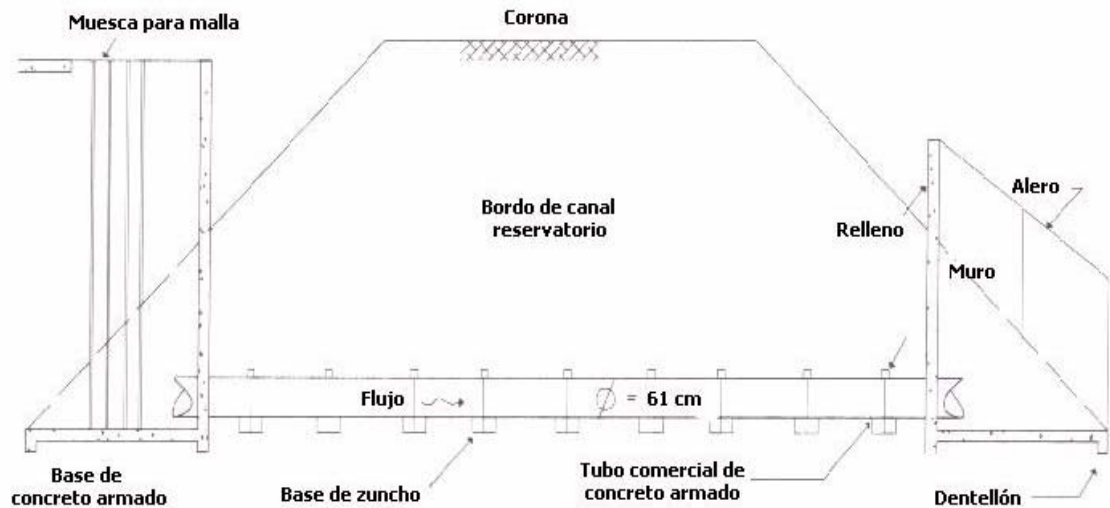


Figura No. 9.7. Estructura de Alimentación. Fuente: Olivera y Reyes, 1996

Por sus características de diseño se dividen en:

9.13.1) Tubería de Alimentación sin Estructura.

Como su descripción lo indica, la tubería de concreto se construye en la base del bordo, ensamblando los tubos con anillos de concreto vaciado en la obra para posteriormente apostillarse y compactarse. Los filtros de malla de diferentes calibres se atan al perímetro del tubo y el control del flujo de agua tapando directamente la boca de los mismos. Este tipo de estructura presenta la desventaja de erosionar el talud de los bordos en el punto de descarga, por el constante flujo de alimentación de agua.

9.13.2) Tubería con Estructura de Filtrado.

La característica de este tipo de alimentación para estanques es la construcción de un cajón de concreto armado que se coloca en los extremos de los tubos. El cajón de concreto es abierto frente a la boca del tubo y en las caras internas laterales, presenta ranuras para recibir de 4 a 6 bastidores para filtrar el agua. Las principales ventajas en el uso de este tipo de estructuras, es la disminución de la erosión del bordo en el punto de descarga y succión, además de facilitar un control eficiente como filtro de predadores del camarón.

9.12.3) Tubería con estructura de Filtrado en Escuadra.

Esta estructura tiene las mismas características referidas anteriormente con la diferencia de adicionar al cajón de concreto 2 muros en escuadra, que disminuye considerablemente la erosión en la base del bordo.

9.12.4) Tubería con Estructura de Filtrado en Alero.

Seguramente este es el diseño adecuado para el suministro de agua a los estanques. Además de reunir las ventajas de las estructuras anteriores, se caracteriza por un alero de concreto que a diferencia de la escuadra, tiene una inclinación de 45° respecto del eje del bordo además de disminuir su altura con la misma pendiente ó talud del bordo, según las recomendaciones para la construcción de granjas camaroneras de Olivera y Reyes (1996). El alero de concreto en las estructuras tiene la ventaja de separarse de la base del bordo para formar una protuberancia, la cual por su diseño elimina el efecto de la succión y descarga que erosionan el bordo.

9.14) Estructuras de Cosecha.

Son las estructuras y tuberías de concreto que permiten drenar el agua servida de los estanques y cosechar la producción de camarón cultivados. La ubicación es en los bordos ó muros laterales que limitan con los drenes de desagüe. Las dimensiones de la tubería se calculan en función del tiempo previsto para vaciado y cosecha del estanque. Las dimensiones de la estructura de concreto se calculan en función de los esfuerzos ó empujes que origine el volumen del líquido almacenado en los estanques y del tránsito vehicular sobre los bordos. La ubicación de esta estructura es en los bordos ó muros laterales que limitan con los drenes de desagüe. Estas estructuras son tubos de concreto que van desde los estanques hasta el área de cosecha y sus dimensiones varían según los volúmenes de líquido almacenado en los estanques, en la figura No. 9.8 se muestra un plano de una estructura de cosecha para un área de 6 has.

Estructura de Cosecha (6.0 ha)

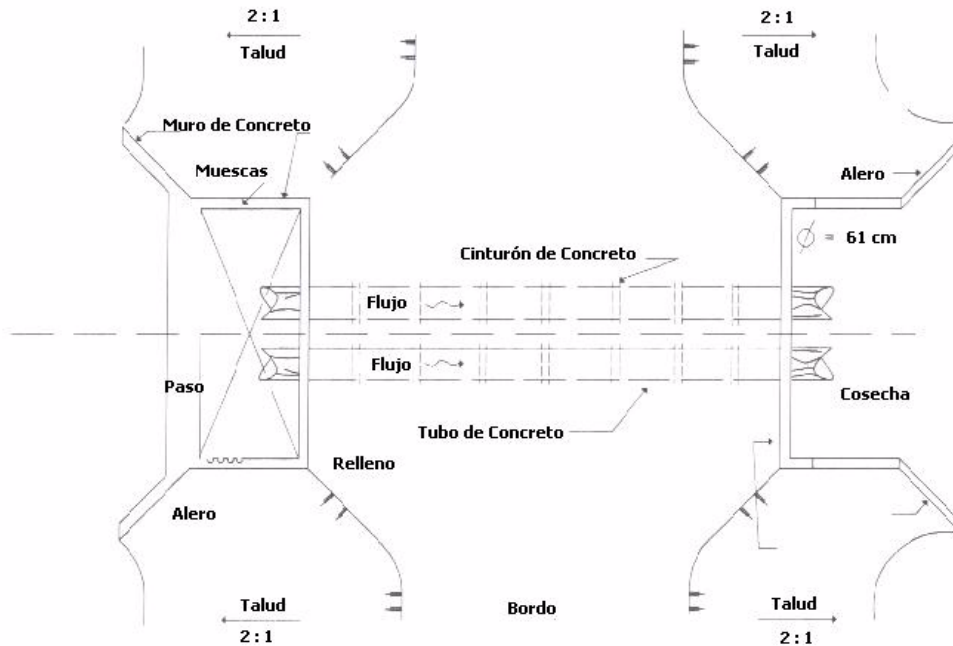


Figura No. 9.8. Estructura de Cosecha en área de 6 has. Fuente: Olivera y Reyes, 1996.
9.14.1) Tubería de Cosecha sin estructura.

La tubería de concreto se construye en la base del bordo, ensamblando los tubos con anillos de concreto vaciado en la obra, para posteriormente apostillarse y compactarse. Los filtros de malla se atan al perímetro del extremo del tubo y el control del flujo de agua se hace tapando directamente la descarga de los tubos.

9.14.2) Tubería con Estructura Corta de Cosecha.

La característica de este tipo de estructura para cosecha de estanques, es la construcción de un cajón de concreto armado que se coloca en los extremos de los tubos. El cajón de concreto es abierto frente a la boca del tubo y en las caras internas laterales presenta ranuras para recibir de 4 a 6 bastidores para filtrar y retener el agua. La referencia de estructura corta es por la altura del cajón de concreto, aproximadamente la mitad de la altura del bordo. Las principales ventajas en el uso de este tipo de estructuras, es la disminución de la erosión del bordo en el punto de succión y descarga, además de facilitar el manejo de las artes de captura llamadas calcetines.

9.14.3) Tubería con Estructura de Cosecha en Escuadra.

Esta estructura tiene las mismas características referidas anteriormente, con la diferencia de adicionar al cajón de concreto 2 mamparas ó muros en escuadra, que se enrasan con la corona del bordo y que disminuyen considerablemente la erosión en el talud del

mismo. La desventaja de las estructuras cortas, se elimina con esta alternativa de estructura.

9.14.4) Tubería con Estructura de Cosecha en Alero.

Según Olivera y Reyes (1996), este diseño es el adecuado para la cosecha en los estanques. Además de reunir las ventajas de las estructuras anteriores, se caracteriza por el alero (muro ó mampara inclinada) de concreto, que a diferencia de la escuadra, tiene una inclinación de 45° respecto del eje transversal del bordo y disminuye su altura con la misma pendiente ó inclinación que el talud del bordo. El alero de concreto en las estructuras tiene la posibilidad de separarse de la base del bordo para formar una protuberancia, la cual por su diseño elimina el efecto de la succión y descarga que erosionan el bordo.

9.15) Aireación.

Es necesario tener aireadores de paletas ó circuladotes de baja velocidad sumergidos en el estanque. Su accionar debe producir un movimiento circular en el agua que ayuda a concentrar los desperdicios de alimentación y excretas muy cerca de la base del tubo central y de su acción succionadora. Su número varía de 1 a 4 dependiendo del tamaño del estanque y se usan preferentemente durante la madrugada, cuando el nivel de oxígeno del agua disminuye. Se puede oxigenar por medio de sopladores de turbina aunque su operación es más costosa. La operación de limpieza es inherente al recambio diario de agua, la oxigenación continua propicia un incremento significativo del crecimiento y consecuentemente de la producción y valor de la cosecha. (SEPESCA, 1994)

9.16) Área de Recepción y Descabece.

Esta es el área donde se recibe el camarón y se descabeza. La recepción es una tina o recipiente de mampostería donde se lava el camarón cosechado. El uso de dos tinas de recepción comunicadas por gravedad con trampa de sólidos y con drenaje independiente, permitirá un mejor lavado para eliminar en lo posible el sabor a cieno y las manchas de lodo que se incrementan en el final de la cosecha. El área de descabece es donde se separa manualmente la cabeza del camarón. Por empleo de mano de obra para el descabece, el área debe protegerse con sombra sin obstruir la iluminación natural. Es recomendable el uso de tarimas altas y mesas amplias para los descabezadores, así como un drenaje suficiente y un área para recibir la cabeza.

El área de enhielado es donde se prepara el transporte de la cosecha descabezada a la planta congeladora; incluye una tina para camarón descabezado, una tina de hielo, una bodega de hielo y un andén para cargar el producto.

El área de descabece tendrá que contar necesariamente con una bodega de hielo para poder preparar el transporte de la cosecha; también son necesarias las mesas y tinas para poder descabezar y recibir el producto, el área donde se encuentran las tinas con hielo, debe ser cercana al área de carga, para evitar contratiempos. (Figura 9.9)

Área de Descabece

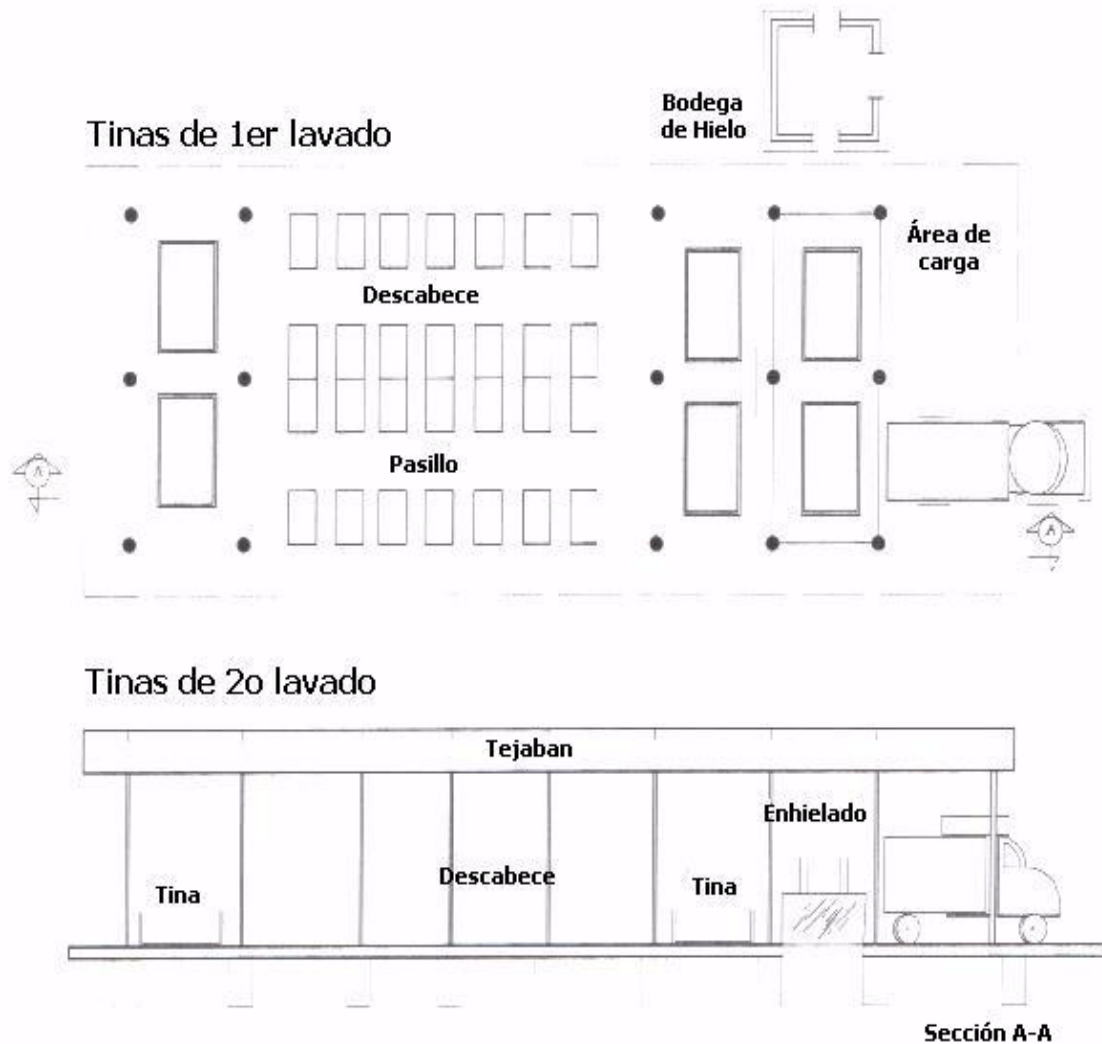


Figura No. 9.9. Área de Descabece. Fuente: Olivera y Reyes, 1996

9.17) Laboratorio de Desarrollo de Larvas de Camarón.

La producción de larvas en la industria camaronera es de vital importancia; en México existen pocos laboratorios que se dedican exclusivamente a la producción de larvas, pues en su mayoría las larvas que son extraídas de su medio natural son las más utilizadas en las granjas. La producción de camarón cultivado depende en su totalidad de la calidad y precio de la semilla; además del manejo y la funcionalidad de la granja. Apparentemente hay dos formas mediante las cuales se pueden bajar los costos de producción de una

granja y competir con cualquier otro país productor del mundo; la primer forma es bajando el costo de producción de la semilla de abastecimiento ya que en México y en los Estados Unidos el costo de la semilla es dos veces mayor que en Asia. La segunda manera es por desarrollo de tecnología y estrategias que permitan eficientar la producción. Para la producción de larvas es necesario contar con áreas específicas de producción como lo son los laboratorios. El diseño de las áreas de trabajo dependerán de la producción deseada, las características del lugar, los materiales de construcción y el capital disponible. Como ya se había mencionado con anterioridad, los materiales para la construcción de un laboratorio varían y dependen de varios factores. La ubicación de los laboratorios puede ser independiente ó equidistante a los estanques; la orientación estará en función de las condiciones de temperatura de cada área y del sistema de producción y manejo. (B. New y Singholka, 1993)

La distribución básica de las áreas en un laboratorio incluye: reproductores y apareamiento, gestación y tanques nodriza, equipamiento, producción de algas, producción de artemia y mantenimiento. A continuación la descripción de cada área de trabajo. (B. New y Singholka, 1993)

En la figura No. 9.10 se describe la localización de cada área de producción dentro del laboratorio de producción de larvas, este diseño de laboratorio abarca desde el vestíbulo hasta el quipo que se necesita para producir larvas en el laboratorio.

Laboratorio de Desarrollo de Larvas de Camarón

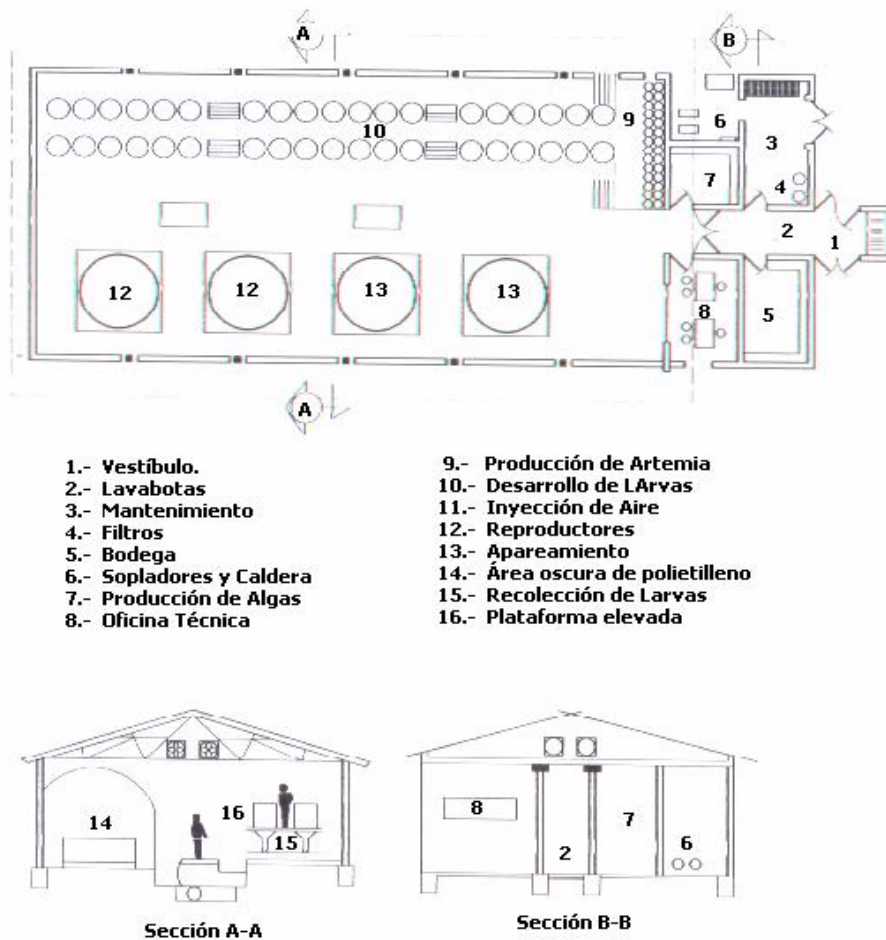


Figura No. 9.10. Laboratorio de Desarrollo de Larvas de camarón. Fuente: Olivera y Reyes, 1996

9.17.1) Reproductores y Apareamiento.

En esta área se encuentran los reproductores machos y hembras separados; esto para poder inducir el apareamiento cuando estos alcancen su madurez gonadal ó sexual. Los recipientes de los reproductores y de apareamiento pueden ser circulares ó rectangulares; los primeros con un diámetro promedio de 310 cm. y una altura promedio de 120 cm.; en el segundo caso serán de un área promedio de 600 x 1200 cm. con una altura de 90 cm. Los materiales de construcción pueden ser madera terciada ó ferrocemento forrados de polietileno negro para estanques circulares; los rectangulares podrán ser construidos de bloc de cemento y estructura de concreto armado. Según las necesidades de baja luminosidad para el apareamiento del camarón es necesario el control y aislamiento lumínico natural en combinación con iluminación eléctrica para facilitar el apareamiento diurno. Los estanques para reproductores se pueden construir a nivel piso con conexión

directa al drenaje. Los tanques de apareamiento requieren una elevación mínima de 60 cm. para facilitar la recolección de los huevos fecundados; así como la disposición de válvulas para el control del drenado y recolección. (New y Singholka, 1993)

9.17.2) Gestación y Tanques Nodrizas.

En esta área se desarrollarán los huevos fecundados y recolectados después del desove en los tanques de apareamiento. Según las necesidades de las diferentes etapas de desarrollo larvario del camarón, es necesario mantener las temperaturas adecuadas.

Según New y Singholka (1993), una manera de mantener la temperatura del aire elevada y evitar que pierda calor el agua de los estanques nodriza es el uso de estructuras ligeras con cubierta de vidrio, acrílico, fibra de vidrio ó polietileno. Si las temperaturas presentan diferencias muy marcadas entonces deberá aplicarse el uso de calentadores de gas ó el uso de calderas. Los recipientes de triplay o ferrocemento no son recomendables por el riesgo de perder el cultivo a causa de la rotura del forro de polietileno negro, además de dificultar el mantenimiento de la higiene. El diseño de fondo cónico con válvula central en los tanques de gestación permite una distribución de oxígeno homogénea y una eficiente recolección de desechos tóxicos que se acumulan en el fondo de los recipientes.

9.17.3) Equipamiento.

El elemento medular del laboratorio para el desarrollo de larvas, es el equipamiento que permite adecuar los parámetros físico - químicos del agua y de la temperatura. La instalación hidráulica debe incluir el equipo de bombeo suficiente para el recambio diario de agua, filtro de arena para eliminar sólidos en suspensión, recipiente de almacenamiento y reposo, filtro de luz ultravioleta y/o filtro de membrana osmótica, además de las líneas de alimentación y aseo a los tanques nodriza, de apareamiento y de reproductores. Los materiales utilizados son: líneas y válvulas de p.v.c. y mangueras flexibles transparentes. La instalación sanitaria incluye los filtros de mallas graduadas, las válvulas de control de desagüe de los tanques de cultivo nodriza y de reproductores. Los materiales utilizados principalmente son mallas milimétricas, válvulas y tuberías de p.v.c., y cemento – arena con registros de mampostería. La instalación eléctrica incluye la línea de alimentación para el equipo de bombeo, de recambio, en su caso el hidroneumático de presión, los motores para aireación, la iluminación del laboratorio de algas y la iluminación general. Los materiales recomendados son conductores tipo AWG con recubrimiento autoextinguible. Los aereadores o sopladores permiten la inyección constante de aire para oxigenar los tanques nodriza, de reproductores y apareamiento. Por el vital y constante funcionamiento del equipo es necesario disponer de dos motores como mínimo para efecto de reparación ó mantenimiento. Las líneas de distribución se realizan con p.v.c. y las mangueras de inyección son flexibles y transparentes con boquillas metálicas. Los calentadores de aire son quemadores de gas butano con ventiladores que inyectan aire caliente y permiten conservar una temperatura superior al ambiente exterior del laboratorio. Los ductos de inyección pueden ser de lámina galvanizada o de polietileno, los quemadores y ventiladores son similares a los equipos que se utilizan para invernaderos. El uso recomendado de estos equipos es en climas

extremosos donde se presentan diferencias mayores de 12°C entre las temperaturas diurnas y nocturnas, preferentemente debe considerarse los calentadores de aire, como acondicionamiento complementario en la producción de los meses de invierno. Los calentadores de agua son calderas de tipo industrial para adecuar la temperatura de los tanques en el laboratorio. El gradiente de la temperatura del agua respecto de la del agua no debe ser mayor de 6°C. el acondicionamiento de temperatura en los laboratorios debe graduarse (investigar los gradientes de temperatura) hasta encontrar el equilibrio entre una producción eficiente de larvas que sea resistente a la aclimatación y desarrollo en estanques semi – intensivos.

9.17.4) Producción de Algas.

El objetivo de este departamento es el de producir alimentos para los primeros estadios de las larvas, y esta constituido por dos partes: cepas puras y cultivo masivo. Las especies de uso más común son el *Chaetocero* sp. y *Skelotonema* sp. como alimento base y para alimento de apoyo se producen *Isochirisis* sp. y *Tetraselmis* sp. El área de producción deberá incluir los recipientes para cultivo y oxigenación, con iluminación mínima de 65,000 lumen/m² (lámparas fluorescentes cada 33 cm.) y temperaturas de 20°C aproximadamente. Se recomiendan lámparas de tubo de gas ya que presentan baja temperatura y alta luminosidad. El área requiere pertenecer a un local o nave con baja temperatura y alta luminosidad. No se recomienda el uso de luz natural porque eleva las temperaturas. Otras características con las que deberá contar esta área son la asepsia del lugar y temperatura baja constante. (New y Singholka, 1993)

9.17.5) Producción de Artemia.

Las artemias son unos pequeños crustáceos muy utilizados en la alimentación de peces y camarones, son muy apropiados tanto por su valor nutritivo como por su facilidad de producción. Es un animal cosmopolita que se encuentra tanto en zonas costeras como en aguas continentales siempre que estas sean saladas; efectivamente, en la naturaleza se desarrolla mejor en aguas hipersalinas (más salinidad que la del agua de mar, unos 35 gr. por litro) en las que encuentra pocos competidores por el alimento y casi ningún depredador, en estas condiciones pueden desarrollarse sus poblaciones hasta alcanzar una densidad tal que literalmente tiñen el agua con su color (a veces rojo, rosado o incluso verdoso). (Saiz y Blanco, 1999)

En la acuariofilia son muy utilizadas sus larvas (**nauplios** de 0'45 mm) vivas como alimento para los alevines pues tienen bastantes ventajas, por las mismas razones son utilizadas en la alimentación de camarón, la primera y fundamental, como hemos dicho antes, es su alto contenido proteínico, en torno al 65%; otra ventaja es que su movimiento errático y nada temeroso la hacen una presa fácil para los inexpertos alevines y los nauplios; además, y esta es muy importante, al provenir de un medio salino no es un vector adecuado para la transmisión de enfermedades en especies de agua dulce. Pero sobre todo la facilidad con la que se puede "fabricar" en casa es donde encuentra su principal ventaja. Para ello, primero hemos de conseguir los "huevos" (que no son tales sino **quistes** recubiertos de un grueso corion), estos suelen venderse en las tiendas del ramo en dos formatos, secos o descapsulados en una suspensión líquida. La primera presentación es más barata pero también ofrece una menor tasa de eclosión y sobre todo que además de los nauplios de artemia, algunos alevines y nauplios de

camarón también comerán los restos de las cápsulas protectoras que no hayamos separado y que pueden provocar problemas gástricos en algunas especies de peces. (Saiz y Blanco, 1999)

Una vez conseguidos estos, y según nuestras necesidades en cuanto a cantidad, podríamos cultivar de manera doméstica estos animales de tres maneras diferentes. La primera y más sencilla es llenar un plato o una fuente baja con agua con aproximadamente 1 cm. de altura, añadir un poco de sal y dispersar unos pocos huevos sin que se amontonen y esperar un 24-36 horas (a unos 25°C), cuando veamos unos animalillos moviéndose, podríamos succionarlos con una pequeña jeringuilla, filtrarlos con un trozo de pañuelo y añadir el contenido de éste al agua del acuario de cría donde estén los alevines ó nauplios de camarón. Sin embargo este método es de muy poca productividad, sobre todo habida cuenta que los alevines son a menudo muy voraces y que necesitan mucha más comida en comparación que sus progenitores adultos, si necesitamos una mayor cantidad o simplemente asegurar el suministro de artemias, bastaría preparar un bote con agua del mismo acuario (agua sin cloro) a la que se le añade un poco de sal (una cucharada sopera de sal de cocina **no yodada** por litro de agua bastará) y poner una pequeña cantidad de quistes, agitar un poco y poner un pequeño difusor de aire que agite el agua pues los quistes que vayan al fondo apenas se desarrollarán. Algunos aficionados introducen este bote flotando dentro del acuario para que mantenga una temperatura adecuada, pues es necesaria para la eclosión temperaturas superiores a 22°C (según cepas de origen). A las 24 horas más o menos, veremos al trasluz unas pequeñas formas anaranjadas que son los nauplios vivos de las artemias. Es necesario dar cuanto antes a nuestros pequeños peces estos nauplios para que sean verdaderamente alimenticios. Para ello sacaremos el bote del acuario, pararemos la aireación, lo cubriremos con una cartulina a la que habremos practicado un agujero por el que pasará la luz y esperaremos unos minutos, las larvas se desplazarán hacia la luz (fototropismo positivo) y es entonces cuando introduciremos en medio de esta nube de nauplios un pequeño tubo con el que sifonaremos los nauplios cuidando de no arrastrar también los quistes no eclosionados que se habrán depositado en el fondo y las conchas vacías que flotarán en la superficie. El líquido extraído lo pasaremos por un fino tamiz (un simple pañuelo) que se teñirá ligeramente de rojo. Cuando hayamos terminado mojaremos esta cara del pañuelo en el acuario de los alevines, estos se verán inmediatamente atraídos por estos minúsculos animalillos a los que identificarán prontamente como sus presas preferidas. Los nauplios de artemia viven algunas horas en agua dulce por lo que aquellos que no sean inmediatamente ingeridos pueden dejarse hasta que sean consumidos, esto nos ayudará a fijar la "dosis" de huevos que necesitaremos diariamente para mantener nuestro cultivo. (Saiz y Blanco, 1999)

A una escala superior en cuanto a fiabilidad y constancia en la producción sería este criadero en miniatura cuya idea general vimos en una antigua revista francesa. Hay que tener en cuenta que según la cantidad de animales que tengamos y la voracidad de los mismos necesitaremos una mayor fuente de suministro. Este método trata de tres botellas (o más según nuestra necesidad) invertidas puestas al lado una de la otra y sujetas mediante una "estantería" hecha a medida, tal vez sea más fácil la explicación si echamos un simple vistazo a la figura No. 9.11

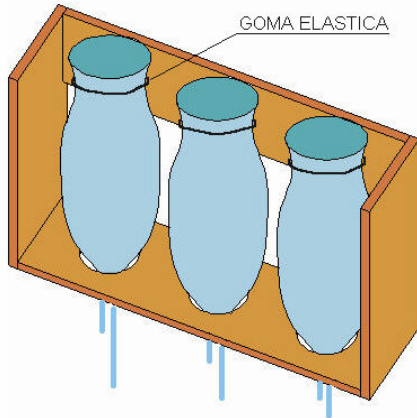


Figura No. 9.11. Estantería para Artemia. Fuente: Saiz y Blanco, 1999

La construcción es sumamente fácil, no necesitando de ninguna "pericia" manual especial y habremos de tener en cuenta que está diseñada para ser colgada de la pared no ocupando apenas sitio. El único defecto que le encontramos es su falta de control de temperatura para lo que deberíamos de contar su instalación en habitaciones calefactadas o al menos en lugares cercanos a una fuente de calor; en nuestro caso mantenemos en marcha este aparato en los meses cuya temperatura es más benigna (de abril a septiembre) fechas que coinciden con la máxima frecuencia de reproducciones de peces. Como vemos en el siguiente croquis, (figura No. 9.12) necesitaremos cuatro tablas de aglomerado, melaminado en blanco (creemos es lo más práctico) cuyas medidas en centímetros también se adjuntan. La lista de materiales se complementan con algunos tornillos "roscachapa" unas gomas elásticas, unos metros de tubo conductor de aire, unas llaves de paso y al menos cuatro pequeñas escuadras para ensamblar y sujetar en su sitio las diferentes tablas. (Saiz y Blanco, 1999)

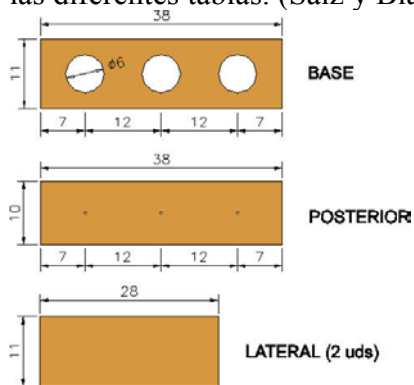


Figura No. 9.12. Estantería vista aérea. Fuente: Saiz y Blanco, 1999

Paralelamente, (ver figura No. 9.13) prepararemos tres botellas de refresco de dos litros de capacidad, De cada una, separaremos el tapón y taladraremos éste con dos agujeros hechos con una broca o barrena de 5 mm, pasaremos y pegaremos cualquier tubo rígido para acoplar luego un tubo flexible "Standard" de los usados en acuariofilia; podemos utilizar para este fin el acople de un difusor viejo que ya no utilizemos. Cuando esté bien seco volvemos a roscar y ya montamos el conjunto "botella-tapón". (Saiz y Blanco, 1999)

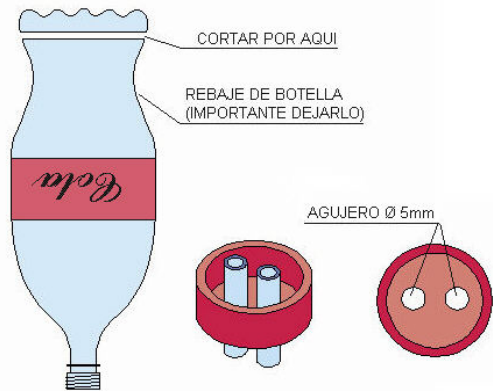


Figura No. 9.13. Recipientes para Artemia. Fuente: Saiz y Blanco, 1999

Finalmente fijamos a la pared nuestra estantería e introducimos las botellas "boca abajo" /n los agujeros de la base a tal fin, las fijamos con las gomas elásticas y acoplamos los tubos flexibles y llaves, teniendo en cuenta que cada botella dispone de una entrada regulada de aire y una salida para cuando queramos "cosechar" el interior. Solo resta llenar de agua, añadir la sal, regular el burbujeo tendremos una pequeña "estación de cultivo" cuyas botellas pueden ir alternándose para obtener un constante suministro de artemias que harán de nuestros alevines unos peces fuertes y vigorosos. Tal vez la máxima ventaja de este sistema reside en que una vez montado la manipulación es mínima y su comodidad máxima. Además este montaje puede ser utilizado para producir otros alimentos como daphnia (pulga de agua dulce) e incluso como incubador artificial de huevos de los Cíclidos africanos llamados "incubadores bucales" como los del Tanganika o Malawi. (Saiz y Blanco, 1999)

Como notas finales el autor nos ha querido sugerir lo siguiente:

La tasa de eclosión aumenta si tras la inmersión en agua de los quistes se exponen a una fuerte luz (atención al calentamiento) durante al menos tres horas.

Algunas cepas aumentan su viabilidad y también su contenido nutritivo si son incubadas a una salinidad inferior a la del mar (hasta 6 gr. /litro), debería de hacer diferentes pruebas jugando con la salinidad y la temperatura hasta obtener los resultados más satisfactorios para usted.

La temperatura óptima de mantenimiento está entre 18°C y 30°C, la de eclosión entorno a 25°C pero esto puede variar en función del origen de los quistes.

Si usted necesita nauplios de artemia menores (para alevines muy pequeños), escoja la calidad de huevos denominada "A", si los necesita mayores los "C".

Los quistes descapsulados necesitan una agitación del medio mayor, pues tienden a sedimentarse con más facilidad. (Saiz y Blanco, 1999)

X) Equipo Acuícola.

10.1) Aspirador de Múltiples Funciones.



Figura No. 10.1. a) Aspirador Oxyplus, b) Aspirador Oxyplus en funcionamiento en estanque. Fuente: www.sino-aqua.com (09/05/2003)

El aspirador Oxyplus tiene diferentes funciones tales como: oxigenación, circulación, ozonización, electrolización y ultrasonido. Al utilizar este tipo de aspiradores en los estanques obtenemos resultados como una calidad de agua estable, alto oxígeno disuelto en los estanques, agua mínima con calidad de estratificación, mejor sobrevivencia y crecimiento de animales cultivados, pero la más importante es que se reducen considerablemente los riesgos de infección. Todo esto lo podemos apreciar en la figura No. 10.1.

10.2) Inyector de Aire.

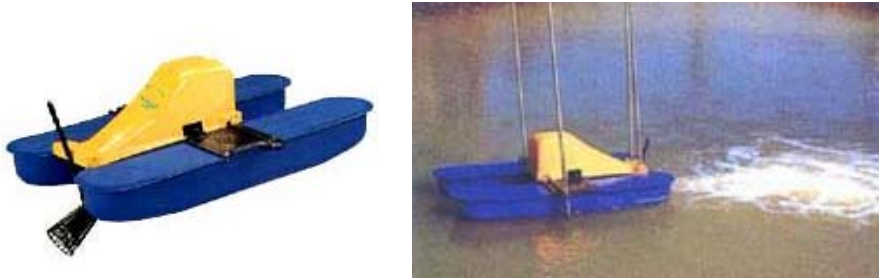


Figura No. 10.2. a) Inyector de Aire. b) Inyector de Aire funcionando en estanque.
Fuente: www.sino-aqua.com (09/05/2003)

Este es un estilo de propulsor de aire con alta transferencia y eficiencia de oxígeno, el inyector de aire ofrece una sola función de perturbación de agua; este produce una fuerte corriente, lo que significa que ayuda al agua a mezclarse y también en el rompimiento de la calidad de estratificación del agua. Este inyector de aire está fabricado de componentes plásticos altamente durables como un eje de acero inoxidable y motor de deber pesado. Esto es ideal para el empleo en el agua de sal, de agua dulce, y aguas negras. (Figura No. 10.2)

10.3) Aireadores Paddlewheel ó de Paleta.



Figura No. 10.3. a) Aireador de Paleta. b) Aireador de Paleta Funcionando. Fuente:
www.sino-aqua.com (09/05/2003)

Los Aireadores de Paleta son muy utilizados en China para la acuicultura y es en este país donde se encuentra la mayor parte de patentes de estos equipos. Por sus características y su diseño tienen como función principal la de oxigenar los estanques y evitar los asentamientos de alimentos en los estanques. (Figura No. 10.3)

10.4) Alimentador Automático.



Figura No. 10.4) Alimentadores Automáticos. Fuente: www.sino-aqua.com (09/05/2003)

Para la alimentación eficiente y los diferentes requerimientos, se han diseñado varios tipos de alimentadoras automáticas para la industria de la acuicultura. Las principales características de estos alimentadores son: fácil para la carga de alimento, materiales plásticos duraderos, fácil de ensamblar y desmantelar y están diseñados para todos los tipos de acuicultura. (Figura No. 10.4).

10.5) Geomembranas.



Figura No. 10.5) Geomembranas de Polietileno. Fuente: www.sino-aqua.com (09/05/2003)

Las Geomembranas presentan características físicas que las hacen resistentes y adecuadas para la acuicultura, como las siguientes: fuerte resistencia a los ácidos, al ozono, alcalinidad y golpes, alta durabilidad a los pinchazos y presión hidrostática, además de tener una alta elasticidad y un tiempo de vida útil de más de 10 años. (Figura No. 10.5). En la acuicultura se han conseguido los siguientes avances con el uso de Geomembranas: el tiempo de la construcción de los estanques es menor, no hay problema con los ácidos sulfatos de los suelos, fácil mantenimiento de estanques, la variación en la calidad del agua es menor y hay menos problemas de enfermedades y depredadores.

10.6) Bombas de Agua.



Figura No. 10.6. Bombas utilizadas en Acuicultura. Fuente: www.equipesca.com (09/05/2003)

Están hechas para diferentes usos según el tipo. Existen 5 tipos principalmente en el mercado y están hechas de materiales muy resistentes para evitar las corrosiones de los mismos. (Figura No. 10.6)

Por lo general dominan las bombas axiales tipo inclinado, seguidas por las centrífugas helicoidales de flujo mixto. Muy recientemente se comenzaron a utilizar las bombas axiales tipo vertical, mientras que las bombas charqueras solo se utilizan para emergencias. El número, tamaño y capacidad de los equipos de bombeo, varía con el tamaño de la granja. (BANCOMEXT, 1999)

10.7) Redes y Antiadhesivos.



Figura No. 10.7. Redes y Antiadhesivos. Fuente: www.equipesca.com (09/05/2003)

Las redes y Antiadhesivos que se muestran en la figura No. 10.7 tienen la característica de ser durables. Las principales funciones de las redes son: existen varios materiales como nylon, polietileno y poliéster, están disponibles en varios tamaños y colores, además de que pueden ser utilizados para cualquier tipo de acuicultura. De igual manera los Antiadhesivos tienen la ventaja de no dañar al ambiente, y tiene una excelente adhesión a las fibras naturales y sintéticas.

10.8) Equipo para el Criadero e Implementos.

10.8.1) Oxigenómetros.

Como su nombre lo indica estos instrumentos miden las lecturas de oxígeno en los estanques y dependiendo de la marca y el modelo varían las funciones. (Figura No. 10.8)



Figura No. 10.8. Oxigenómetro. Fuente: www.equipesca.com (09/05/2003)

10.8.2) Medidores de pH y Parámetros.

Estos aparatos (Figura No. 10.9) sirven para medir el pH además de múltiples parámetros; registran simultáneamente el nivel de OD, pH, conductividad, temperatura y ORP.



Figura No. 10.9. Medidores de pH. Fuente: www.equipesca.com

(09/05/2003)

10.8.3) Balanzas.

Existen diferentes tipos de balanzas (Figura No. 10.10), los modelos van a depender de la marca y de la sofisticación del equipo. Existen granatarias y digitales de precisión, con diferente sensibilidad y capacidades. Es un instrumento básico en el laboratorio.



Figura No. 10.10 Balanzas. Fuente: www.equipesca.com (09/05/2003)

10.8.4) Refractómetros.

Estos instrumentos están fabricados para obtener una lectura rápida y acertada de la salinidad del agua, únicamente con una gota de la solución a medir, se vera la concentración de sales a través del ocular. Los hay con temperaturas sin compensar ó con temperatura automáticamente compensada. (Figura No. 10.11)



Figura No. 10.11. Refractómetro. Fuente: www.equipesca.com (09/05/2003)

10.8.5) Discos de Secchi.

Se utiliza para determinar la transparencia relativa del agua y así estimar la cantidad de fitoplancton o algas macroscópicas en suspensión. Tiene su propio peso, 8" (20 centímetros) en diámetro. Debe ser sumergido en el agua hasta que desaparece dentro de esta. La distancia en la cual este desaparece es la distancia relativa de visibilidad. (Figura No.10.12)

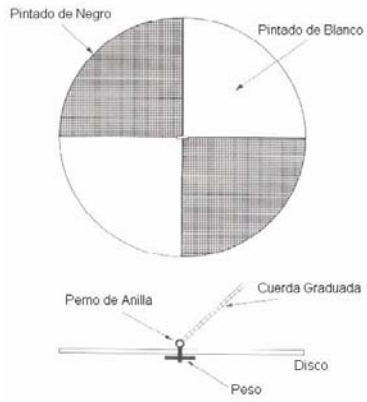


Figura No. 10.12. Refractómetro. Fuente: New y Singholka, 1993

XI) Funcionamiento de la Granja.*

* Para la estructuración de este capítulo se han tomado dos referencias principalmente; la publicación que más se menciona en este capítulo es la realizada por BANCOMEXT por el hecho de estar basada en experiencias de granjas Camaronícolas del estado de Sinaloa. Además esta publicación cuenta con la participación de la Federación de Acuicultores de México A.C. Y el Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste S.C., lo que la hace confiable en cuanto a información se refiere.

11.1) Laboratorio de Producción de Larvas.

11.1.1) Suministro y Eclosión de Huevos.

Los huevos del camarón de agua dulce los lleva la hembra adulta en la parte inferior del abdomen, cuando la hembra esta cargada de huevos, se dice que es una hembra ovada. Las hembras ovadas pueden obtenerse en ríos, estanques, mares ó a partir de reproductores que se mantienen y se aparean en acuarios. La manera más fácil de obtener las hembras ovadas para el laboratorio es a partir de la extracción de estas del medio natural ó bien, seleccionándolas cuando se procede a la cosecha total ó parcial de los camarones. (New y Singholka, 1993)

Las hembras que se destinan a la producción de huevos habrán de seleccionarse con cuidado, eligiendo hembras sanas, activas, bien pigmentadas y con una masa de huevos. El número de hembras para dar un número de larvas necesario para un tanque depende del volumen de este y del número de huevos que tenga cada hembra; aunque esto no resulta necesario. En general se supone que se obtienen unas 1,000 larvas por cada gramo de peso de una hembra ovada. Las que tienen de 10 a 12 cm. llevan de 10,000 a 30,000 huevos. Como existen perdidas de huevos por daños físicos e ingestión por los adultos durante el transporte de las hembras y otros no eclosionan es recomendable emplear tres hembras ovadas de buena talla por cada metro cúbico de agua del estanque. Cuando resulte necesario utilizar más de una hembra ovada, es esencial que todas ellas tengan el mismo grado de madurez, seleccionando así animales con huevos grises ó negros porque de esa manera la eclosión se producirá en 2 ó 3

días y así el estanque contendrá larvas de la misma edad, reduciendo con esto el canibalismo. Cuando las hembras llegan al criadero, es necesario desinfectarlas bañándolas durante 30 minutos como medida profiláctica en agua dulce aireada que contenga 0.2 a 0.5 ppm de formalina, luego se pasan al tanque de larvas. Se les puede dar de comer lo mismo que a las postlarvas, teniendo siempre cuidado de no sobrealimentarlas, porque ello repercutiría negativamente en la calidad del agua y afectaría a las larvas recién nacidas. Por lo regular no se alimentan a las hembras ovadas 2 ó 3 días antes de la eclosión de los huevos. La eclosión de los huevos es mejor en agua salobre (mezcla de agua salada y agua dulce) que en dulce, esta se manifiesta por la presencia de larvas en el estanque y la ausencia de huevos en la parte inferior del abdomen de las hembras. La eclosión ocurre normalmente durante la noche. Después de que los huevos han eclosionado es necesario retirar a las hembras de los estanques con un salobre de malla grande. (New y Singholka, 1993)

11.2.) Ambiente para Larvas.

11.2.1) Salinidad.

Se recomienda que se mantenga una salinidad de 12 ‰ hasta la metamorfosis. No es esencial la exactitud absoluta y basta una gama de ± 2 ‰ Aunque no es perjudicial una pequeña variación de la salinidad, hay que evitar las variaciones repentinas que pueden ocurrir al cambiar el agua. La manera más fácil de comprobar la salinidad es con un refractómetro de mano. Resulta esencial tener a disposición agua suficiente al 12‰ y en las mismas condiciones ambientales que las del estanque de larvas para cambiarla cuando haga falta. (New y Singholka, 1993)

11.2.2) Temperatura.

Las larvas crecen más rápidamente y mudan antes cuanto mayor es la temperatura. La óptima está entre 26° y 31°C. A menos de 24° - 26°C las larvas no crecen bien y se tardan más en llegar a la metamorfosis. De igual manera la temperatura por encima de 33°C son letales. Hay que evitar cambios repentinos de la temperatura del agua, aunque solo sean de 1°C, porque causan estrés y mortalidad.

11.2.3) Oxígeno Disuelto.

El oxígeno del agua donde se crían las larvas deberá mantenerse lo más próximo posible a la saturación. El sistema de aireación solo debe pararse por breves momentos. Inmediatamente después de toda operación que obligue a interrumpir la circulación del aire es esencial comprobar que el aire circule de nuevo. No es esencial medir el oxígeno disuelto en el agua de las larvas, pero es preferible hacerlo si se dispone de un medidor portátil. Sabiendo que hay poco oxígeno podrá cambiarse el agua antes de que las larvas empiecen a sentir el efecto. (New y Singholka, 1993)

11.2.4) Calidad General del Agua.

La calidad química del agua utilizada para la cría de larvas sufre muchos cambios invisibles, debido principalmente a los residuos metabólicos producidos por las propias larvas y a la degradación de los alimentos no consumidos. Los cambios más perjudiciales para las larvas son el aumento del contenido de amoníaco no hidrolizado, que se presenta especialmente con pH alto y de nitritos. Existen procedimientos como la recirculación y la filtración que permiten reducir el consumo de agua y mantener agua de buena calidad para las larvas. En un criadero sencillo nada es mejor que el cambio frecuente del agua. Para mantener agua de buena calidad para las larvas se recomiendan los siguientes procedimientos: (New y Singholka, 1993)

No sobrealimentar.

Limpiar los lados de los estanques cada dos días con una rasqueta.

Cerrar la llave del aire para que las partículas se sedimenten y extraerlas con un sifón. Esto habrá de hacerse a diario antes de dar de comer a las larvas. El tiempo que deberá de tomar esta acción será el mínimo para volver a abrir el aire lo antes posible.

Cambiar a diario el 50 % del agua. Esta operación debe empezar a los 3 – 4 días de la eclosión y proseguir durante todo el ciclo larval. Para cambiar el agua se empieza por disminuir el nivel de 70 cm. a 35 cm. con el sifón y el desagüe, y luego se añade agua hasta el nivel original (70 cm.) al 12% ya mezclada y aireada y a la misma temperatura. Esta operación se realiza antes de dar de comer a las larvas.

Nunca dudar de cambiar el agua de las larvas si se sospecha que la calidad de esta no es buena. Si la calidad del agua es visiblemente mala, ó huele mal, ó los animales parecen estar en mal estado ó la concentración de oxígeno disuelto es baja, el agua debe cambiarse por completo inmediatamente.

Algunos criaderos de camarón de agua dulce y de camarón marino mantienen una concentración de 10 ppm de la sal sódica del ácido etilendiaminotetracético en el agua de las larvas, por suponer que mejora la productividad. Se desconoce el mecanismo exacto de la mejora causada por este agente quelante.

11.2.5) Luz.

La exposición directa a la luz del sol parece perjudicar a las larvas, especialmente en el sistema de cría en agua clara. Por otro lado es esencial que en el estanque de larvas haya luz, que debe ser solar ó tener el mismo espectro. Por tanto se recomienda que se cubra el 90 % de la superficie del tanque, para lo cual se puede utilizar cualquier material local que no se desintegre con la exposición a la luz del sol, a vientos fuertes ó a lluvia intensa. (New y Singholka, 1993)

11.2.6) Higiene.

Según New y Singholka (1993), cada estanque deberá tener sus propias redes, sifones, filtros de repuesto, etc. El agua nunca deberá pasar de un estanque de larvas a otro por que esta puede ser portadora de enfermedades. Los estanques ó tanques de larvas deberán vaciarse solo por gravedad ó con sifones. En algunos criaderos se considera una excelente norma higiénica esterilizar todo el equipo en una solución de permanganato potásico a pH 3 entre cada ciclo vital. Entre los ciclos de cría los tanques deberán desinfectarse. El no hacerlos resulta generalmente en invasiones del sistema con organismos que son perjudiciales para las larvas, la desinfección puede realizarse de diferentes maneras:

Raspar el tanque, tratarlo con 1.5 ppm de cloro por un día, aclarar, dejar secar al sol durante un día y aclarar de nuevo.

Raspar el tanque, rociarlo con una solución de formalina de 250 ppm, exponerlo a la luz del sol durante un día, aclarar y volver a usar.

11.2.7) Alimentación.

En los criaderos se utilizan diversas clases de alimentos, incluyendo nauplios de artemia salina, huevos de peces, carne de calamar, Artemia adulta congelada y en escamas, carne de pescado, lombrices y piensos compuestos, los dos alimentos utilizados con mayor frecuencia son los nauplios de Artemia salina y un pienso preparado; el primero se hace eclosionar a partir de quistes que se pueden comprar en latas y el segundo es una mezcla de huevo y mejillón, aunque se recomienda que se experimente con los alimentos disponibles en su localidad. La mayor parte de larvas de camarón no comen nada el

primer día (día en que eclosionan), sin embargo, algunas lo hacen, por lo que es buena costumbre darles un poco de nauplios el primer día. Desde el primer día hasta el quinto se les dan nauplios dos veces al día, mañana y tarde. La cantidad de nauplios que se necesitan en un momento dado depende del volumen del tanque, no del número de larvas presente, aunque este último regula la velocidad con que se consumen los nauplios. A partir del quinto día los nauplios deberán suministrarse 4 ó 5 veces durante el día en intervalos de 1.5 – 2 horas. Hasta el décimo día se utilizarán piensos con partícula aproximadamente de 0.3 mm y desde entonces hasta la metamorfosis de 0.3 a 1.0 mm. Lo fundamental es que cada larva debe de llevar una partícula de pienso después de dárselo. Una alimentación insuficiente producirá hambre, canibalismo y escaso crecimiento; mientras que una sobrealimentación contaminará el agua. (New y Singholka, 1993)

11.2.8) Crecimiento y Metamorfosis.

En la práctica no es necesario seguir el crecimiento de las larvas mediante examen microscópico. El encargado del criadero aprende rápidamente a ver si sus larvas se alimentan y crecen bien mediante examen visual, empleando un tablero blanco y observando su comportamiento. Las larvas sanas se concentran en la superficie al cerrar el aire, especialmente en los primeros diez días, se alimentan activamente, tienen una coloración pardo rojiza y entre ellas no existe canibalismo. Las enfermas se acumulan en el fondo y con frecuencia presentan un color azulado, su consumo de alimento disminuye y si el problema es muy grave, se encuentran larvas muertas. El tiempo que tardan las larvas en llegar a la metamorfosis varía según la alimentación y los factores ambientales, particularmente la temperatura. En una camada sana, bien alimentada y mantenida dentro de la temperatura óptima, las primeras postlarvas aparecerán a los 16 – 18 días. Casi todas las larvas se habrán metamorfoseado para el día 25 – 28. La metamorfosis se caracteriza por un cambio radical de comportamiento y de aspecto. Por primera vez los animales parecen camarones adultos en miniatura y en vez de nadar libremente se arrastran ó se sujetan a la superficie del tanque. Una vez que la mayoría (90-95 %) se hayan transformado en postlarvas deberán sacarse del tanque de larvas y pasarse al de almacenamiento. (New y Singholka, 1993)

11.2.9) Recolección y Almacenamiento de Postlarvas.

Aunque las postlarvas pueden resistir el choque fisiológico del paso repentino de agua con diferentes salinidades, en la práctica conviene aclimatarlas al agua que se utilizará en el tanque de larvas. La mejor manera de sacar las postlarvas de los tanques consiste en reducir el nivel de agua y emplear salabres. Para facilitar la operación se cubre todo el tanque, de manera que las postlarvas se concentren en la parte iluminada. Las que aun queden en el tanque pueden sacarse quitando el filtro de desagüe y reuniéndolas en un salabre a medida que vayan saliendo. Las postlarvas se trasladan utilizando cualquier recipiente conveniente, a los tanques de almacenamiento que contienen agua dulce ó salada aireada. En los recipientes no se deberán poner muchas postlarvas ni dejarlas ahí por mucho tiempo, esto para evitar que se agote el oxígeno. Por lo que se refiere a las dimensiones pueden utilizarse tanques de cemento de 50 metros cúbicos para concentrar a las postlarvas hasta transportarlas para la siembra de estanques. Normalmente las postlarvas permanecen en estos estanques de una a cuatro semanas, pero el periodo dependerá de la demanda en el momento. Mientras las postlarvas estén en el tanque de almacenamiento deberá seguirse cambiando el agua y airearla. Si están más de un mes, la supervivencia aumenta si la densidad disminuye. No es necesario seguir alimentando

a los camarones con nauplios de Artemia después de la metamorfosis, a las postlarvas se les pueden dar inmediatamente los alimentos que se vayan a utilizar en los estanques de engorda. (New y Singholka, 1993)

11.2.10) Transporte de Postlarvas.

Para distancias de hasta una hora, pueden utilizarse botes de hasta 100 litros de capacidad con 40 litros de agua que contengan alrededor de 30,000 postlarvas. Para distancias mayores puede utilizarse la misma técnica que para el transporte de peces de acuario: bolsas de plástico con 1/3 de agua y 2/3 de oxígeno ó aire. Se pueden transportar de 125 – 250 postlarvas / litro. Las esquinas se redondean con bandas de goma para que los animales no queden atrapados en ellas. En estas bolsas pueden transportarse las postlarvas a grandes distancias (hasta 16 horas por carretera) y si se colocan en cajas aislantes de espuma de polietileno, pueden emplearse perfectamente para transportar postlarvas en avión. La caja de transporte deberá llevar algunos recipientes con hielo para mantener baja la temperatura, si se desea mantenerla constante entonces deberá instalarse dentro de la caja ventiladores accionados por baterías. Además de reducir la actividad metabólica durante el transporte bajando la temperatura, es importante llenar las bolsas con agua del estanque de almacenamiento. Para facilitar la siembra se suele poner el mismo número de larvas en cada bolsa, aunque en realidad esta precisión no resulta práctica, ya que deben considerarte factores como la mortalidad. (New y Singholka, 1993)

11.3) Estanques Semi - Intensivos.

11.3.1) Mantenimiento y Preparación.

Esta etapa comprende el periodo de tiempo entre el momento en que se terminaron las actividades de post-cosecha, como fueron la limpieza general del estanque, la sistematización, reparación, y el momento en que inicia el llenado del estanque, la cual por lo general dura 30 días y puede variar en tiempo según lo requiera el estanque.

11.3.1.1) Análisis de Suelo.

Antes de indicar ó aplicar un tratamiento a los suelos de los estanques, se debe de realizar un buen diagnostico del estado en que se encuentran para poder determinar el manejo de los mismo. Para ello se recurre al muestro tomando en cuenta el color, aroma y pH.

11.3.1.2) Color.

En general el color de los suelos de los estanques es un indicador cualitativo de mucha importancia, pues permite establecer si existe un problema en el piso del estanque, lo cual deberá ser corroborado en laboratorio. Una coloración amarillenta puede ser indicativa de residuos de azufre ligado a un problema de suelos ácidos. Si la coloración es rojiza brillante, puede estar relacionada con la presencia de hidróxido de fierro. Si el color es negro, puede estar relacionada con compuestos reducidos de fierro, en general es indicativa de condiciones anaerobias y se observa comúnmente en lugares donde se almacena la materia orgánica.

11.3.1.3) Aroma.

El aroma que despiden los fondos de los estanques, puede ser indicativo de la presencia de algunos gases que pueden ser tóxicos. Los gases deberán notarse al momento del vaciado del estanque, un aroma a huevo podrido indica la presencia de ácido sulfhídrico;

un aroma a pantano será indicativo a metano y este olor es más común en estanques de baja salinidad.

11.3.1.4) pH.

El pH se define como el potencial de hidrógeno y es indicativo de la acidez de los suelos por la presencia de los iones hidrógeno. La determinación del pH en el campo se puede realizar con cualquier pHmetro portátil ó con un equipo especializado en la medición del pH. Se deberán tomar muestras en diferentes puntos de los estanques para ser analizados.

11.3.1.5) Otros Compuestos.

Pueden determinarse algunos parámetros como materia orgánica total, nitrógeno total, fósforo total, azufre y elementos como calcio, magnesio, fierro y cobre. Para realizar estos estudios se recomienda que se realizan muestreos en los diferentes puntos de los estanques y sean enviadas a un laboratorio químico.

11.3.2) Tratamiento de los Fondos.

11.3.2.1) Drenado.

Consiste en reducir el espejo de agua lo máximo posible, eliminar las charcas para facilitar la deshidratación del suelo y su contacto con los gases a través de la superficie y la porosidad. Para un drenado correcto se siguen estos pasos:

Dejar escurrir el estanque para eliminar la mayor cantidad de agua por gravedad.

Una vez alcanzado el nivel mínimo de agua con el sistema de drenado por gravedad, se deberán sellar las compuertas de entrada para evitar que penetre agua del reservorio, los tableros pueden sellarse con una mezcla de manteca y ceniza en proporción 1:10

Las puertas de salida ó cosecha deberán ser selladas de la misma manera.

Una vez controlados los accesos de agua, se instalan los sistemas de bombeo portátiles para retirar el agua residual.

Aquellas charcas que no puedan retirarse pueden ser tratadas con compuestos como el óxido de calcio ó cal viva, hidróxido de calcio ó cal hidratada, esto para oxidar los fondos, neutralizar el pH y eliminar organismos no deseables.

11.3.2.2) Deshidratado.

Consiste en tener el nivel freático lo más bajo posible, lo cual puede requerir el bombeo de agua de las partes más profundas del estanque para que el suelo se deshidrate por evaporación. La deshidratación es un proceso necesario para permitir que la porosidad facilite el contacto de los sedimentos con el gas atmosférico. El exceso de deshidratación puede tener resultados contraproducentes como los siguientes:

En suelos ácidos sulfatados el secado total puede aumentar la acidez de estos.

En suelos con pH inferiores a 6 la deshidratación total puede reducir la flora microbiana y afectar la descomposición de la materia orgánica.

11.3.2.3) Agrietado Natural y Roturado.

Consiste en permitir que de manera natural los suelos se agrieten por deshidratación y en facilitar la fragmentación de los suelos por acción mecánica.

11.3.2.4) Soleamiento, Aireación y Oxidación.

En esta parte el suelo entra en contacto con gases atmosféricos facilitando la transferencia de gases en ambas direcciones, así los gases tóxicos son liberados y el oxígeno enriquece los sedimentos con compuestos oxidados. El sol y el aire benefician al suelo de la siguiente manera:

Mejora la textura del suelo.

Aumenta la disponibilidad de los nutrientes.
Facilita la oxidación de la materia orgánica.
Oxida y elimina metabolitos indeseables.
Elimina organismos indeseables como depredadores, competidores, parásitos y otro.
Facilita la eliminación de depósitos de lodo.

11.3.3) Remoción y Remineralización.

Con la remoción lo que se busca es agregar al sedimento compuestos muy oxidados, ricos en oxígeno que ayuden a satisfacer la demanda química de los fondos durante la fase húmeda. La Remineralización tiene por objeto incorporar de manera selectiva ciertos minerales como el carbonato de calcio, la cal viva, la cal hidratada y nitratos entre otros.

11.3.3.1) El Encalado.

Esta técnica nos permite incorporar al suelo compuestos de calcio ricos en oxígeno, cuya descomposición no deja residuos tóxicos. Las sales de calcio más comunes son: el carbonato de calcio (cal agrícola), el hidróxido de calcio (cal hidratada ó apagada) y el óxido de calcio (cal viva ó cáustica). Los estanques nuevos deben tratarse con cal. La cantidad depende de la naturaleza del suelo, que debe analizarse para mayor exactitud.

11.3.4) Renivelación del Estanque.

Esta práctica se realiza con la finalidad de dar mantenimiento a los fondos de los estanques, para que en las próximas cosechas el drenaje sea mejor. La nivelación se usa para mejorar pendientes, eliminar charcas, dar mantenimiento a los drenes y corregir las pendientes de los bordos.

11.3.5) Preparación de las Compuertas.

Se realiza con el fin de controlar de una manera adecuada el recambio de agua, el ingreso de organismos no deseables y las fugas de camarón.

11.3.6) Limpieza de Compuertas.

Esta actividad comienza raspando las paredes de las compuertas para quitar las incrustaciones de almejas, ostiones, macroalgas y otros. Una vez realizada la limpieza se prosigue a darles mantenimiento a las compuertas y a los bordos alrededor de ellas; posteriormente se realiza la limpieza total del área de la compuerta, de ser necesario se aplica un tratamiento de desinfección y por último se pintan las señalizaciones de los niveles máximos de operación, así como el triángulo indicador de la profundidad.

11.3.7) Instalación de Mecanismos de Control de Nivel.

Este mecanismo debe de operar en puertas de salida, en la compuerta clásica se utiliza un tablero de control de nivel con cresta aguda. Este tablero debe reflejar el nivel de profundidad que se desea mantener en el estanque.

11.3.8) Instalación de Mecanismos de Control de Flujo

En el caso de la compuerta clásica se utiliza un tablero conocido como tablero de restricción ó tablero de control de flujo. Este se utiliza tanto en puertas de entrada como en las de salida y su función es definir la capa de agua que deberá fluir del reservorio al estanque en la compuerta de entrada y del estanque al canal colector ó drenaje en la compuerta de salida.

11.3.9) Instalación de Mecanismos de Infiltración.

Este tipo de mecanismos tiene dos funciones, la primera impedir que los camarones salgan del estanque y segunda, reducir el ingreso de organismos no deseables que sean problemáticos para el cultivo. Los filtros deben instalarse procurando que pase la mayor parte del agua por la malla reduciendo a un máximo posible el paso por un lado del

marco de estas, las mallas deben cambiarse cada vez que sea necesario para reducir el riesgo de que se rompan, el cambio de los filtros debe realizarse haciendo el uso de dos canales de inserción, de preferencia el filtro nuevo debe colocarse antes de quitar el anterior. Se deben instalar dos filtros en cada compuerta de entrada ó salida.

11.3.9.1) Caletín.

Por lo general estos filtros se colocan dentro de los estanques a la salida de los tubos de entrada al estanque. La malla puede ser 0.5 mm a 1.0 mm, el principal cuidado consiste en revisar que no estén rotas ó a punto de romperse, la bolsa este bien cosida y sin las costuras en riesgo de romperse y que se instalen de tal manera que toda el agua pasa por la malla.

11.3.9.2) Cerco.

Se utilizan en sistemas de tubos y en compuertas de superficie, este sistema es muy eficiente, ya que ofrece una amplia superficie de filtración, por lo general se opera con el sistema de bolsa ó caletín.

El cerco se coloca por fuera del estanque, dentro del reservorio, utilizando tela mosquitera de 1 mm de luz de malla, mientras que dentro del estanque se utilizan filtros de bolso ó caletín.

11.3.10) Llenado Gradual del Estanque.

El objetivo de esta práctica es el restablecimiento de la comunidad biológica del estanque, además de un buen desarrollo del plancton, fitoplancton y del bentos. La razón por la que el llenado gradual de los estanques ayuda a restablecer la comunidad biológica es que durante el llenado se incorporan al agua una gran cantidad de nutrientes liberados durante los tratamientos de los suelos. Esto se favorece con la poca profundidad de los estanques, ya que permite un mayor grado de mezcla. Es muy importante que durante el llenado de los estanques los filtros se mantengan lo menos abiertos posible y bien ajustados a la compuerta para no dejar que los depredadores y competidores entren y tomen la ventaja de ser lo primeros en colonizar el estanque. A continuación se describen los 3 pasos sugeridos por (Villalón, 1994), para llenar un estanque, con algunos criterios adicionales que dependen de la profundidad de este.

Cuadro No. 11.1: Llenado gradual de estanques con una etapa de duración de 9 a 14 días.

Paso	Profundidad.	Cobertura.	Duración.	Observaciones.
-------------	---------------------	-------------------	------------------	-----------------------

1	10 – 30 cm.	60% de la superficie del estanque.	2 a 3 días.	Equivalente a la profundidad de operación dividida por cuatro.
2	30 – 50 cm.	100% de la superficie del estanque.	2 a 3 días.	Equivalente a la profundidad de operación del estanque dividida por dos.
3	80 a 150 cm.	100% del volumen del estanque.	5 días.	Equivalente a la profundidad máxima de operación.

Fuente: BANCOMEXT, 1999

Los criterios para establecer la duración de los pasos dependen de:

Tamaño de los estanques.

Productividad del agua en el reservorio medida en turbidez y corroborada por conteo de microalgas.

salinidad del reservorio y evaluación de las condiciones de evaporación ó precipitación.

En general la duración será más corta si el agua del reservorio garantiza una turbidez de 45 cm., si la salinidad de origen es alta, si las condiciones ambientales favorecen la evaporación ó si el estanque es chico. Para decidir la continuación del siguiente paso, se debe garantizar que la productividad en el estanque, ha alcanzado un grado de madurez que permita mantener una buena productividad posterior a la dilución del agua del estanque, durante la continuación del llenado. En cada uno de estos pasos el punto clave de la productividad es la fertilización, de esta manera se proveen los nutrientes necesarios para el crecimiento de microalgas en los estanques. La productividad se clasifica en primaria y secundaria, basándose la primera en la producción de biomasa vegetal en el estanque y la segunda en la producción de biomasa animal que se alimenta de la productividad primaria.

11.3.11) Inducción a la Productividad Primaria.

Esta etapa comprende la fertilización inicial ó de arranque y las fertilizaciones rutinarias. No existe un patrón de fertilización que se pueda seguir para todas las granjas ya que se difiere mucho en cantidades, proporciones y frecuencias de aplicación debido a las diferencias que se presentan en cada granja y en cada estanque.

11.3.11.1) Fertilización Inicial.

La fertilización inicial se administra según el nivel del llenado del estanque. Los diferentes compuestos que se utilizan para la fertilización inicial son los siguientes:

Como fuentes de Nitrógeno: urea, nitratos y gallinaza.

Como fuentes de Fósforo: superfosfato triple, solución líquida con fósforo y fosfato monoamónico.

Como fuentes de Silicatos: metasilicato de sodio.

Las cantidades de fertilizantes nitrogenados que se utilizan al inicio por aplicación en cada uno de los productos utilizados se proponen en la siguiente tabla.

Cuadro No. 11.2: Cantidad de Urea y Nitrato de Sodio aplicados (Kg. /ha) en el estado de Sinaloa para las fertilizaciones iniciales.

Nivel del Fertilizante.	Urea. Kg. /ha por aplicación.	Nitrato de Sodio. Kg. / ha por aplicación.
Muy alto.	40 – 100	36 – 60
Alto.	26 – 40	21 – 35
Medio.	11 – 25	11 - 20
Bajo.	4 – 10	5 - 10
Muy Bajo.	1 - 3	1 - 4

Fuente: BANCOMEXT, 1999

Las cantidades de fertilizantes fosforados que se utilizan al inicio de acuerdo al producto, son las siguientes:

Cuadro No. 11.3: Cantidad de fertilizantes fosforados utilizados en el estado de Sinaloa (Kg. / ha) al inicio de acuerdo al producto.

Nivel del Fertilizante.	Superfosfato Triple. Kg./ha por aplicación	Fosfato Líquido. Kg. /ha/ aplicación.	Fosfato Monoamónico. Kg./ha/aplicación.
Muy Alto.	25		
Alto.	8 – 10	3	5
Medio.	3 – 7.5	2	2
Bajo.	1 – 8	1	0.5
Muy Bajo.	menor a 1	menor a 1	menor a 0.5

Fuente: BANCOMEXT, 1999

11.3.11.2) Fertilización Rutinaria.

En general los fertilizantes utilizados durante las fertilizaciones de tipo rutinario son los mismos que se utilizan en la fertilización inicial, con la diferencia de que las cantidades de fertilizantes por hectárea se reducen. Los fertilizantes nitrogenados que se utilizan de manera rutinaria, se aplican en las siguientes cantidades en el estado de Sinaloa.

Cuadro No. 11.4: Aplicación de Urea y Nitrato (Kg. / ha) en forma rutinaria en el estado de Sinaloa.

Nivel de Fertilización.	Urea. Kg. / ha por aplicación.	Nitrato. Kg. /ha por aplicación.
Alto.	13 – 20	16 – 50
Medio.	10 – 12	7.5 – 15
Bajo.	5 - 9	5 - 7

Fuente: BANCOMEXT, 1999

Las cantidades de compuestos fosforados utilizados de manera rutinaria en el estado de Sinaloa son:

Cuadro No. 11.5: Compuestos fosforados utilizados de manera rutinaria en el estado de Sinaloa (aplicaciones en Kg. / ha)

Nivel de Fertilización.	Superfosfato. Kg./ha/aplicación.	Fosfato Líquido. Lts./ha/aplicación.	Fosfato Diamónico. Kg./ha/aplicación.
Alto.	6 – 10	3	2.5
Medio.	2.5 – 5	2	1 – 2
Bajo.	0.4 – 2.4	1	0.1

Fuente: BANCOMEXT, 1999

11.3.11.3) Formas de Aplicación del Fertilizante.

La fertilización inicial se aplica al agua que entra a los estanques por medio de un saco permeable que se fija en la entrada del agua, así los compuestos granulados se disuelven lentamente. La fertilización rutinaria, por lo general se aplica en forma de solución y se aplica alrededor del estanque, ó con una lancha en caso de que el estanque lo requiera.

11.3.12) Control de la Productividad.

Se utilizan diferentes técnicas para saber cuando deberá fertilizarse y así poder controlar la producción de la biomasa vegetal que se encuentra en los estanques.

11.3.12.1) Profundidad del Disco de Secchi.

La mayoría de las granjas suspende la fertilización cuando la turbidez ó visibilidad disminuye los 35 cm. del disco de Secchi, reiniciándola cuando la profundidad rebasa los 35 cm. las lecturas del disco de Secchi siempre deben interpretarse en conjunto con el número de células por mililitro, el nivel de pH y de oxígeno que se hayan leído durante el atardecer. Deben considerarse los siguientes aspectos con respecto a las mediciones con el disco de Secchi:

La turbidez puede deformarse por sólidos ó materia orgánica en suspensión.
La coloración de algunas especies de microalgas se modifica.
Los niveles de turbidez tienen diferente significado según la profundidad del estanque.

11.3.12.2) Número de Células por Mililitro.

Uno de los criterios de manejo de la productividad en estanques se fundamenta en mantener la máxima concentración de células por mililitro que no cause deflecciones menores de 3 ppm en los niveles de oxígeno al amanecer. Es por esto que se acopla el criterio del máximo número de células con el máximo equilibrio, siempre y cuando el pH del amanecer no suba arriba de 9 y la diferencia entre el oxígeno del atardecer y del amanecer no sea muy grande, ni que el oxígeno del amanecer baje de 3ppm. Este criterio es utilizado por granjas que verifican que las lecturas de turbidez estén relacionadas con el número de células por mililitro, para lo cual se utiliza una cámara de conteo llamada de New Bauer.

11.3.12.3) Nivel de saturación de Oxígeno.

Las lecturas de mayor significancia son las que se realizan durante la tarde, por lo general las granjas que fertilizan utilizando este criterio, lo hacen mientras el oxígeno no llega a niveles de saturación, y la suspenden cuando alcanzan el nivel de saturación, el cual depende de la temperatura y la salinidad.

11.3.12.4) pH.

Las lecturas que se realizan en la tarde son indicativas del consumo de bióxido de carbono, quienes utilizan este criterio suspenden la fertilización cuando los pH son superiores a 8.5.

11.3.12.5) Concentración de Nitrógeno y Fósforo en el Estanque.

Este es uno de los mejores criterios para calcular el fertilizante que debe agregarse a un estanque. Para un adecuado crecimiento de las microalgas el nitrógeno en el estanque debe mantenerse en niveles superiores a 1.3 ppm ó 1.3 gramos por metro cúbico de agua; mientras que el fósforo debe mantenerse a niveles mayores 0.15 ppm ó bien 0.15 gramos por metro cúbico. (Villalón, 1994).

11.4) Siembra del Camarón.

En esta etapa se busca alcanzar la máxima sobrevivencia posible en la transferencia de las postlarvas del laboratorio, al estanque de engorda. Es necesario buscar métodos que nos permitan reducir los índices de mortalidad y tener un personal capacitado para realizar esta operación; ya que será un cambio total de ambiente para las postlarvas y esto pudiese ocasionarles estrés y perder su resistencia.

11.4.1) Edad de la Postlarva y Talla de Siembra.

Se han realizado estudios importantes a este aspecto, y se ha observado que la talla de siembra incide significativamente en el buen desarrollo, sobrevivencia y mejor desempeño de las postlarvas durante el proceso de engorda.

11.4.2) Transporte de la Postlarva.

De ser posible la transportación debe ser muy temprano, por la mañana ó por la tarde, esto para evitar las temperaturas elevadas. El tiempo de transportación no debe exceder más de 6 horas, en viajes de entre 3 y 6 horas ó más, se deberá adicionar artemia recién eclosionada para prevenir canibalismo.

11.4.3) Recepción de la Postlarva.

Es necesario tener lista la estación de aclimatación debido a que las postlarvas presentan una condición delicada a la hora de la llegada a la granja. En la recepción de postlarvas se deben seguir tres principios; el primero orientado a restablecer las condiciones físicas de las postlarvas tratando de fortalecerlas antes de la siembra; el segundo, a aclimatar a las postlarvas a las condiciones de los estanques en los que serán sembrados y el tercero a no hacer las cosas precipitadamente.

11.4.4) Verificación de la Estación de Aclimatación.

Antes de abrir la primera bolsa deberá revisarse que todo se encuentre en condiciones de ser usado, teniendo a la mano phmetro, refractómetro, termómetro, un oxímetro portátil, un reloj con cronometro para controlar el tiempo de aclimatación, disco de Secchi, tanque con suficiente oxígeno y microencapsulados y artemia para alimentar a las postlarvas.

11.4.5) Proceso de aclimatación de las Postlarvas.

El proceso de aclimatación consiste en acercar lo más posible las condiciones ambientales del agua de los recipientes, con las condiciones que se encuentran en el estanque. Para la aclimatación existen dos métodos comúnmente utilizados:

11.4.5.1) Método de Siembra Indirecta.

Este método se realiza a través de una aclimatación y fortalecimiento de las larvas en tanques especiales. La estación de aclimatación deberá estar previamente desinfectada y preparada adecuadamente para la recepción de las postlarvas. Un día antes de ser recibidas las postlarvas, los tanques de recepción y los reservorios deberán ser llenados con agua de los estanques en los que serán sembradas. Una vez que los tanques reservorios han sido llenados, se adicionarán 2 ppm de EDTA, solo en caso de ser necesario. Debe haber una capacidad de recepción en volumen suficiente para mantener a la larva en aclimatación a densidades no mayores de 400 organismos por litro. La aclimatación comienza inmediatamente después de que la última bolsa ha sido vaciada en el tanque. El proceso de aclimatación tiene como fin mantener a los organismos con el menos estrés posible, sin embargo, aunque el procedimiento se realice con mucho cuidado, muchas veces los tiempos de operación no son suficientemente lentos como para permitir un cambio gradual adecuado de los parámetros físico – químicos. La temperatura y la salinidad deberán ser monitoreadas en intervalos de 15 minutos, con la finalidad de calibrar el flujo de agua que llega al tanque y asegurarnos que el tiempo de aclimatación es el adecuado.

11.4.5.2) Método de Siembra Directa.

La aclimatación se efectúa en el estanque, aclimatando directamente las bolsas con agua del estanque. Este método solo se aplica a postlarvas mayores de 20 días. El tiempo ideal para realizar este procedimiento es entre las 20:00 horas de un día y las 9:00 del siguiente, cuando se alcanzan las temperaturas mínimas del agua. Este es un procedimiento sencillo usualmente, consiste en poner en flotación en el agua del estanque, las bolsas plásticas que contienen las larvas por espacio de 15 a 20 minutos, con esto se trata de nivelar la temperatura del agua de las bolsas con la del estanque. Cuando la diferencia entre temperaturas es menor a los 2°C, las bolsas pueden ser abiertas cuidadosamente para realizar el muestreo de salinidad; si la diferencia de salinidades se encuentra entre un rango de 3 a 5 ppt, entonces las postlarvas se consideran listas para ser liberadas en el estanque.

11.4.6) Liberación de las Postlarvas.

Para la liberación de las postlarvas se deben de tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Verificar las condiciones del estanque en el momento de la liberación.

Salinidad del Agua (máximo permisible 2 ppt de diferencia)

Temperatura del Agua (máximo permisible 2°C de diferencia)

pH del agua (máximo permisible 0.3 de diferencia)

Liberar las postlarvas de preferencia al amanecer.

Observar el comportamiento de las postlarvas antes de liberarlas en el tanque.

Cuidar que la Postlarva se distribuya por todo el estanque para evitar saturaciones y canibalismo.

11.4.7) Cuidados en el Estanque durante el Proceso de Siembra.

En caso de que se retrase la llegada de las postlarvas algunos días y los estanques se encuentren preparados, se deberán tomar precauciones para evitar que otras especies colonicen los estanques. En el caso de que la turbidez se incremente de manera excesiva, se recomienda realizar un fuerte recambio sin elevar el nivel hidráulico del estanque.

11.4.8) Ajustes de Densidad.

Este es uno de los aspectos más importantes durante la liberación de las postlarvas, es muy importante respetar las densidades de siembra programadas, pues estas se decidieron tomando en cuenta múltiples aspectos por lo que el responsable de la siembra debe ajustarse en la medida de lo posible a lo programado.

11.4.9) Pruebas de Sobrevivencia.

Se preparan 5 cubos de plástico sin fondo y con ventanas de malla de 500 micras y diámetro de 16 pulgadas. Los cubos deben colocarse desde un día anterior en el estanque, distribuidos desde la compuerta de entrada hasta la de salida. En cada cubo se siembran 50 postlarvas y se revisan a las 48 horas evaluando el porcentaje de sobrevivencia. Una vez determinado se realiza un ajuste de la densidad de la siembra mediante el método de resiembra.

11.3.10) Duración del Cultivo.

Puede durar desde 10 a 30 días cuando se desea obtener postlarvas de mayor edad, y hasta 4 a 5 meses cuando se desea almacenar semilla. (BANCOMEXT, 1999)

11.4.11) Tipos de Crianza Postlarvario.

Preversario ó Nodriz: es un sistema de crianza cuyo objetivo es lograr una mayor edad de siembra que aumente la tolerancia a la variación de los parámetros ambientales, su capacidad de desplazamiento para la búsqueda de alimento y su habilidad para consumir el alimento vivo del estanque. La alimentación se controla mediante la dieta que se utiliza y la productividad del estanque. Las postlarvas se transfieren a edades de 20 a 30 días, por lo que este sistema permite tener semillas más tolerantes a los factores ambientales, facilita la aclimatación y reduce la aleatoriedad de la sobrevivencia debida a la siembra.

Maternizador ó Criadero: Este sistema consiste en amortiguar los ritmos de producción del laboratorio con las necesidades de siembra en la granja, facilita el manejo por tiempos variables, asegura la siembra de los estanques que se van cosechando y puede permitir un incremento en el número de producción por ciclos por años. La alimentación se controla mediante un compromiso entre la dieta animal, el tamaño de partícula del alimento formulado y la productividad natural. Los juveniles se transfieren en tamaños de 0.1 a 0.6 gramos con biomasa de 6 a 12 kilogramos por metro cúbico, con oxígeno puro. Este sistema permite amortiguar la producción de laboratorio con la demanda de siembra, incrementar el número de ciclos de engorda por año, asegurar la siembra, incrementar las tallas de cosecha y reducir la incertidumbre post-siembra.

Vivero: el objetivo de este sistema es almacenar postlarvas para aprovechar bajos precios originados por sobreofertas de postlarvas salvaje, sobreproducción de laboratorio y asegurar la siembra del siguiente ciclo. El cultivo se controla para alcanzar altas sobrevivencias y bajas tasas de crecimiento, ya que el almacenamiento puede requerir hasta 5 meses.

Pre - engorda ó Pre – cría: sistema de crianza larvario cuyo objetivo es alcanzar tallas de siembra superiores a 0.5 gramos. La crianza se controla mediante una estrategia de alimentación, el manejo del agua, mallas de control, un monitoreo muy fino de los organismos y un mayor control de las condiciones ambientales. La transferencia se realiza idealmente con tallas de 0.6 a 0.8 gramos. A diferencia del anterior se busca que las postlarvas tengan un crecimiento rápido, lográndose alcanzar tallas de cosecha mayores en la fase de engorda.

Encierro: Sistema cuyo objetivo consiste en mejorar el manejo de la alimentación de las fases postlarvarias en estanques de engorda muy grandes. Se realiza dentro del estanque de engorda en el área contigua a la compuerta de entrada, mediante un encierro de malla de 0.5 mm ó 50 micras. La alimentación se controla distribuyendo el alimento en el área de confinamiento. Los beneficios de este sistema consisten en que se mejora el manejo de la alimentación postlarvaria en estanques de engorda de grandes dimensiones.

Cultivo de 2 a 3 etapas: el objetivo consiste en incrementar los rendimientos de la granja por hectárea por año, produciendo juveniles en estanques chicos con bajas densidades. Este sistema se utiliza en estanques contiguos, ya sean pequeños ó grandes donde se cultivan las postlarvas hasta juveniles a densidades inferiores a 150 camarones por metro cuadrado, y se controla la densidad y el recambio. La transferencia de los juveniles se realiza por gravedad ó bien por los sistemas típicos de transferencia.

11.5) Desarrollo, Crecimiento y Engorda del Camarón.

Esta etapa constituye el corazón del ciclo de cultivo, pues en ella se desarrolla, crece y engorda el camarón, también desde el punto de vista financiero es en la que se hace el negocio. El objetivo central de esta etapa es lograr un desarrollo rápido del camarón, una buena tasa de crecimiento y un excelente factor de conversión alimenticia. Del éxito de esta etapa depende en gran medida la economía de la granja, por lo que se debe poner especial atención al desarrollo del camarón, su alimentación y su ambiente.

11.5.1) Sub - etapa Uno.

En esta etapa se da énfasis al desarrollo del camarón, desde postlarvas hasta pequeño juvenil de 2 gramos con la máxima sobrevivencia posible. Las actividades principales de esta sub-etapa consisten en el manejo de la alimentación de arranque para el desarrollo del camarón de postlarva a juvenil, la implementación del programa de recambios y el monitoreo del estanque.

11.5.1.1) Alimentación de Arranque.

El sistema que se utiliza para alimentar al camarón desde su etapa de postlarva hasta juvenil de 2 gramos, se caracteriza por una selección muy exigente del alimento, una

distribución del alimento dirigida a las zonas de mayor concentración de postlarvas y un racionamiento basado en el comportamiento de las postlarvas y pequeños juveniles. En la fase inicial, de arranque ó desarrollo, éstos tienen una fase de crecimiento relativamente lento si se mide en función del peso ganado por semana, pero es muy significativo si se mide su desarrollo en función del número de veces que incrementa su peso.

11.5.1.2) Manejo de Alimento Balanceado.

De nada sirve adquirir un alimento muy caro que garantice la calidad de su preparación, ingredientes y empaque si no se tiene el cuidado de manejarlo desde la fábrica hasta el almacén de la fábrica, así como su almacenaje y distribución en los estanques. Por ello se deben considerar la siguiente guía para el manejo de alimentos, la cual está basada en las recomendaciones de (Jory, 1996).

Verificar la fecha de fabricación y seguir la guía del fabricante.

Durante el transporte a la granja el piso del vehículo debe estar seco y limpio. Rechazar envíos de alimento húmedo ó mohoso.

Almacenar el alimento en áreas seguras, secas, sombreadas, bien ventiladas y tan frescas como sea posible.

Evitar el contacto del alimento con contaminantes potenciales como polvo, pintura, aceite, gasolina, plaguicidas y otros químicos.

El área de almacenamiento debe mantenerse libre de alimento derramado, ya que esto atrae plagas.

Calcular la cantidad de alimento necesario y comprar solo el alimento necesario para dos meses.

El tamaño de la partícula sugerido para esta primera etapa es la migaja, la cual no debe ser mayor de 500 micras y debe aumentarse su tamaño según el crecimiento de los organismos. El tamaño de migajas varía de 400 micras a 2 – 3 mm. No es recomendable moler peletizado de engorda y tamizarlo a estos tamaños para la alimentación inicial, ya que la propiedad del alimento y la proporción de finos se pueden perder. **La distribución de alimento** debe corresponder al comportamiento del camarón en las diferentes tallas, siendo recomendable iniciar la alimentación por la periferia del estanque, durante los primeros días, avanzando hacia el centro del mismo, a medida que los camarones van creciendo y su distribución va cambiando hacia las partes profundas del estanque. **La técnica de alimentación** que se recomienda utilizar en esta sub-etapa es por voleo, aunque se puede iniciar con pequeñas cantidades de alimentos en charolas de alimentación distribuidas en la periferia de los estanques, las cuales se deben ir aumentando en número y cobertura hacia las partes profundas a medida que el camarón se va desarrollando.

11.5.1.3) Recambio de Agua.

El propósito de esta actividad consiste en mantener las condiciones ambientales del estanque en niveles de fluctuación que permitan un buen crecimiento, una buena

sobrevivencia y un buen estado de salud del camarón. El recambio depende de tres factores principales:

La capacidad de recambio de la granja.

Los requerimientos de recambio de los estanques.

Las restricciones que imponen otros factores, como la fuente de abastecimiento de agua, problemas mecánicos, lluvias, variaciones ambientales desfavorables en la toma de agua, estado general de las mareas y otros.

La capacidad de recambio diario de una granja se expresa como el porcentaje del volumen de la granja que es renovado cada día y se estima a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de recambio (\%)} = \frac{\text{Capacidad de Bombeo (m}^3\text{/ día)}}{\text{Volumen de la Granja (m}^3\text{)}} * 100$$

Donde la **Capacidad de Bombeo** se estima de acuerdo al número de motores que pueden trabajar simultáneamente sin abatir el canal de llamada, el flujo de cada bomba en m³/segundo multiplicado por el tiempo en que la estación puede bombear agua de calidad aceptable durante el transcurso de 24 horas.

Capacidad de Bombeo (m³/día) = (Suma de flujo de cada bomba m³/seg.)(Tiempo de Bombeo (seg.))

El volumen de agua de la granja en m³, se calcula a partir de la suma de los volúmenes en m³ de cada uno de los estanques que vayan a operar en los ciclos de cultivo, esto se calcula multiplicando la superficie total de la granja en m², por la profundidad promedio en metros lineales.

Volumen de agua de la Granja (m³) = (superficie total de la granja (m²)) (profundidad promedio (m))

11.5.1.4) Nivel Máximo Operativo del Estanque.

Se determina el lugar donde los bordos que rodean el estanque, tienen su nivel más bajo. En ese lugar se determina el nivel máximo de operación del estanque, cuidando que sea establecido, 30 centímetros por debajo de la corona. El nivel operativo del estanque se determina a una altura situada 20 cm. bajo el nivel máximo del canal reservorio, para garantizar la entrada del agua por gravedad y al menos 30 cm. bajo el punto de menor altura de los bordos del estanque para evitar que el nivel de agua llegue a rebasarlo. Una vez establecido el nivel de operación del estanque se corren niveles hacia las compuertas para marcar ambas compuertas. Sobre ese nivel se dibujará un triángulo con la punta hacia abajo, señalando el nivel establecido. El triángulo deberá obtener una base igual que la altura de 30 centímetros. En la punta del triángulo se establecerá la cresta de la

compuerta, de tal manera que cuando el nivel del agua rebase la cresta, pueda estimarse la altura de la lámina de agua a través del triangulo mencionado.

11.5.1.5) Profundidad Promedio.

Para determinar la profundidad promedio de cada estanque, se aplica el método propuesto por (Villalón, 1994), que consiste en los siguientes pasos:

Se establece la parte superior de la tablilla de control en el vértice del triangulo marcado en la compuerta de salida.

Se llena el estanque a su nivel operativo.

Se recorre todo el estanque realizando un muestreo de profundidades con una regla y se anotan todas las profundidades obtenidas en transectos de 10 por 10 metros.

Se calcula la profundidad promedio del estanque, a partir del promedio de todas las mediciones, este dato sirve para calcular el volumen de agua del estanque.

11.5.1.6) Control del Recambio.

El control del recambio se efectúa en la compuerta de entrada por medio del movimiento de la tablilla de control de flujo. La compuerta es una abertura que sirve para controlar el paso del agua y tiene las propiedades hidráulicas de los orificios. Esta tablilla se coloca sobre la cresta de la compuerta de entrada dejando una ranura entre ambas que puede calibrarse a diferentes alturas por medio de unas piezas denominadas H de calibración. Entre más altas se encuentre, mayor será el volumen del agua que pase por la compuerta, por el contrario, entre más baja se encuentre menor será el volumen de agua que pase por la compuerta. Para establecer la altura a la que se debe colocar la tablilla de control de nivel sobre la cresta de la compuerta de entrada, se debe tomar en cuenta el ancho de la compuerta y la velocidad de flujo del agua que pasa a través de ella, para lo cual se recomienda el siguiente método:

Establecer el recambio rutinario que necesita el estanque.

Establecer el volumen de agua que debe de entrar al estanque multiplicando el porcentaje de recambio necesario, por su volumen y dividiéndolo entre cien.

Calcular el flujo de agua en m³/seg. que debe entrar al estanque dividiendo el volumen requerido entre el tiempo de bombeo.

Medir el ancho de la compuerta.

Determinar el espesor del agua mediante las fórmulas de flujo para compuertas rectangulares de cresta aguda, ó bien a través de un nomógrafo, para lo cual, se requiere conocer el ancho de la compuerta y el flujo de agua requerido en m³/seg.

Nivelar la tablilla a la altura recomendada.

La fórmula utilizada en las granjas camaroneras de Centroamérica proviene de Francis y es reportada por (Franco, 1996) como:

$$Q = 1.84 (L - 0.2 H) H^{3/2}$$

Donde:

- Q:** Representa el Flujo en m³/seg.
- L:** Representa el ancho de la compuerta.
- H:** El ancho de la lámina de agua.

11.5.1.7) Monitoreo del Recambio Real.

Mediante la metodología anteriormente descrita se estableció la altura de la ranura a través de la cual deberá entrar al estanque un volumen de agua a una velocidad dada, para que se tenga un nivel de recambio determinado. Sin embargo, debido al movimiento de las mareas, al estado de los equipos de bombeo y a los horarios de operación, el recambio estimado puede variar, para lo cual se requiere monitorear el recambio real, éste se calcula mediante una rutina de medición de la altura del agua en la entrada del estanque cada dos horas. De acuerdo a la experiencia de las granjas, se utilizan 14 criterios diferentes para el control del recambio, los cuales se describen a continuación:

- No recambiar durante el periodo de tiempo posterior a la siembra hasta que el camarón alcance una talla en la que el recambio no represente un riesgo.
- Renovar de las aguas de cultivo mediante una tasa de recambio fijo.
- Renovar la comunidad fitoplanctónica, ya sea por exceso de productividad, por falta de ella, por mala calidad de la microalga, fitoplancton no deseado, color opaco del mismo ó necesidad de renovación.
- Regular los niveles de oxígeno en el estanque.
- Combatir de manera preventiva la presencia de síntomas de enfermedades, manchas, ó indicios de mala salud.
- Diluir exceso de sales, cuando se registran salinidades superiores a las 45 ppm.
- Corregir niveles anormales de pH, mayores de 9 al atardecer e inferiores a 7.4 en el amanecer, indicativos de bajas de oxígeno y productividad.
- Mantener la turbidez en el intervalo fijado por la granja, en la mayor parte de los casos para reducir los valores de turbidez y mantener los discos de Secchi en valores mayores a 31 cm.
- Prevenir posibles problemas cuando la biomasa ha rebasado un nivel determinado.
- Desalojar aguas con exceso de compuestos nitrogenados y de azufre no deseados para el cultivo, principalmente en sistemas intensivos.
- Inducir la muda cuando se haya muy retrasada.
- Diluir la densidad de microalgas previo a la aplicación de fertilizantes.
- Motivar el consumo del alimento, cuando se observa inapetencia en los camarones.
- Prevenir problemas cuando se observan espuma en el agua ó altos niveles de biomasa bacteriana.

Algunos de los problemas que pueden resolverse con el recambio y sus efectos esperados se observan en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 11.6: Problemas que se resuelven con el recambio de agua y sus efectos.

Problema.	Efecto.
Productividad DS < 30 cm.	Control de microalgas.

<p>pH >9 en agua. Oxígeno < 3 ppm. Salinidad > 45 ppm. Mod. Con espuma Superficial. Tóxicos (H₂s,NH₃) Productividad > 50 cm. Muda Retrasada.</p>	<p>Reducción de estrés. Transferencia O₂. Dilución de sales. Lavado de materia orgánica. Eliminación. Mezcla. Inducción de muda.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: BANCOMEXT, 1999.

11.5.1.8) Parámetros Ambientales.

Los parámetros ambientales fueron divididos en 4 grupos:

Parámetros ambientales que permiten conocer la dinámica de los estanques y de las comunidades biológicas tales como: oxígeno, pH, turbidez, temperatura y salinidad. Parámetros relacionados con la materia orgánica y sus consecuencias, a los que se les debe dar seguimiento en conformidad con el incremento en las aportaciones de alimento balanceado a los estanques. Estos parámetros son: sólidos en suspensión (SS), materia orgánica particulada (MOP), materia orgánica disuelta (MOD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), y potencial redox. La frecuencia de medición puede ser mensual y de manera obligatoria durante la etapa de pre – cosecha que es cuando se alcanza el máximo de biomasa y materia orgánica acumulada. Parámetros químicos relacionados con los nutrientes como: nitrógeno total, nitritos, nitratos, amonía ionizada, fracción amoniacal no ionizada, fósforo total, fósforo reactivo, ortofosfatos y silicatos. Estos deben medirse al menos una vez al ciclo en la etapa de precosecha, en la toma de agua y en la descarga del estanque. Parámetros químicos relacionados con la anaerobiosis en los fondos, relacionados principalmente con compuestos de azufre como son: sulfatos, sulfuros, ácido sulfhídrico ionizado, fracción gaseosa del ácido sulfhídrico. Estos deben ser medidos al menos una vez al ciclo en pre-cosecha.

La definición de los horarios de medición de parámetros ambientales se puede realizar tomando como criterio aproximado el propuesto en la siguiente tabla:

Cuadro No. 11.7: Horarios Propuestos para la toma de Parámetros Ambientales.

Parámetro.	Horario Matutino.	Horario Vespertino.
Oxígeno.	4 - 6 AM.	14 – 18 horas
pH.	4 – 6 AM.	14 – 18 horas.
Temperatura.	4 – 6 AM.	14 – 18 horas.
Turbidez.		14 – 18 horas.
Salinidad.		14 – 18 horas.

Fuente: BANCOMEXT, 1999

12.5.2) Sub-Etapa DOS.

11.5.2.1) Crecimiento del Camarón hasta 8 Gramos.

A diferencia de la primera, en esta sub-etapa el objetivo consiste en crecer a los camarones juveniles hasta los 8 gramos de peso entero, para lo cual se requiere aumentar aproximadamente 4 veces el peso corporal a diferencia de la primera etapa en la que el camarón aumenta más de 100 veces su tamaño. Esta sub-etapa se denomina de crecimiento rápido ó exponencial por que de acuerdo a la especie en cultivo, es donde se incrementan las tasas de crecimiento del ciclo, siendo la media para el camarón azul y blanco de 1 gramo por semana con valores record superiores a 2 gramos por semana.

11.5.2.2) Alimentación del Crecimiento Rápido.

Es fundamental seleccionar el alimento que se va a utilizar durante la engorda, revisando marcas y corroborando precios sin dejar de pensar en la calidad del mismo, ya que al aumentarse las demandas aumentaran las cantidades a aplicar, que de no tener cuidado deteriorará los fondos y la calidad del agua. Es importante seleccionar los tamaños y diámetros de peletizado de acuerdo a las diferentes tallas de los camarones a lo largo de esta etapa, lo que sin ser algo determinante favorece a los organismos durante su alimentación. El arranque de esta sub-etapa inicia con el cambio de migaja a peletizado según la marca seleccionada, se deberá tener especial cuidado en aplicar el tamaño y diámetro del pelet, de acuerdo al tamaño promedio de nuestros camarones. La paliación de la migaja debe hacerse al voleo sobre las orillas de los estanques que es donde se concentran los camarones más pequeños. El porcentaje de proteína durante esta sub-etapa por lo general es del 30% ó menos, siempre y cuando la productividad secundaria de los estanques sea buena y los registros de crecimiento se mantengan en los registros históricos, para aquellas granjas que tienen varios años operando. Durante esta sub-etapa la cantidad de alimento que se aplicará será considerable empezando a influir significativamente en los costos de operación. De igual manera si se sobrealimenta, el excedente puede afectar los fondos y el agua de los estanques, y si se subalimenta se pone en riesgo el rendimiento al reducirse el crecimiento de los camarones y aumenta la probabilidad de canibalismo. El racionamiento de las cantidades diarias a aplicar en los estanques permite, al igual que en la primera etapa una homogenización de tallas al disminuir la competencia aumentando el número de raciones y horarios de aplicación. Generalmente la cantidad de alimento a suministrar a un estanque, se estima mediante una evaluación de la biomasa, la cual se obtiene a partir del muestreo poblacional del peso promedio de los camarones, su distribución en el estanque y la dispersión de tallas. **La técnica de aplicación de alimento** más utilizada consiste en la aplicación del balanceado al estanque es el voleo, que generalmente se realiza desde una lancha realizando recorridos en zig-zag cubriendo la totalidad del estanque. Estos recorridos deben alternarse durante los días de la semana. En caso de estanques chicos, esta técnica se ha automatizado y se cuenta con equipos que permiten distribuir el alimento en los estanques mediante el uso de un vehículo que recorre los estanques voleando el alimento con el uso de un soplador. La técnica más utilizada en México es aquella que combina

la distribución de alimento al voleo, con el monitoreo de consumo de alimento mediante charolas de consumo. Se recomienda un número determinado de charolas de monitoreo y una distribución según el tamaño de los estanques. Sin embargo, lo más importante a considerar es el manejo de las mismas.

11.5.2.3) Frecuencia de Alimentación.

Dado que los camarones tienen un aparato digestivo muy corto, ellos no pueden almacenar alimento para después digerirlo, por lo que requieren alimentarse con mayor frecuencia, a diferencia de otros organismos que se pueden alimentar una vez al día. Se sabe además que existe una relación inversa entre el crecimiento y el consumo de alimento, o sea que en esta sub-etapa es cuando los organismos consumen más alimento por biomasa. Según la especie, se pueden presentar comportamientos de alimentación diferentes, existen especies que tiene el hábito de enterrarse durante todo el día, con picos de alimentación en los crepúsculos durante el amanecer y el atardecer. Otras especies tienen mayor actividad diurna, aunque en general existe una tendencia a aumentar los niveles de consumo durante la noche independientemente de la especie. La turbidez y profundidad de los estanques pueden modificar parcialmente el comportamiento alimenticio de los camarones, ya que afectan el fotoperiodo. A pesar de tener control sobre algunos de los parámetros del estanque, los organismos responden a ciclos diurnos como son la marea, temperatura, oxígeno y pH, como también a ciclos más amplios como el lunar que cambia aproximadamente cada 14 días. Los organismos cambian su comportamiento de alimentación según varíen estos parámetros disminuyendo por ejemplo los consumos en las fases claras de la luna y aumentando en la fase oscura.

11.5.2.4) Uso de Aditivos.

Durante esta sub-etapa en la que los organismos tienen una velocidad mayor de crecimiento y dado que las condiciones del estanque ya no son las mismas que en el arranque, es común el uso de algunos aditivos que puedan funcionar como inmunoestimulantes ó bien como algunos preventivos para enfermedades, de tal manera que se deberá contar con la posibilidad de que el proveedor del alimento seleccionado tenga el conocimiento y las facilidades para incorporar lo requerido a las dietas.

11.5.2.5) Remineralización.

En años recientes se ha venido haciendo uso de cal en los estanques de cultivo de diferentes especies, en especial el cultivo de camarón. La finalidad de aplicar cal a la columna de agua es incluir ciertos compuestos que ayudan a mantener en equilibrio la composición del agua, así como reducir los niveles de materia orgánica, los blooms ó afloramientos de fitoplancton, puede neutralizar el pH y puede proveer de calcio disponible al camarón. Lo cual puede estimular la muda y fortalecer de igual manera al exoesqueleto del camarón, una de las principales funciones de la cal aplicada a un estanque es la remineralización de los sedimentos, facilitando la incorporación al ciclo biogeoquímico del estanque. La cal más recomendada es el carbonato de calcio, éste por llevar 3 oxígenos en su molécula permite una mayor oxidación de la capa superficial del

sedimento ó capa floculenta y consecuentemente se da una mineralización de los sedimentos que quedan atrapados en el fondo del estanque.

11.5.2.6) Mezcla y Aireación.

La aireación y la mezcla son dos procesos que ocurren de manera natural en los estanques por la acción de la atmósfera sobre el estanque. **La aireación** implica el fenómeno de **transferencia de gases**, mientras que **la mezcla** implica el **movimiento de las capas de agua del estanque**. Ambos procesos están implicados en el balance de gases disueltos dentro del estanque, y tienen una gran influencia en los niveles de oxígeno y bióxido de carbono, por lo que su comprensión resulta muy importante. Los niveles de oxígeno dentro del estanque oscilan entre el día y la noche, al amanecer los niveles de oxígeno se incrementan debido a la producción de oxígeno por la actividad fotosintética de las microalgas, al mismo tiempo los niveles de bióxido de carbono se reducen por la utilización de este gas en la fotosíntesis, lo que facilita el incremento del pH por la reducción del ácido carbónico, que es la forma en que el bióxido de carbono se encuentra disuelto en el estanque. La producción de oxígeno alcanza un máximo cuando termina la fase de iluminación y las microalgas y demás organismos fotosintéticos dejan de producir oxígeno durante la fase oscura. Se estima que el 75 % del oxígeno disuelto se produce por actividad fotosintética. Otra fuente de oxígeno muy importante la constituye la transferencia de gases de la atmósfera al estanque a través de la superficie del estanque. Esta transferencia se realiza durante todo el día y se estima que cerca del 30 % del oxígeno del estanque se obtiene por transferencia de gases. La transferencia de oxígeno de la atmósfera al estanque depende de muchos factores, entre ellos el más importante es el viento. El cual no solo facilita la transferencia de oxígeno, sino que también facilita la mezcla de agua, lo cual beneficia indirectamente la producción de oxígeno por la fotosíntesis, ya que las microalgas incrementan su actividad con la mezcla durante la fase luminosa. Otra fuente de oxígeno en los estanques los constituye la transferencia de gases por aireación mecánica, la cual facilita el proceso de aireación y mezcla. Este sistema se utiliza cuando el consumo nocturno de oxígeno en el estanque, supera la producción del oxígeno que en condiciones naturales existe durante el día. El consumo del oxígeno en el estanque se origina por tres componentes principales: la respiración del camarón, la respiración de otros organismos como las microalgas, el zooplancton, el bentos y otras especies que habitan en el estanque, así como el oxígeno demandado por la descomposición de materia orgánica. El consumo de oxígeno tiende a incrementarse a lo largo de las diferentes etapas del ciclo de cultivo. En la primera etapa la respiración del camarón es despreciable comparada con la respiración del camarón en la fase previa a la cosecha. Al inicio del ciclo el consumo de oxígeno originado por la descomposición de la materia orgánica es despreciable, comparado con la fase final de la engorda cuando se está suministrando una cantidad considerable de materia orgánica a través del alimento.

En la práctica la aireación es un seguro, pues los aereadores superan la producción de oxígeno originada por la actividad atmosférica. Mientras que los aereadores pueden mantener los niveles de oxígeno en 5 ppm, la fotosíntesis puede superar los 12 ppm. El número de aereadores por hectárea, ó números de caballos de potencia por hectárea es una decisión que debe tomarse en base a la experiencia de la granja en su localidad, la

estación del año, y los niveles de biomasa que se vayan a alcanzar en la tercera sub-etapa del cultivo. En este sentido debe considerarse que los equipos de aireación también son equipos que facilitan la mezcla, por lo que tienen una influencia decisiva en la productividad del estanque y lo que es más importante, en la oxidación de la materia orgánica. Por esta razón en las granjas tienden a combinar los equipos de aireación de paletas con los turboaireadores, debido a que los primeros son más eficientes en la noche, no solo por su efectividad, sino por que no movilizan excesivamente la materia orgánica, sobre todo en estanques muy profundos.

Algunas granjas utilizan de manera combinada ambos tipos de aireadores en un número de 4 a 8 equipos por hectárea o su equivalente en caballos por hectárea de 8 a 20. La proporción de ambos equipos varía, siendo lo más común de 3 aireadores de paleta por 1 de turbina, hasta un máximo de uno de paleta por uno de turbina. La ubicación de los equipos dentro del estanque siempre obedecerá a los siguientes principios:

No generar las zonas muertas.

No provocar corrientes erosivas que desgasten los muros.

Evitar la acumulación o depositación de sedimentos en alguna parte del estanque.

La operación del sistema de aireación se basa en los siguientes criterios:

El criterio más objetivo será el de mantener los niveles de oxígeno durante las noches en niveles superiores de 5 ppm.

Otro criterio puede estar orientado a favorecer la productividad natural por mezcla y en su caso la mejor hora de operación será el día.

Si el propósito es facilitar la oxidación de la materia orgánica deberá preferirse el día.

11.5.2.7) Monitoreo de la Población y su Salud.

El monitoreo poblacional y sanitario es una actividad muy importante, pues nos permite conocer la evolución de los parámetros más importantes del cultivo, y que forman partes de las metas de producción, las cuales son: sobrevivencia, crecimiento y factor de conversión alimenticia. También nos permite predecir los rendimientos, las tallas de cosecha y las fechas en las que se pueden realizar las cosechas parciales ó la cosecha total. Por otra parte nos permite llevar un seguimiento del estado de salud del camarón, lo que nos permite prevenir enfermedades ó deficiencias nutricionales. El monitoreo se realiza a través de tres actividades complementarias, el muestreo poblacional, el muestreo biométrico y el muestreo de salud.

Muestreo Poblacional: Su propósito consiste en evaluar el tamaño de la población en el estanque y su densidad. Con estos datos se puede estimar la sobrevivencia (S) en cualquier tiempo dividiendo el número de camarones estimados entre el número de camarones sembrados y multiplicando el resultado por cien.

Muestreo Biométrico: consiste en estimar el tamaño promedio de los camarones en longitud y peso, así como la dispersión de tamaños. Con estos datos se puede calcular el crecimiento semanal (K), dividiendo el peso individual promedio entre el número de

días transcurridos desde la siembra y multiplicándolos por los siete días que tiene la semana, el resultado se expresa en gramos por semana.

Muestreo de Estado de Salud: su propósito consiste en conocer el estado de salud del camarón. Con los datos de este muestreo podemos conocer el vigor de los camarones, lo que nos da una idea de la calidad ambiental del estanque y del manejo de la engorda.

11.5.2.8) Dispersión de Tallas.

Nos indica qué tanto varían los datos con respecto a la talla promedio de los organismos. Esto se puede demostrar por medio de una tabla de distribución de frecuencias la cual nos permite conocer cuales son las tallas predominantes.

11.5.2.9) Evaluación del Crecimiento.

El crecimiento ó incremento de peso de los organismos en el lapso de tiempo transcurrido entre muestreos, se obtiene por la diferencia entre el peso promedio del muestreo realizado (P2) y el peso del muestreo anterior (P1). (BANCOMEXT, 1999)

$$\text{Crecimiento entre muestreos} = P2 - P1$$

El crecimiento diario se obtiene dividiendo el valor obtenido para el crecimiento entre muestreos, entre el número de días transcurridos entre ambos, el cual se calcula por la diferencia de tiempo del muestreo actual (T2) y el tiempo de muestreo anterior (T1).

$$\text{Crecimiento Diario} = (P2 - P1)/(T2 - T1)$$

El crecimiento semanal expresado por **K** se obtiene multiplicando el crecimiento diario por los siete días de la semana.

$$K = (\text{Crecimiento diario}) (7 \text{ días}).$$

11.5.3) Sub - Etapa TRES.

11.5.3.1) Engorda del Camarón desde 8 gramos hasta la Talla de Cosecha.

En esta sub-etapa, el camarón crece de la talla mínima comercial a talla de cosecha, durante este periodo el objetivo consiste en lograr que los organismos engorden de los 8 gramos hasta la talla de cosecha programada con un factor de conversión alimenticia mínimo. Para lograrlo los camarones tendrán que duplicar su peso a diferencia de las primeras sub-etapas en las que se trata de aumentar desde 4 hasta 100 veces su peso.

11.5.3.2) Alimentación de Engorda.

Algo que debe estar presente es que en esta sub-etapa, se debe manejar con extremo cuidado el factor de conversión, debido a que la biomasa en el estanque estará alcanzando sus niveles más elevados y al mismo tiempo, las cantidades de alimento que se aplican serán mayores. Por lo tanto debe garantizarse, que las raciones suministradas

sean aprovechadas al máximo y con el menor costo tanto desde el punto de vista económico, como ecológico. Debe considerarse que esta sub-etapa es la más crítica para mantener el equilibrio en los fondos y la columna del estanque. Durante esta sub-etapa, sin dejar de ser importante el aporte de elementos nutricionales a partir del alimento vivo presente en el estanque, es la ración ó pelletizado el componente fundamental de la dieta de los organismos. En esta parte de la engorda los organismos se pueden mantener, solamente si la densidad de cultivo es baja y se implementaran técnicas de inducción de zooplancton.

11.5.3.3) Comportamiento del Camarón.

De igual forma que en las partes anteriores es fundamental conocer el comportamiento de los camarones de estas tallas. Estos prefieren las partes profundas de los estanques y generalmente en los días de viento se congregan hacia la parte contraria del estanque donde choca el viento, su actividad responde a ciclo circadiano presentando menor actividad diurna, la cual depende de la especie, temperatura, turbidez, vientos y ciclos lunares, siendo más activos en las fases oscuras de la luna.

11.5.3.4) Selección del Alimento.

Durante esta etapa de la engorda, la selección del alimento es importante por el efecto que este puede tener en los fondos (Alimento amigable), ya que de ello dependerá la sustentabilidad de la granja. Para esta etapa, los niveles altos de proteína ya no son indispensables, por lo que se puede trabajar con niveles más bajos. A pesar de que algunos autores sugieren que se debe incrementar el nivel de proteína conforme se incrementa la biomasa de los estanques, la práctica actual muestra que el uso de niveles altos de proteína se practica solamente al arranque del ciclo, con una disminución gradual de ésta durante la engorda. Una contraindicación al uso de altos niveles de proteína en la parte final de la engorda, la constituye el costo del alimento y el riesgo de incrementar los compuestos nitrogenados en el estanque. Durante esta etapa además de cuidar el crecimiento, se debe poner mucha atención en el factor de conversión alimenticia, puesto que es el parámetro que va a amortiguar el efecto de los costos del alimento. La calidad del alimento está asociada con el precio, sin embargo, si el uso de alimentos más caros repercute en un factor de conversión alimentaria mejor ó en un mejor impacto ambiental, se pueden compensar los costos con los beneficios. Aunque el precio se asocia al nivel de proteína, un alimento amigable que permita una mayor digestibilidad y un menor efecto sobre la calidad del agua y los fondos, puede ser un alimento caro sin que contenga necesariamente niveles altos de proteína. Existen marcas de alimento que a pesar de tener los costos más altos, ha demostrado que garantizan más ampliamente sus resultados, ya que han sido bien elaborados, con ingredientes de alta calidad y parte de los costos que se pagan, se deben a que la empresa cuenta con tecnología y personal especializado. Para realizar una evaluación de los alimentos balanceados se deberán tomar en cuenta las siguientes características:

Tamaño: De acuerdo a la talla de los organismos, se debe seleccionar el tamaño del pelletizado adecuado según la presentación de la marca a utilizar. Se debe solicitar

información si no se tiene, acerca de los diferentes tamaños y presentaciones del alimento.

Apariencia Uniforme: Durante la revisión se deben muestrear algunos sacos al azar, para confirmar la uniformidad del peletizado, utilizando como criterio de uniformidad un porcentaje superior al 80 %.

Integridad Física: Durante el transporte del alimento desde la fábrica hasta la granja, el alimento pudo haber sido mal manejado, esto se puede corroborar mediante el mismo muestreo, estimando los porcentajes de finos.

Contenido de Lípidos y Proteínas: se debe manda a analizar periódicamente muestras del alimento del proveedor seleccionado para evaluar los niveles reales de lípidos y proteínas así como su calidad.

Humedad: no se debe permitir ningún lote de alimento que presente índices de humedad, esta prueba se puede realizar mediante el pesado de muestras de alimento al recibirlo y después de someterlo a un proceso de secado (horno).

Estabilidad en el Agua: Según los requerimientos, el alimento debe pasar la prueba de estabilidad de 2,4, y 6 horas.

Atractabilidad: Estas pruebas en laboratorio resultan muy laboriosas y requieren de equipo sofisticado, sin embargo, en campo se pueden hacer pruebas sencillas colocando camarones en recipientes con agua limpia, sometiéndolos a ayunos de 4 horas y colocando en el extremo contrario una ración del alimento. La atractabilidad se denotará por el grado de actividad que presenten los camarones y cuanto tiempo tarden en acelerarse.

Olor: Un problema de rancidez, es detectable de inmediato por medio del olfato, sin embargo ante la menor sospecha de un aroma que indique una posible contaminación con cualquier sustancia química, deberá suspender el uso del lote.

Racionamiento: Debe remarcarse que la práctica de aplicar cuatro raciones ó más con énfasis en los horarios de mayor actividad es la práctica que garantiza mejores factores de conversión alimenticia. Los horarios de alimentación siguen siendo un factor muy importante durante la etapa final de la engorda, ya que el comportamiento del camarón, y picos de alimentación deben ser considerados para eficientar el consumo.

11.5.3.5) Forma de Aplicación.

Como ya se mencionó en esta sub-etapa se debe cuidar con mayor énfasis el factor de conversión alimenticia, para ello además de optimizar las raciones y la frecuencia de alimentación, se debe utilizar un método de alimentación que permita reducir al máximo el factor de conversión. Esto se puede lograr aumentando el número de charolas de monitoreo del alimento, o bien utilizando comederos.

11.6) Pre – Cosecha.

Esta etapa tiene como objetivo realizar los preparativos para la cosecha tratando de tomar la mejor decisión sobre la fecha de cosecha y el método con que será realizada. En esta etapa se puede tomar la decisión de realizar cosechas parciales.

11.6.1) La Decisión de Cosechar.

En la etapa de pre-cosecha el estanque está listo para ser cosechado, pero la decisión del día de la cosecha depende de los criterios mencionados anteriormente. La importancia del momento radica en que la decisión de cosechar puede ser tomada ó bien puede optarse por prolongar la engorda. Esta incertidumbre no debe afectar los preparativos de la cosecha, ya que el grupo operativo debe estar prevenido para definir las fechas más adecuadas para la cosecha. Para ello se debe dar un seguimiento al proceso de la muda, al estado de las mareas y de las lluvias, ya que hay una interacción entre estos factores. El seguimiento del estadio de muda es muy importante pues durante la cosecha se debe mantener una alta calidad del producto para garantizar su valor.

11.6.2) Estadío de Muda.

El término ecdisis ó muda en los crustáceos puede definirse como un proceso cíclico caracterizado por liberaciones periódicas del exoesqueleto, que en términos comunes consiste en un cambio de cubierta exterior, a través de un encogimiento del camarón acompañado de la eliminación de agua ó de fluidos de los tejidos del cuerpo, provocando que se separe el tejido muscular del exoesqueleto culminando en la liberación del mismo. El proceso inicia con la separación de la matriz celular de los apéndices, comenzando en los pleópodos, posteriormente la separación en los pereiópodos y por último en los urópodos.

La muda para los crustáceos representa la posibilidad de llevar a cabo los procesos normales de crecimiento. Esto ocurre de forma cíclica cada vez que el organismo esta preparado para aumentar de talla y peso. El viejo exoesqueleto conocido como cáscara es liberada rápidamente y es producida una nueva capa quitinosa que tenderá a endurecerse hasta adquirir la consistencia y dureza del exoesqueleto anterior. Durante este proceso el cuerpo del camarón absorbe agua y la división celular se ve favorecida provocando el incremento de volumen y peso animal. (Vega, et.al., 2000)

En todos los crustáceos el crecimiento no es continuo y tiene lugar durante un periodo bastante corto e inmediato a la eliminación del exoesqueleto. El intervalo que separa dos mudas es conocido como **intermuda** y su duración es variable, dependiendo en primer lugar del tamaño del animal. Resulta entonces que cuando un animal es más joven muda con mayor frecuencia y el periodo de la intermuda es mas corto. Una vez pasada la intermuda, el tiempo en el cual el camarón se prepara para despojarse de su exoesqueleto se conoce como **premuda intermedia** y **premuda tardía**. De esta manera, en la premuda temprana apenas comienzan a aparecer señales en el camarón que anuncian que el proceso de la muda se esta llevando a cabo, mientras que en la premuda tardía hay otras señales que indican que la que la muda ya es inminente. Cuando el camarón sufre la muda pasa a otro estadio que se conoce como **postmuda**. En este el nuevo caparazón aun es blando y el camarón se dedica ahora a absorber agua, a producir nuevos tejidos y a crecer. Se considera que después de cada muda se puede observar un crecimiento en el tamaño de aproximadamente el 10% del tamaño original. (Vega, et.al., 2000)

11.6.2.1) Importancia de la Muda.

La importancia de la determinación del grado en que se encuentra el proceso de muda, radica en que a través de éste, podríamos tomar decisiones sobre el momento adecuado para realizar las cosechas ó la cosecha parcial, con el fin de evitar lo menos posible un deterioro del producto, lo que en un momento dado provocaría una pérdida de peso al incrementar su consumo de energía, así como también un reblandecimiento que facilita que el producto se maltrate y tenga una consistencia que no permita comercializarlo como camarón de primera.

Según (Villalón, 1994), se debe considerar que el ciclo de la muda del camarón, modifica su periodo alimenticio, con lo cual se podría disminuir ó aumentar el consumo de alimento. Basándose en experimentos, (Sarac, 1994) menciona que al liberarse de esta muda, los camarones dejan de alimentarse, utilizando las reservas de lípidos como fuente de energía. Esto es debido a que en la etapa inmediata de la muda los organismos presentan un cuerpo blando, lo que los hace presas fáciles. (Vega, et., al. 2000) menciona que se ha descubierto que en algunos estadios del ciclo de la muda el camarón deja de alimentarse. A este fenómeno se le conoce como “Ayuno Fisiológico” y entre otras cosas se debe a que en el proceso de despojarse del caparazón algunas estructuras como la boca, el esófago y parte del estómago dejan de ser funcionales, ya que estos órganos poseen una capa de quitina que también se desprende junto con el caparazón impidiendo que siga realizando sus funciones normales ya que quedan demasiados blandos.

Es importante determinar la frecuencia del momento de la muda, ya que esta nos puede ayudar en un momento dado a detectar cualquier problema, dado que no siempre el cuerpo blando de un camarón es indicativo del proceso de muda, sino también puede representar un problema de escasez de suficientes fuentes de alimentos, problemas nutricionales ó de salud. El punto más importante a considerar en la muda es determinar el momento de la cosecha, ya que es necesario conocer en qué momento los organismos son más resistentes al manejo, presentan la mejor calidad en textura de la carne, olor y sabor, lo que a su vez determina su valor en el mercado.

11.6.2.2) Factores que Intervienen en la Muda.

Siendo un proceso controlado hormonalmente, la muda de los camarones está sujeta a modificaciones de acuerdo a diversas variaciones siendo las más importantes: la edad, talla, temperatura, oxígeno disuelto, minerales, nivel de los estanques y cambios de salinidad.

Edad: La muda de los camarones se ve ligada directamente a la edad de los mismos, ya que de acuerdo a ella, los organismos más viejos presentan una menor frecuencia de muda, esto debido a que al llegar a adultos, los organismos utilizan la muda con fines de aumentar en volumen más que en tamaño.

Talla: Debido a que la talla se ve reflejada directamente en el crecimiento de los organismos y considerando que es una liberación del exoesqueleto, la talla de los mismos se ve incrementada en cada muda, por lo que, entre más joven sea el camarón, mayor será la frecuencia de muda.

Temperatura: Este factor ambiental es difícil de controlar en estanques de cultivo, por lo que es necesario llevar un monitoreo tomando mediciones frecuentes, dado que a altas temperaturas la frecuencia de muda se incrementa. (Wyban y Sweeney, 1991).

Oxígeno Disuelto: La eficiencia en la absorción de oxígeno disuelto, en los camarones, durante el periodo de muda es debido a que la matriz celular, se encuentra brindando protección al camarón por medio de un revestimiento de una capa de sales que formará el exoesqueleto evitando la eliminación de los fluidos corporales. Por lo tanto la absorción de oxígeno es más difícil, además de que los organismos prefieren enterrarse y su metabolismo disminuye.

Minerales: considerando que el exoesqueleto se encuentra compuesto de proteína, quitina y minerales, es necesario contar con una fuente adecuada de los mismos con el fin de favorecer el proceso de muda en los organismos, lo cual puede realizarse aportándoles una buena dieta. (Sarac, et al., 1994).

Nivel de agua en el Estanque de Cultivo: Durante el proceso de cosecha, un factor que puede inducir la muda es la forma en que se baja el volumen de agua en los estanques. Si este proceso no se realiza adecuadamente se puede provocar una muda prematura, sobretodo si los organismos se encuentran en proceso de premuda, lo cual perjudicaría la calidad del producto por textura blanda.

11.6.2.3) Clasificación de los Estadios de Muda.

Los estadios de muda pueden determinarse en base a diversos criterios que incluyen cambios externos en el color y la textura del exoesqueleto, cambios internos morfológicos asociados con el retiro de la epidermis de la cutícula y el crecimiento de nuevas setas. Se han determinado tres estadios de muda para *Penaeus paulensis*, que son conocidos con las letras A, B y C, en términos generales esta clasificación puede considerarse válida para *Penaeus vannamei*.

Estadio A: Corresponde a la etapa posterior a la muda ó ecdisis y por ello se le denomina también postmuda, inmediatamente después de que la muda ocurre, las cerdas de los apéndices se encuentran llenas de contenido celular, el contenido interno de la matriz celular presenta una pigmentación llena en la base de las setas, las cuales se observan como pelillos dándole una apariencia de plumas a las cerdas, en este estadio el organismo forma el nuevo exoesqueleto.

Estadio B: Corresponde al periodo de inter-muda, que es cuando el camarón tiene una consistencia dura y se encuentra unido estrechamente al exoesqueleto, lo cual permanece endurecido. Se caracteriza por presentar un espacio en blanco en la base de las setas provocado por una retracción de la matriz celular, dando inicio a la formación de un cono interno.

Estadio C: Corresponde a la etapa de premuda, durante esta etapa inicial el proceso de separación del organismo con respecto al exoesqueleto, durante esta etapa se presenta la formación completa de un cono interno en la base de las cerdas que están unidas a los apéndices, el exoesqueleto es mucho más duro y da inicio la retracción de la epidermis.

La duración del proceso de muda puede variar de 11 a 14 días para animales de 10 a 18 gramos, pero puede variar de acuerdo a la especie, la tasa de crecimiento y los parámetros ambientales.

11.6.3) Método de Cosechas Parciales.

Este método de cosecha, permite obtener de un solo estanque varias cosechas sucesivas a intervalos de tiempo variables. Es recomendable cuando la densidad de siembra es muy alta y las tasas de crecimiento empiezan a bajar debido a que la biomasa presente en el estanque es elevada y las condiciones para el crecimiento del camarón ya no son las óptimas. También son útiles para distribuir la oferta del producto desde las etapas tempranas del cultivo y obtener ingresos. Una cosecha parcial del 30 al 50 % de la población, puede actuar como un acelerador de crecimiento de los camarones que permanecen en el estanque, debido a que la disminución de la densidad, favorece las condiciones del estanque y disminuye el estrés de la sobrepoblación. EL procedimiento para llevar a cabo estas cosechas es el mismo que se sigue para una cosecha total, solo que se detiene la operación cuando se ha cosechado la biomasa requerida y se vuelven a subir los niveles de los estanques. Se continúa haciendo las evaluaciones de crecimiento (biometrías) semanales para determinar la fecha de la próxima cosecha.

11.7) Cosecha.

Esta etapa comienza en cuanto se ha tomado la decisión de cosechar el estanque, desde el inicio del ciclo hasta este momento se ha realizado un esfuerzo y una inversión importante. El propósito de esta etapa consiste en garantizar la más alta recuperación de la biomasa, con un excelente manejo que permita entregar el camarón con una alta calidad, ya que de ello depende el valor del producto. Para que las labores de la cosecha lleguen al éxito final de todo el proceso del cultivo, es importante que ésta sea planeada con anticipación para que los problemas que se puedan presentar sean minimizados.

11.8) Post - Cosecha.

Esta es la última etapa del ciclo de cultivo y tiene dos propósitos básicos, culminar con éxito el ciclo de cultivo y enlazar el ciclo que termina con el que sigue. Para ello se busca cumplir con cuatro actividades fundamentales: el seguimiento post-cosecha del producto, la limpieza del estanque, la sistematización de la experiencia del ciclo que termina y la planeación estratégica del siguiente ciclo. Se pretende terminar con una producción bien vendida, un estanque limpio y saneado, una experiencia acumulada y un programa de producción para el siguiente ciclo.

11.9) Estanques Intensivos.

Los cultivos intensificados, incluyendo a los que se realizan en estanques circulares se caracterizan por ser al menos bifásicos; es decir constan de dos fases: la fase de pre-engorda ó adaptativa y la fase de engorda ó de crecimiento terminal. Esto permite principalmente poder escalonar la producción y poder alcanzar por lo menos dos cosechas al año. (SEPESCA, 1994).

11.9.1) Abastecimiento de Postlarvas.

Las postlarvas deben ser adquiridas en laboratorios que garanticen la salud y calidad de las mismas, ya que ellas están sujetas a rigurosos programas profilácticos y un monitoreo constante de su estado de salud. Existen laboratorios en Baja California, Sonora, Sinaloa y Nayarit, así como en Tamaulipas y Tabasco. El precio promedio es de \$ 10.00 USD el millar. (SEPESCA, 1994).

Actualmente la tendencia en laboratorios de regiones como Hawaii, Texas y Carolina del Sur, es la de producir postlarvas SPF (Specific Pathogen Free) que son postlarvas de alta calidad sanitaria que mejoran la supervivencia, conversión alimenticia y producción, además de resultar en una distribución de tallas de una uniformidad todavía mayor, factores que se traducen en un valor más altos de las cosechas y mayor utilidad para el empresario acuicultor. (Wyban y Sweeney, 1993).

11.9.2) Preparación de los Estanques.

Con oportunidad los estanques de pre-engorda y posteriormente los de engorda habrán de prepararse para recibir nuevamente organismos. Esta preparación consiste en un conjunto de acciones que incluye:

El llenado y vaciado del estanque (2 veces), con lo cual se desprenden y eliminan residuos no deseables de los forros.

Llenado y agitación mecánica para elevar el nivel de oxígeno previo a la siembra.

Esta es una actividad importante en la que se previene la presencia de depredadores y competidores y se mantiene una buena calidad del agua. Los estanques circulares por su diseño, evitan la reducción anaeróbica de materia orgánica del fondo lo que reduce sustancialmente los procedimientos de mantenimiento respectivos. Los estanques de pre-engorda se llenan 50 cm. para la siembra, con el fin de reducir el shock mecánico y observar el comportamiento de las postlarvas. El nivel se incrementa paulatinamente conforme se desarrollan las poblaciones de microalgas (fitoplancton) y avanza el cultivo. (SEPESCA, 1994).

11.9.3) Aclimatación y Pesca.

Las postlarvas son transportadas en bolsas de polietileno con agua y oxígeno puro, ó bien transportadores plásticos ó de fibra de vidrio con inyección de aire y en agua con baja temperatura (16-18°C) lo cual induce una reducción metabólica y consecuentemente un consumo menor de oxígeno. Una vez en la granja son aclimatadas previamente a su siembra en los estanques de pre-engorda. Una vez homogenizado el ambiente de la bolsa con el tanque receptor, básicamente en términos de salinidad y temperatura se procede a liberar los organismos, como se muestra en el siguiente diagrama. (SEPESCA, 1994).

Transporte de Organismo empacados a 16-18°C.



Colocación de las bolsas de postlarvas flotando en el estanque de pre-engorda.



Medición de los parámetros (T °C, S %) del agua del estanque y de las bolsas.



Intercambio de agua del estanque y las bolsas.



Liberación gradual de las postlarvas, dejándolas que naden libremente fuera de las bolsas.



Separación de los organismos muertos y determinación del porcentaje de supervivencia en el transporte y siembra.

En el cultivo intensivo de camarón se manejan altas densidades de siembra. La producción se puede mejorar usando una profundidad mayor a la normal de 0.9 m, de acuerdo con experiencias obtenidas en Taiwán. (Chen et al., 1989) y con el uso de aireadores nocturnos aunados a un recambio diario de agua entre el 25-45% del volumen.

Bajo estas condiciones es razonable sembrar los estanques de pre-engorda con 500 postlarvas por metro cuadrado, dado que reportan cifras probadas comercialmente de hasta 1,000 Pl's /m² en esta fase. (Wyban y Sweeney., 1989). Bajo esta densidad los organismos alcanzan en condiciones normales de 1.0 a 1.5 g en 4 a 6 semanas. En esta etapa la mortalidad se estima en un 30% y la densidad final se establece en 350 juveniles/m², lo cual implica un promedio de 350 g/m². Por lo que respecta en la densidad de siembra en la fase de engorda, esta es mucho más baja en cuanto al número de individuos, fluctuando entre 45 y 100 organismos por metro cuadrado. En este sentido, es recomendable iniciar el proyecto con el límite inferior, gradualmente aumentando a medida que se adquiere experiencia en el manejo. (SEPESCA, 1994).

11.9.4) Alimentos y Alimentación.

En la fase de pre-engorda donde los organismos se adaptan a las condiciones del estanque, las cuales difieren del ambiente empleado en sus primeras etapas de vida en el laboratorio, principalmente en lo que respecta a la disponibilidad y tipo de alimento, así como la dinámica del agua. En los laboratorios, los estanques de producción larval son alimentados básicamente con alimento vivo en suspensión, mientras que al llegar a los estanques de pre-engorda, su alimentación se basa en alimentos formulados inertes que se precipitan al fondo del estanque. La alimentación en esta etapa se caracteriza por un alto contenido de proteína de origen animal y elevado contenido energético, además de que el tamaño de partícula es considerablemente menor que el del alimento de engorda. Las siguientes tablas incluyen ejemplos de composición y análisis proximales típicos de dietas para camarón en las diferentes etapas del cultivo. (SEPESCA, 1994)

Cuadro No. 11.8: Composición nutricional recomendada del alimento para camarón.

Nutrientes (%)	Tamaño del	Tamaño del	Tamaño del
----------------	------------	------------	------------

	camarón 0-3 g.	camarón 3-15 g.	camarón 15-40 g.
Proteína - mínimo	40.0	38.0	36.0
Lípidos –mínimo.	6.2	5.8	5.5
Lípidos – máximo.	7.2	6.8	6.5
Fibra – máximo.	3.0	4.0	4.0
Cenizas – máximo.	15.0	15.0	15.0
Calcio – máximo.	2.3	2.3	2.3
Fósforo disponible	0.8	0.8	0.8
mínimo			
Potasio – mínimo.	0.9	0.9	0.9
Lisina – mínimo.	2.12	2.01	1.91
Arginina – mínimo.	2.32	2.20	2.09
Treonina – mínimo.	1.44	1.37	1.30
Metionina –	0.96	0.91	0.86
mínimo.			
Metionina/Cistina –	1.44	1.37	1.30
mínimo.			
Fosfolípidos –	1.0	1.0	1.0
mínimo.			
Colesterol –	0.35	0.30	0.25
mínimo			
20:5n3 – mínimo.	0.4	0.4	0.4
22:6n3 – mínimo.	0.4	0.4	0.4

Fuente: SEPESCA, 1994.

Cuadro No.11.9: Niveles de aminoácidos recomendados en alimentos para camarón.

Aminoácidos.	Nivel de Proteína.			
		36	38	40
Arginina.	5.8	2.09	2.20	2.32
Histidina.	2.1	0.76	0.80	0.84
Izó leucina.	3.5	1.26	1.33	1.40
Leusina.	5.4	1.94	2.05	2.16
Lisina.	5.3	1.91	2.01	2.12
Metionina.	2.4	0.86	0.91	0.96
Metionina + Cistina.	3.5	1.30	1.37	1.44
Fenilalanina.	4.0	1.44	1.52	1.60
Fenilalanina + Tirosina.	7.1	2.57	2.70	2.84
Treonina.	3.6	1.30	1.37	1.44
Triptófano.	0.8	0.29	0.30	0.32
Valina.	4.0	1.44	1.52	1.60

Fuente: SEPESCA, 1994

La cantidad de alimento a suministrar es una función del peso promedio de los organismos en cultivo. Es importante mencionar que si la ración diaria es dividida en varias sub-rationes de alimentación, el aprovechamiento del alimento mejora

substantialmente, por lo que es recomendable alimentar hasta cuatro veces al día. El alimento es proporcionado de acuerdo al esquema que se presenta en la siguiente tabla. (SEPESCA, 1994)

Cuadro No. 11.10: Tabla empleada para el cultivo de camarón.

Días después de la Siembra.	Peso Promedio Individual.	Alimento/día (%)	Raciones / día	Tamaño de partícula. (mm)
0 - 10	0.15 - 0.25	20	4	1
11 - 20	0.25 - 0.5	15	4	1
21 - 35	0.5 - 1.0	8	4	1.5
36 - 40	1.0 - 2.0	7	4	1.5
41 - 50	2.0 - 6.0	5.5	5	1.5
51 - 70	6.0 - 8.0	4.5	5	1.5 - 2.5
71 - 85	8.0 - 10.0	3.8	5	3.2
86 - 95	10.0 - 12.0	3.2	5	3.2
96 - 105	12.0 - 15.0	2.9	5 - 6	-
106 - 115	15.0 - 17.0	2.5	5 - 6	-
116 - 125	17.0 - 19.0	2.3	5 - 6	-

Fuente: SEPESCA, 1994.

Para el cálculo de la cantidad de alimento diario a suministrar en un estanque de pre-engorda se utiliza la siguiente formula:

$$\text{CAD} = (\text{Wp}) (\text{N}) (\text{Pa})$$

En donde:

CAD = Cantidad de Alimento Diaria (Kg.)

Wp = Peso Promedio de los Organismos.

N = Número total de organismos en el estanque.

Pa = Porcentaje de alimento a proporcionar de acuerdo al peso (de la tabla anterior).

Las sub-rationes aplicadas al boleo (manualmente), distribuyendo el alimento en la forma más homogénea posible en cada estanque. Es importante alimenta con suficiencia a los organismos, como importante es el no sobrealimentarlos, pues la salud del estanque puede deteriorarse con el exceso de materia orgánica en descomposición. (SEPESCA, 1994).

11.9.5) Control de Calidad del Agua.

Las herramientas prácticas de control ambiental son, como ya se han mencionado, los recambios de agua y la oxigenación por medio del movimiento de agua ó la inyección de aire. La calidad del agua no solo está influenciada por la cantidad el cultivo y las fluctuaciones ambientales, sino que de una manera importante, también por el suelo del estanque en caso de ser éste un estanque con tierra. (SEPESCA, 1994).

11.9.6) Aireación.

La aireación ó adición de aire al agua por medios artificiales es una herramienta importante en los sistemas intensivos de cultivo de camarón, ya que los riesgos de abatimiento de oxígeno disuelto se incrementan proporcionalmente con la densidad de organismos. Existen dos tipos de aireación: la agitación mecánica del agua y la inyección de aire ú oxígeno al agua. En el caso de la fase de pre-engorda, dada la fragilidad de los organismos en esta etapa, es recomendable el uso de inyección de aire por medio de sopladores de turbina. (SEPESCA, 1994).

11.9.7) Transferencia de Pre-engorda a Engorda.

Bajo condiciones adecuadas, la etapa de pre-engorda dura de 30 a 45 días, al término de los cuales, el peso promedio de los organismos alcanza 1.0 g. En esta etapa del cultivo es muy importante transferir a los camarones a los estanques de engorda. El diseño de las unidades de producción a base de estanques circulares, ofrece la facilidad de interconectar ambos estanques por ductos y válvulas de paso, de tal manera que la transferencia se realiza preferentemente por la noche, empleando la siguiente rutina:

Los estanques de engorda se preparan con agua nueva al 50% de la profundidad operativa normal.

Se baja el nivel de los estanques de pre-engorda al 50%.

Se retira el monje del estanque de pre-engorda y se abre gradualmente la válvula de paso entre ambos tanques.

La operación se hace más eficiente con la concentración de los organismos por medio de chinchorros y la adición de agua fresca en pre-engorda.

Una vez transferidos se eleva el nivel del estanque de engorda gradualmente a su nivel operativo normal.

(SEPESCA, 1994).

11.9.8) Seguimiento Poblacional.

Es claro que el objetivo de un cultivo intensivo es producir más biomasa comercializable en el mínimo espacio posible y en el menor tiempo. En este marco y al igual que en cualquier otra actividad zootécnica, es muy importante dar seguimiento a la población en cultivo en términos del número de organismos, su peso y su talla. Por ello se han diseñado estrategias de muestreo, que son hoy una práctica común en todas las granjas Camaronícolas, independientemente del tipo de cultivo que se emplee. (SEPESCA, 1994).

11.9.9) Cosecha.

El fin de ciclo de producción trae consigo la cosecha de los camarones, que como consecuencia de un buen manejo habrá alcanzado la talla meta programada. El procedimiento se inicia en realidad 24 horas antes de la colecta de los camarones, con la suspensión de la alimentación para propiciar el vaciado del tracto digestivo de los animales, lo cual dará mejor apariencia al producto. En virtud de que el producto de

drenaje conduce a la caja de cosecha, esta operación es rápida y fácil en estanques circulares. Al quitar el tubo controlador del nivel, el estanque drena y los camarones caen en la caja de cosecha, donde se cosechan y donde son transferidos preferentemente a transportadores con agua dulce con hielo, ya que durante la cosecha los camarones pierden agua y por lo tanto peso, de tal suerte que el agua dulce por algunas horas rehidrata la carne y su consistencia mejora y se gana peso, antes de que el producto sea comercializado. (SEPESCA, 1994).

XII) Enfermedades.

Por al menos ya unos 20 años se ha aceptado que las enfermedades en animales generalmente resultan de una recombinación de factores, incluyendo un huésped susceptible, en un ambiente hostil ó estresante, y en la presencia del agente patógeno.

Una enfermedad infecciosa no es solo causada por la presencia de bacterias ó virus. De hecho la presencia de estos no necesariamente significa que el animal esta enfermo ó sufriendo de una enfermedad. Muchas enfermedades de camarones y peces son una combinación de condiciones ambientales malas, que pueden dañar al animal ó reducir su capacidad para combatir la enfermedad. En condiciones naturales los animales muchas veces resisten bien a los patógenos, pero una vez en condiciones de altas densidades y hacinamiento en las instalaciones de cultivo, el nivel de estrés aumenta y se puede desarrollar la enfermedad. (Jory, 2001)

12.1) Diagnóstico.

El diagnóstico es un paso fundamental en el proceso de solución de un problema realizado por profesionales. En una situación particular, “el hacer un diagnostico” sugiere que el observador ha encontrado similitudes entre el problema presente y alguna enfermedad descrita previamente, de la especie bajo consideración. Un diagnostico no necesariamente significa que la causa (etiología) del problema es conocida ó ha sido identificada en el caso presente. Un diagnóstico suficientemente completo puede alcanzarse con la demostración de una anormalidad ó con la presencia de un agente específico. Un ejemplo de esto podría ser un camarón moribundo que se encuentre fuertemente infectado de microsporidia. En un caso como este, un gran número de parásitos son fácilmente observables utilizando microscopía rutinaria, y el encontrar abundancia de estos parásitos podría ser una buena razón para explicar el por qué el animal está moribundo.

Un diagnóstico de microsporidia puede ser hecho rápidamente. Sin embargo, hay que considerar la situación en donde la microsporidia proviene del tejido muscular, el animal tiene *Baculovirus penaei* (BP) polihedra y existen granulomas múltiples y atrofia generalizada del hepatopáncreas, de tal manera que se requiere de la experiencia de un experto para obtener un diagnóstico confiable. Los estudios en México sobre las enfermedades de los camarones en granja son recientes, en especial las enfermedades virales. Existen 30 virus conocidos, de los cuales a cuatro se les reconoce por tener un marcado impacto negativo en los laboratorios y granjas de camarón, siendo estos: BP (*Baculovirus penaei*), IHHNV (*Infectious Hypodemic and Hematopopietic Necrosis Virus*), HPV (*Hepatopancratic Virus*), TSV (*Taura Syndrome Virus*), y WSSV (*White Spot Syndrome Virus*). No obstante siguen otros virus en proceso de evaluación como Yellow Head Virus (YHV), Reo-Like Virus (REO-III), y Lymphoid Organ Vacuolization Virus Disease (LOVV), que también afectan a los camarones peneidos: *Litopenaeus vannamei*; *L. stylirostris*; *F. duorarum*; *F. aztecus* entre otros que se producen en México. (Rodríguez, et. al, 2001).

12.2) Enfermedades causadas por Virus.

Los virus que afectan a las especies de camarones peneidos producen lesiones generalizadas en distintos órganos y pueden llegar a ocasionar mortalidades hasta del 100%, generando además graves daños al ecosistema y las poblaciones silvestres de crustáceos. (Vicente y Molina, 2002)

12.2.1) Virus del Síndrome de Taura.

Este virus del tipo ssRNA afecta principalmente a peneidos juveniles de entre 0.1 – 0.5 gramos de peso. La enfermedad puede presentarse de manera aguda ó crónica. Los síntomas de la fase aguda son: expansión de cromatóforos rojos y necrosis epitelial en apéndices; mientras que los organismos de fase crónica pueden exhibir lesiones cuniculares y expansión de los cromatóforos rojos. Los ejemplares que sobreviven son portadores y pueden transmitir horizontal y verticalmente la enfermedad. En los estados de Sonora, Sinaloa, Chiapas y Guerrero se han reportado brotes de la enfermedad con pérdidas de hasta el 100%. (Rodríguez, et. al, 2001).

La enfermedad del síndrome de Taura tiene tres fases diferentes: la aguda, la transitoria y la crónica, las cuales se pueden distinguir a primera vista y clínicamente.

En la fase aguda el camarón: puede revelar inapetencia y pasar rápidamente al estado moribundo para dejarse arrastrar hacia los bordes del estanque o a la superficie, con lo cual consigue atraer un gran número de aves marinas (gaviotas, golondrinas de mar, cuervos de mar, garzas, etc.) durante epizootias graves; también puede tornarse de color rojizo a causa de la expansión de los cromatóforos rojos; presenta generalmente un caparazón blando y el intestino vacío; a menudo se encuentra en la última etapa del ciclo de muda (etapa “D”), y puede morir durante la ecdisis; puede presentar necrosis multifocal del epitelio cuticular, la cual puede ser observada al inspeccionar minuciosamente el epitelio cuticular en apéndices delgados (como por ejemplo, en los bordes de los urópodos o los pleópodos) utilizando una lupa de mano de potencia 10x.

En la fase transitoria el camarón ha sobrevivido a la fase aguda y puede presentar: lesiones cuticulares melanizadas, espaciadas, múltiples y de forma irregular; cutícula blanda y expansión de los cromatóforos rojos; comportamiento de nado y de alimentación normales.

En la fase crónica: después de mudar, el camarón que se encontraba en la fase de transición pasa a la etapa crónica. Una vez en la etapa crónica ya no se observan síntomas clínicos patentes. (O.I.E., 2000)

12.2.2) Virus de la Cabeza Amarilla.

El virus de la Cabeza Amarilla (YHV) aparece por primera vez en Tailandia en 1990, se sospechaba que era un problema de químicos o pesticidas, incluso de parásitos, tardaron dos años en diagnosticarlo, causando serias pérdidas durante los tres primeros años, posteriormente fue difícil de evaluar las pérdidas por YHV debido a la aparición del problema del virus de la Mancha Blanca. (Alday, 2000)

Es un virus de tipo ssRNA que afecta principalmente peneidos juveniles y subadultos de 5 a 15 gramos de peso. En las especies de *L. vannamei*, *L. stylirostris*, *F. aztecus*, *F. duorarum* y *p. monodon*. Si bien este virus puede estar presente en la población de manera latente y asintomática. El YHV se transmite verticalmente, acumulándose en la ampolla seminal. El animal enfermo de YHV, inicialmente aumenta su consumo de alimento para después disminuirlo conforme avanza la enfermedad, provocando un declive de sus condiciones, y entonces la muerte, a menudo del estanque entero. El cuerpo presenta una palidez generalizada, el cefalotórax se hincha y adquiere una tonalidad amarillenta igual que el hepatopáncreas, las branquias se tornan parduscas ó de un color amarillo blanquecino. La coloración amarilla del cefalotórax no siempre se presenta en los camarones infestados por YHV. Es importante señalar que este virus afecta frecuentemente la producción de este crustáceo en Asia, ocasionando grandes pérdidas, pero afortunadamente no se ha registrado aún en México. (Rodríguez, et. al, 2001).

12.2.3) Síndrome del Virus de la Mancha Blanca.

El virus de la mancha blanca es originario de la zona sur del centro de Asia (principalmente China y Tailandia), siendo descrita por primera vez a principios de la década de los noventa. En menos de diez años se extendió por todo el mundo afectando poblaciones de Europa y Suramérica, causando solo en esta última zona pérdidas superiores a los 5 millones de dólares estadounidenses. (Vicente y Molina, 2002)

Este es un virus del tipo dsDNA que afecta a una amplia variedad de peneidos y crustáceos en todos sus estados de vida. Si bien este virus puede estar en la población de manera asintomática, cuando la enfermedad se desarrolla se observa letargo, reducción en la tasa de alimentación, decoloración de hepatopáncreas y manchas blancas de 0.5 a 2 mm en la cutícula. Puede causar mortalidades hasta de un 100% en 3 – 10 días. El WSSV se transmite horizontalmente y no tiene transmisión vertical del reproductor al interior del huevo a diferencia del IHNV y TSV. Otra forma de transmisión de la enfermedad es a través del canibalismo de animales moribundos ó muertos y de las

mudas de animales infectados ó por la ingesta de partículas virales libres. Según la recopilación de datos de (Rodríguez, et. al, 2001), se han determinado tres diferentes formas de manifestación del WSSV comparando *P. monodon* y *P. indicus*, siendo estas epidemia I, II y III. En el tipo de Epidemia I (aguda), la severidad del nivel del tejido de infección fue de moderado a alto, mortalidades significativas dentro de 7 a 10 días y el camarón afectado tuvo prominentes manchas blancas en el cefalotórax como el principal signo clínico. En un tipo de Epidemia II (peracute), la severidad del nivel del tejido de la infección fue muy alta y las mortalidades masivas ocurrieron dentro de 2 a 3 días. La epidemia III (crónica), la severidad del nivel del tejido de la infección fue bajo, manchas blancas y enrojecimiento estuvieron ausentes y las mortalidades masivas ocurrieron de 15 a 28 días. La forma de Epidemia II fue más común en juveniles, mientras que la forma aguda ó subaguda y crónica fueron comunes en adultos y subadultos. Como medida de prevención es recomendada a las empacadoras estar alejadas de las camaronerías de su origen del agua. Esta enfermedad es inactivada con hipoclorito de sodio a 5 ppm durante 30 minutos. El yodo lo inactiva con 10 ppm durante 30 minutos ó CLNA 12.5% en 24 horas a 25°C. La medida más importante es que los animales que ingresen a la granja estén libres de la enfermedad del punto blanco, para ellos hay que examinarlos con PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa). (Rodríguez, et. al, 2001)

12.2.4) Virus de la Necrosis Infecciosa Hipodermal y Hematopoyética (IHNNV)

Es un virus de tipo ssDNA que afecta a postlarvas y juveniles de peneidos. Cuando la enfermedad se desarrolla, externamente se observa disminución en la tasa de consumo de alimento, canibalismo y cambio en el comportamiento e internamente la musculatura se encuentra anormalmente opaca. Las infecciones naturales se observan en *Litopenaeus stylirostris*, *L. vannamei* principalmente. En *L. stylirostris* la enfermedad aguda causa altas mortalidades en los juveniles y pueden infectar verticalmente larvas y postlarvas tempranas que no se encuentren enfermas. Los signos de esta enfermedad pueden ser observados seguidos de mortalidades masivas. En infecciones horizontales atacan a los juveniles, el periodo de incubación y la severidad de la enfermedad está en función de la edad y/o tamaño del animal, los juveniles son los más severamente afectados. Los camarones de esta especie muestran una marcada reducción en el consumo de alimento, seguido de cambios en el comportamiento y apariencia; se observan en la superficie de los estanques del cultivo al amanecer aunado a una movilidad lenta y se van a pique lentamente (con el vientre hacia arriba) al fondo del estanque. Los camarones presentan este comportamiento y repiten el proceso por varias horas hasta que se debilitan y no pueden continuar, ó hasta que son atacados por los organismos que estén sanos. Los camarones presentan puntos blanquecinos en la epidermis cuticular, especialmente en el abdomen con los cuales le dan una apariencia moteada. En los camarones de la especie *L. vannamei*, es típicamente una enfermedad crónica. El Síndrome de Deformidad y Enanismo (RDS) en estas especies ha sido relacionado con la IHNNV; muestran deformidad en el rostro, moviendo la antena como si fuera un flagelo, arrugamiento cuticular y otras deformidades cuniculares. Puede causar un 90% de mortalidad y los ejemplares que sobreviven son portadores y pueden transmitirla horizontalmente y verticalmente; en México se encuentra ampliamente distribuida. (Rodríguez, et. al, 2001).

12.2.5) Baculovirus Polihedrosis Nuclear.

El BP puede causar varias epizootias en organismos en estado de larva, postlarva y/o juveniles de las especies de *L. vannamei*, *P. penicillatus*, *P. paulensis* y *P. subtilis*. En los criaderos las epizootias BP son agudas con altas tasas de mortalidad, alcanzando hasta el 90% de severidad en las poblaciones afectadas. (Rodríguez, et. al, 2001).

12.3) Enfermedades Causadas por Bacterias.

La presencia de alimento, excrementos y otros restos en los estanques de cultivo favorecen la proliferación de poblaciones bacterianas que pueden producir enfermedades. Las enfermedades bacterianas más conocidas son las que se producen en los peneidos, suelen afectar a la sangre y otros humores corporales, manifestándose por la presencia de unos cuerpos opacos producidos por una coagulación lenta ó por falta de coagulación. Como síntomas generales aparece una deficiencia en la capacidad de coagulación de la sangre y la decoloración de cierto tipo de tejido corporal. (Vicente y Molina, 2002)

12.3.1.) Vibriosis.

Es también llamada Síndrome de la Gaviota, es causada por *Vibrio sp.*, y todas las especies de camarones peneidos cultivadas son susceptibles bajo condiciones de estrés. Hay altas mortalidades particularmente en postlarvas y juveniles jóvenes; los camarones nada en la superficie y a las orillas del estanque. (Rodríguez, et. al, 2001). Es una enfermedad causada por bacterias marinas pertenecientes al género *Vibrio*, que normalmente se encuentran en zonas estuarinas asociadas a altas temperaturas del agua. Afectan a peces, moluscos y crustáceos en todos sus estadios de desarrollo cuando estos se encuentran bajo condiciones nutricionales o medioambientales adversas. En México es la enfermedad bacteriana que mayor impacto causa en la acuicultura. Dentro de los agentes causales más importantes se encuentran *V. harvey*, *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. anguillarum* y *V. peneicida*. (Anónimo, 2003)

12.3.2) Necrosis Hepatopancreática.

La bacteria que causa la Necrosis Hepatopancreática (NHP) se ha determinado recientemente, y la bacteria representa un nuevo género de *Alpha proteobacteria*. Esta enfermedad ha sido reconocida en *L. vannamei*, *F. aztecus*, *L. setiferus*, *L. stylirostris*, los signos graves mostrados en organismos afectados incluyen combinaciones de todos los siguientes: anorexia, crecimiento reducido, suavidad de los caparazones y flacidez del cuerpo. Branquias oscuras, letargo y una marcada atrofia del hepatopancreas. (Rodríguez, et. al, 2001).

12.3.3) Micobacteriosis.

La Micobacteriosis (*Mycobacterium spp.*) es la tuberculosis del camarón y los signos mostrados en los camarones incluyen, áreas multifocales melanizadas en los tejidos

(músculos, ovarios, corazón, branquias, etc.) ó lesiones irregulares melanizadas en ó sobre la cutícula. (Rodríguez, et. al, 2001).

12.4) Enfermedades Causadas por Hongos.

Las enfermedades que se pueden considerar como las de mayor importancia en los crustáceos son aquellas que tienen un origen fúngico, con innumerables grupos de hongos que aparecen como responsables de las mismas. Suelen ser infecciones muy difíciles de tratar y tienen su origen en el alimento, el agua del cultivo, el aire suministrado ó provenir de los equipos utilizados. Pueden infectar a los huevos, larvas, postlarvas y adultos en cada uno de las etapas de su ciclo biológico. Es por ello muy importante conocer los mecanismos y ciclos de vida de los hongos. (Vicente y Molina, 2002)

12.4.1) Micosis Larval.

Es causada por hongos ficomicetos *Lagenidium spp.* (Se encuentra comúnmente con *L. callinectes*) y *Sirolopidium spp.* Todas las especies de peneidos son afectadas por la enfermedad, causando mortalidades en los estadios larvarios. (Rodríguez, et. al, 2001)

12.4.2) Fusiarosis.

Esta es la enfermedad de las branquias negras, causada por el hongo *Fusarium solani*. Los ficomicetos *Atkinsiella dubia* y *Haliphthoros spp.* son patógenos raros de peneidos, pero se han asociado con lesiones en las branquias y cuniculares que algunas veces son parecidas a las que causa *Fusarium*, causando lesiones melanizadas expansivas, con frecuencia de color rojo, necróticas; los subadultos y adultos que carecen de apéndices en la cabeza ó cola, que en inspecciones minuciosas revelan estos signos. (Rodríguez, et. al, 2001).

12.5) Funciones patofisiológicas de las enfermedades/síndromes de los camarones peneidos.

Cuadro No. 12.1: Funciones patofisiológicas de las enfermedades/síndromes de los camarones peneidos.

Órgano.	Enfermedad/Síndrome	Carac. Órganos Afectados	Síntomas
Músculo Estriado Abdominal	Enfermedad algodonosa, vibriosis y oxígeno bajo. Acalambamiento muscular. Necrosis muscular. Astillas Negras.	Opacidad difusa Flexado rígidamente Opacidad moteada Lesiones marrones a negras en el músculo abdominal.	Débil ó letárgico: muerte. Deterioro muscular: muerte Deterioro muscular Ninguno, pero perdida del valor del

Cutícula Exoesquelética del cuerpo y cola	Enfermedad de las manchas negras. Fusariosis.	Erosiones negras sobre la cutícula Nódulo negruzco sobre la cutícula Apariencia sucia	producto. Disminución del valor del producto. Muerte.
	Enfermedad por epicomensales infestantes. SVT. Enfermedad Algodonosa. Subalimentación	Cutícula blanda Coloración oscura.	Se perjudica la muda.
Intestino Anterior (estómago y esófago)	Depósitos negros en estómagos de larvas.	Intestino anterior vacío. Masas negras en tractos digestivos.	Muerte. Sin mudas Crecimiento reducido Desconocido
Branquias	Enfermedad epicomensales infestantes. Enfermedad de las branquias negras.	Decoloración de las branquias de blanco a amarillo Decoloración negruzca moteada de las branquias	Perdida de funciones respiratorias. Pérdida de funciones respiratoria. Desconocida Muerte
	IHHNV Vibriosis	Ninguna Nódulos negros diminutos dentro de la lamella branquial	
Corazón	Vibriosis (sistémica)	Áreas opacas diminutas en el corazón	Falla del corazón
	IHHNV	Ninguna	Ninguna
Hepatopáncreas	Baculovirus peneal HPV	Ninguna	Varía desde nada a la muerte
	Vibriosis	Ninguna	Desconocida
	Hepatopancreatitis necrotizante.	Órgano encogido, coloración negruzca Órgano encogido, coloración negruzca Órgano encogido.	Crecimiento reducido, muerte Crecimiento reducido, muerte
	Subalimentación		Crecimiento reducido
Órgano Linfoide	Vibriosis	Disminución en el órgano, manchas negras.	Desconocido.
	RPS	Tamaño aumentado del órgano	Desconocido

	LOVV	Tamaño aumentado del órgano.	Desconocido
Intestino Medio	Enteritis hemocítica Gragarinas	Intestino opaco, grueso. Variable.	Crecimiento reducido, muerte Crecimiento reducido
Testículos	Enfermedad de los espermatozoides negros.	Espermatóforo negro y decoloración del tracto reproductivo.	Fertilización disminuida.
Cordón nervioso ventral	IHHNV	Ninguna	Crecimiento reducido.

Fuente: Brock J, and K.L. Main, 1995

12.6) Consideraciones Generales de Bioseguridad.

La bioseguridad puede ser definida como la suma de todos los procedimientos en sitio para proteger a los animales en cultivo (camarones, peces, otros) y prevenir que contraigan, porten y transmitan otras enfermedades y otras condiciones de salud indeseables. La presencia de un patógeno es una causa necesaria, pero no siempre suficiente para que el animal muera. Es posible que una población de animales bajo cultivo tenga algunos pocos individuos infectados, y que la enfermedad no explote al resto de la población. (Jory, 2001)

Según (Jory, 2001) una combinación de factores dentro del estanque es lo que determina el resultado de una infección, y si esta infección se manifiesta como crónica ó aguda dentro de la población afectada. Estos factores son:

El estado general de salud de los camarones.

La carga de patógenos en el estanque (viriones, bacterias y otros, más los portadores naturales que están infectados y que pueden ser asintomáticos)

La prevalencia de animales infectados.

El número potencial de vectores en el estanque.

Cambios en la calidad de agua del estanque u otros detonantes ambientales que puedan estresar a los camarones.

Efectos de densidad sobre el canibalismo.

12.7) Relevancia del Estrés.

El estrés es el asesino numero uno del camarón del cultivo. Algunos de sus efectos pueden ser controlados, como los bajos niveles de oxígeno, alta carga de algas, cambio repentino en la temperatura entre otros factores. Muchos efectos que no pueden ser manejados son el resultado de eventos naturales ó el mal manejo de pesticidas. Frecuentemente, cuando los medios que influyen en el desarrollo del estrés no son

observados, estos contribuyen a incrementar la susceptibilidad de alentar infecciones con múltiples patógenos dando como resultado mortalidades crónicas. (*Newman, 2000)

12.7.1) Relación entre el Animal, el Medio Ambiente (estrés) y Agentes Patógenos.

Una enfermedad es cualquier anormalidad en la estructura ó función del animal. Esto significa que las enfermedades no solo son infecciones, sino que también incluyen problemas de origen ambiental y/o nutricional. Esta aclaración se hace porque muchas veces el termino enfermedad se usa solo para describir problemas de infecciones. En condiciones naturales los animales muchas veces resisten bien a los patógenos, pero una vez en condiciones de altas densidades y hacinamiento en las instalaciones de cultivo, el nivel de estrés aumenta y se puede desarrollar la enfermedad. Un componente absolutamente crítico en el control y manejo de enfermedades en estanques camaroneros es el evitar el estrés a los animales, porque esto causar una susceptibilidad más grande a la enfermedad. (Jory, 2001)

Según (Jory, 2001) una epidemia seria se puede evitar aun cuando un estanque ó una población de camarones sean positivos, si se minimiza el estrés a los camarones y se optimiza la calidad de agua y los aportes nutricionales. Los siguientes eventos han sido identificados como causantes de estrés a camarones y pueden causar una susceptibilidad mayor a la enfermedad:

Niveles bajos de oxígeno disuelto.

Valores extremos de pH, salinidad y temperatura.

Cambios súbitos de calidad del agua, ó aumento en las tasas de recambio de agua que causan cambios bruscos en la temperatura, salinidad, pH, dureza y otros parámetros.

Fluctuaciones de pH mayores a 0.5 unidades entre la mañana y la tarde.

Altos niveles de sólidos en suspensión.

Concentraciones subletales de pesticidas ú otras sustancias tóxicas en el agua, tales como amonio ó anhídrido sulfhídrico.

Muerte súbita de fitoplancton, que altere la calidad del agua.

Otras enfermedades (Vibriosis, TSV, NHP, Gregarinas, etc.)

12.7.2) Potenciación de Resistencia y Respuesta Inmunológica.

Se ha reportado que altos niveles de vitaminas A, C y E y minerales como el selenio, pigmentos carotenoides y HUFAs estimulan la capacidad del camarón para tolerar infecciones. Compuestos inmunoestimulantes como peptidoglicanos y lipopolisacaridos pueden mejorar la capacidad de respuesta del camarón. Varios balanceados comerciales ya contienen betaglucanos para ayudar al camarón a combatir infecciones, y esta es un área con mucho potencial. (Jory, 2001)

12.8) Exclusión de Patógenos.

12.8.1) Uso de Desinfectantes Químicos y Pesticidas.

En Asia los productores de camarón típicamente utilizan diversos desinfectantes químicos para eliminar partículas virales, incluyendo formol (20-40 ppm), hipoclorito de calcio ó sodio (20-30 ppm) y cloro (20-30 ppm). Pero la mayoría de estos productores prefieren el uso de pesticidas biodegradables de baja resistencia para desinfectar el agua en sus estanques. Los desinfectantes químicos ciertamente son efectivos para eliminar portadores y vectores de enfermedades, pero son más costosos que los pesticidas, y tienen otras desventajas, como por ejemplo que también eliminan el fitoplancton y afectan la productividad microbial. Los pesticidas más comúnmente usados en Asia para eliminar portadores de WSSV son Dipterex 95 SP (también vendido en el mercado como Neguvon), Servin (Carbaryl) que se ha usado para eliminar calianasidos que causan problemas en el estanque. Al poco tiempo de aplicado el pesticida, los estanques son aireados vigorosamente para acelerar la deactivación del pesticida. Estanques sin aireación deben dejarse más tiempo para permitir esta deactivación. Muchos pesticidas se desactivan bajo condiciones altamente alcalinas ($\text{pH} > 10$), y se puede agregar óxido ó hidróxido de calcio a unos 500 – 1000 Kg. / ha para neutralizar residuos de pesticidas que puedan estar aun presentes antes de sembrar el estanque. Como medidas de precaución antes de sembrar, se puede muestrear el estanque con una red de zooplancton para verificar que no haya organismos planctónicos que puedan ser portadores, y si se encuentra alguno exterminarlo con PCR. Obviamente antes de utilizar cualquier producto químico, se debe verificar que su uso sea legal y también se deben de tomar las precauciones debidas cuando se utilicen pesticidas como lo estipulan los fabricantes de estos productos. (Jory, 2001)

12.9) Reglas Generales para la Prevención de Enfermedades.

El mejor método para enfrentar los problemas de enfermedades del camarón, es la toma de medidas de prevención profilácticas, con el aprovisionamiento del agua de buena calidad, y realizar un chequeo permanente y en forma periódica de los parámetros físico-químico (oxígeno, temperatura, pH, oxígeno disuelto, turbiedad), y revisión periódica de los organismos para detectar posibles malformaciones genéticas (enanismo, deformidades, antenas cortas, etc.) Por ello, se recomienda que antes y después de cada ciclo de cultivo, se dé un tratamiento a los suelos de los estanques, son rastreo y encalado y la exposición del terreno de los rayos solares. (SEPESCA, 1994 *)

Otra forma de prevenir las enfermedades dentro de las granjas camaroneras es tomando las siguientes precauciones:

Obtenga semilla de conocida procedencia y con garantía sanitaria.

Mantenga condiciones de calidad del agua adecuadas. Se requiere mayor control de parámetros a mayor densidad de cultivo.

Utilice alimentos de calidad garantizada y en cantidades adecuadas.

Realice muestreos clínicos periódicos en los organismos de cultivo con apoyo de un laboratorio especializado.

Realice muestreo periódicos de la calidad química y biológica del agua de la fuente de abasto, con el apoyo de laboratorios especializados.

XIII) Comercialización.

El proceso de globalización que ocurre a nivel internacional está impactado de manera significativa a la matriz productiva de nuestro país, y en este contexto a la pesca nacional. En el ámbito de la pesca, el signo que marca la modernización de este sector es sin a lugar a dudas la Camaronicultura, que año con año mantiene una posición sobresaliente en el mercado nacional. No obstante que esta actividad es de desarrollo relativamente reciente, en la actualidad los camaricultores están acaparando el 25% del mercado mundial del producto, mientras que en los Estados Unidos y Japón, principales consumidores de camarón en el mundo consumen el 50% del producto proveniente de las granjas. Lo anterior nos muestra la relevancia que adquiere el cultivo del camarón en la industria pesquera en los 40 países en los que se practica, y de manera particular en nuestro país. Cada vez es más evidente que el proceso de pesca directa está colocado en un punto a partir del cual, por mas que se incrementen las unidades de esfuerzo se ha llegado a un nivel en que ésta captura directa ya llegó a un rendimiento máximo sostenible. (Ibarra, 2001)

El camarón es un artículo de lujo y su consumo continuo depende de las buenas condiciones económicas. De todo el camarón vendido en los Estados Unidos, entre el 70 y el 75% se consume en restaurantes. (Ibarra, 2001)

El incremento en las ventas de camarón esta altamente relacionado con una fuerte confianza del consumidor y el ingreso extra disponible. El mercado de los estados unidos ha impulsado un consumo mas elevado de camarón y por tanto, precios más elevados. (Vidali, 2001)

13.1) Mercado Internacional.

El camarón es uno de los productos perecederos de más alta demanda y cotización en los mercados internacionales, siendo la más importante, la registrada en Estados Unidos, Japón y la Comunidad Europea. El producto se clasifica de acuerdo a la especie, tamaño, calidad y presentación, existiendo diferentes sectores de mercado. El precio internacional se rige sobre la oferta y la demanda, el cual se da a conocer semanalmente a través de diferentes publicaciones. Se estima que existe una demanda insatisfecha del 40% anual en los mercados internacionales, mientras que en el mercado de Europa, Estados Unidos y Japón se está extendiendo a razón del 3% anual por incremento de población, limitaciones en producción domestica y nuevos hábitos nutricionales orientados a alimentos más sanos entre ellos pescados y mariscos como sustitutos de las carnes rojas. (SEPESCA, 1994)

13.2) Mercado Nacional.

La principal demanda de este sector surge de las zonas metropolitanas del Distrito Federal, Guadalajara y monterrey, así como las zonas costeras desde donde se redistribuye a otras localidades del interior. En este sector se desplaza del 10 – 25% de la producción del país. Principalmente en tallas chicas y medianas y camarón de segunda ó quebrado. La oferta del camarón depende indirectamente de las condiciones climáticas de nuestros litorales. En general el precio es la consecuencia de la relación oferta/demanda , la cual se ve influenciada en México por factores cíclicos de orden económico y sociocultural como serían tradiciones (cuaresma) que inducen una mayor demanda ó bien, disminución del poder adquisitivo (como la llamada cuesta de enero) que reducen el consumo. (SEPESCA, 1994)

13.3) Productos y Presentaciones del Camarón.

Además de la gran variedad de especies de camarón que se comercializan a nivel mundial, existe también una gran diversidad de formas y productos. En términos generales los camarones se pueden dividir en preparado y no preparados, y estos a su vez se dividen en frescos y congelados. Casi todos los camarones que se venden son descabezados con cáscara y el mayor volumen en es congelado. Las principales presentaciones del camarón congelado son:

- Camarón sin cabeza.
- Pelado.
- Pelado Desvenado.
- Con Cola
- Pelado y Desvenado.
- Limpio.
- Camarón con cáscara cocinado.
- Camarón pelado cocinado.
- Cortado en forma de mariposa ó abanico.

(Sánchez, et.al, 2002)

13.4) Características del Mercado.

13.4.1) Preferencia de los Consumidores.

Todas las especies de aguas calientes como las de agua fría ó tropicales tienen buena aceptación en este mercado, aunque el consumo está dominado por las primeras. La baja de consumo de las especies de agua fría es consecuencia de la baja de los suministros y de los cambios en las preferencias de los consumidores. Por otro lado existen preferencias regionales, de color respecto a los camarones descabezados; con cáscara y congelados que son los que constituyen la mayor parte de la demanda. (Sánchez, et.al, 2002)

Sectores del Mercado.

La demanda del camarón está dirigida por lo general hacia tres sectores específicos: restaurantes e instituciones, las cadenas de supermercados y el sector industrial. Alrededor del 85% de los camarones congelados se consumen en restaurantes. Estos establecimientos están tomando un gran auge en el servicio de este producto. Algunas cantidades de camarón se elaboran de alguna manera antes de llegar al consumidor por lo menos mediante cocción y /o reenvase. El resto de la demanda es adquirida por el sector industrial y vendida por el comercio minorista principalmente en supermercados. El consumo del camarón tiene una alta relación con el ingreso personal disponible, fluctuaciones en este tiene un gran impacto en el consumo. (Sánchez, et.al, 2002)

13.4.3) Condiciones del Mercado.

Además del precio, hay tres factores que inciden en la demanda del camarón en los Estados Unidos de Norteamérica, la presentación del producto, las tallas ó tamaños de los camarones y la calidad de estos. En cuanto a presentación se refiere, las siguientes son las de mayor demanda en el mercado:

Descabezado con cáscara y congelado, principalmente en marquetas.
Descabezado, pelado, desvenado, y congelado en bolsas de 3 libras.
Descabezado, pelado, congelado y no desvenado en marquetas.
Descabezado, cocido y pelado en marquetas.

En lo referente a tallas de camarones, generalmente hay demanda para todos los tipos de tallas. Sin embargo, la demanda de importaciones de cada talla varía según los niveles de existencia de cada talla concreta. En cuanto a calidad la característica más importante

que debe de tomar en cuenta cualquier productor de camarón que desee vender en este mercado, es que debe poseer una excelente reputación de calidad. (Sánchez, et.al, 2002)

XIV) Conclusiones

La acuacultura es una actividad que ha últimas fechas ha tomado una importancia económica notoria, y la camaronicultura es de las actividad con mayor remuneración económica. En México existe una gamma de oportunidades para la explotación de nuestros recursos pesqueros de manera semi-intensiva ó intensiva, aunque esta actividad no ha sido ejercida al 100%.

Una de la problemática que presenta México sobre la Camaronicultura es que no existe mucha información sobre esta actividad; a pesar de que en el noroeste del país hay universidades que se dedican a la investigación de esta área. Otro factor que no es muy favorable para esta actividad, es la falta de información hacia los productores sobre los beneficios y las alternativas de cultivo que tiene la Camaronicultura; además, de la falta de técnicos especializados en este campo. De manera muy general, podemos concluir que los puntos básicos para el establecimiento, el diseño y el manejo de granjas camaroneras son los siguientes:

Es necesario y de gran importancia saber cuales son los requisitos legales que se deben de reunir para poder obtener un permiso sobre instalación de granjas camaroneras. Se debe tener noción, por lo menos, de cuales son lo hábitos de la especie a cultivar, así como su anatomía, biología y enfermedades que pudieran atacar a la especie. Para el diseño de una granja camaronera se debe de realizar siempre un estudio económico y dimensional para poder establecer un diseño en base a los datos obtenidos. Las estructuras deben de ser colocadas perfectamente de manera que realicen sus funciones sin mayor problema y siempre deberán ser construidas tomando en cuenta que existe una posibilidad de crecimiento para la granja. Las principales estructuras de

una granja camaronera son: los estanques, los bordos de los estanques, compuertas de entrada del agua, los tubos de entrada, los vados, la compuerta de salida ó cosecha, el canal de llamada, la estación de bombeo, el cárcamo de bombeo, los canales reservorios, los canales de drenaje, la estructura de alimentación, la estructura de cosecha además del área de recepción y descabece. Las estructuras que resultan opcionales son: el laboratorio de producción de larvas de camarón, el laboratorio de producción de algas y el área de para producir Artemia.

Las granjas siempre necesitan de equipo para medición, aireación, oxigenación, etc., y este se va haciendo necesario a medida que la granja va creciendo y que se va diseñando un plan de producción.

Para el funcionamiento de la granja, son muchos los factores que se deben de tomar en cuenta, aunque los más importantes y generales son los siguientes:

Para la producción de larvas, es necesario saber cuales son nuestros puntos más cercanos y confiables para obtener hembras ovadas, ó reproductores.

Los parámetros recomendados para la producción de postlarvas son los siguientes:

Parámetros	Cantidades
Salinidad	Se recomienda mantener un 12% hasta la Metamorfosis
Temperatura	La óptima esté los 26 y 31°C.
Oxígeno Disuelto	Deberá mantenerse lo más próximo posible a la saturación
Calidad General del Agua	Evitar pH alto y cantidades altas de nitritos
Luz	Se recomienda cubrir el 90% de la superficie del tanque.
Alimentación	Se recomienda suministrar nauplios de Artemia de 4 a 5 veces al día cada 1.5 – 2 horas

Para los estanques semi-intensivos se realizan una serie de prácticas como las siguientes: preparación de los estanques, análisis de suelos, se revisa el color, el aroma, el pH, se hace un tratamiento a los fondos, se renivela el estanque, se prepara toda la infraestructura para el nuevo ciclo, se hace el llenado gradual del estanque, se comienza a fertilizar con urea ó nitratos y con fertilizantes fosforados, se hacen fertilizaciones rutinarias con los mismos productos. Después se procede a la siembra, se ajusta la densidad, se hacen pruebas de sobrevivencia y se pasa a la etapa de crecimiento y engorda del camarón. Durante esta fase los parámetros van cambiando de acuerdo a las

necesidades de la etapa en la que se encuentren los animales. La alimentación y el comportamiento de los camarones también cambia constantemente.

La cosecha es otra etapa del cultivo y aquí se toman varias decisiones importantes, con el fin de obtener la mayor ganancia y rendimiento del producto. El técnico encargado de el manejo de la granja deberá valorar su producto y decidir si es el mejor momento para cosechar, no solo para los animales, sino también en el mercado.

En cuanto a enfermedades se refiere, podemos decir que lo mejor que se puede hacer en una granja camaronera es mantener medidas profilácticas rutinarias y hacer chequeos periodicos de los animales, evitar estrés, además de mantener la semilla en el mejor estado de salud posible.

El mercado del producto es uno de los principales temas. Actualmente hay una demanda creciente a nivel mundial, pero nó del todo en nuestro país, será necesario analizar los beneficios y la problemática de los mercados nacionales e internacionales, así como la colocación del producto mexicano dentro de estos mercados.

XV) Bibliografía.

- Alday de Graindorge Victoria, 2000. Seminario “Situación Actual del Virus de la Mancha Blanca y la Amenaza de la Cabeza Amarilla”. Mayo, 2000. El virus de la cabeza Amarilla. Información General. Técnicas de Diagnostico y Prevención. www.cenaim.espol.edu.ec (23/05/2003)
- Anónimo, 2003. Enfermedades Bacterianas en Cultivos de peces, moluscos y crustáceos. www.bioteecnologia.ci.cese.mx (23/05/2003)
- Anónimo, 2003. Reproducción del Camarón (Palaemon sp.) www.danival.org (19/04/2003)
- B. New y Singholka, 1993. FAO. Documento Técnico de Pesca 225. Cultivo del Camarón de Agua dulce. Manual para el cultivo de *Macrobrachium resenbergi*. Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- BANCOMEXT, 1998. Acuicultura. Guía del Inversionista. México, Ed. Banco Nacional de Comercio Exterior, S.N.C.
- BANCOMEXT, 1999. BANCOMEXT. Camarón Mexicano. Cultivo en Granjas. México, Ed. Banco Nacional de Comercio Exterior, S.N.C.
- BANCOMEXT, 2001. Oportunidades de Negocio para el SECTOR PESQUERO MEXICANO. México, Ed. Banco Nacional de Comercio Exterior, S.N.C.
- Blasco Lozano, Rafael, 1991, Biología de Crustáceos. Acuicultura Marina Animal. 3ra. Ed. 1991. Ed. Mundi-Prensa, España.
- Brock J y K.L. Main, 1995. A guide to the common problems and diseases of cultured *Penaeus vannamei*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, U.S.A.
- Chen Yuang y Hanzhong Zheng, 1989. El deterioro en la calidad del agua y su mejoramiento en el cultivo de camarón. J. OCEANOGR. TAIWÁN STRAIT.

Chen, Y.L.L. and Chen, H.Y. 1992. Juvenile *Penaeus mondon* as an effective zooplankton predator. *Aquaculture*.

Coll Julio, 1991. *Acuicultura Marina Animal*. 3ra. Ed., 1991. España. Ed. Mundi-Prensa. Equipescas. Equipo Acuícola. www.equipesca.com (09/05/2003)

Franco, Arnulfo, 1996. *Manejo técnico de Granjas Camaroneras*. Pradepesca, Unión Europea, OLDEPESCA. Manual 1.

Ibarra Escobar Jorge, 2001. *El Mercado del Camarón de Cultivo en el Marco de la Globalización*. www.itmarmaz.edu.mx (23/05/2003)

Instituto de la Potasa y el Fosfato, 1997. *Manual Internacional de Fertilidad de Suelos*. 1ª. Ed. Ecuador. Ed. Pothash and Phosphate Institute.

Jory, Darryl E., 2001. *Curso Lance en Acuicultura. Manejo Integral del Alimento de camarón, de Estanques de Producción Camaroneros, y Principios de Bioseguridad*. Monterrey, Nuevo León, México.

*Neuman Stephen, 2000. *Panorama Acuícola*. Vol. 5 No. 4. *Prevención de Enfermedades del Camarón de Cultivo*. México. Ed. High Tech editores, México.

Newmann F., 2001. *Serie Agronegocios. Camarón Gigante de Malasia*. México. Ed Iberoamérica, S.A. de C.V.

Office International des Epizooties. (O.I.E.), 2000. *Aquatic Animal Disease*. www.oie.int (23/05/2003)

Olivera y Reyes, 1996. *FIRA Boletín Informativo Num. 234. Diseño de una Explotación Camaronícola. Criterios Generales*. México, Ed. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México.

Pillay, T.V.R., 1997. *Acuicultura: Principios y Prácticas*. 1ra. Ed., 1997. México. Ed. Limusa.

Rodríguez Gutiérrez Martha, Linné Azueta Marco, Rodríguez Cázares Dan Gerson, Monroy García Yazmín, Mata Sotres José Antonio, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, *Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico. Manual de Enfermedades de Camarones Peneidos en México*. México. Ed CONAPESCA/ SAGARPA.

Saiz, Miguel Ángel y Blanco, José L, 1999. *Artemia, diferentes formas de cultivo para diferentes necesidades*. www.ciclid.org (17/02/2003)

Sánchez Rodríguez Guillermo, Reyes Moreno Jorge Luis, Téllez Castañeda Martín, González Sánchez Juan Alberto, 2002. *FIRA. Boletín Informativo No. 318. 1ª. Y 2ª parte. Oportunidades para el Desarrollo de la Red de Valor Camarón*. México, Ed. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México.

Sarac, H.Z., McMeneiman, H. Taggard, M. Gravel, S. Tabrett and J. Saunders. 1993. *Relationships between the weight and chemical composition of exuvia and whole body of the black tiger prawn, Penaeus mondon*, *Aquaculture*.

*Secretaría de Pesca (SEPEPESCA), 1994. *Cultivo de Camarón*. México, Ed. Mario García Sordo.

Secretaría de Pesca (SEPEPESCA), 1994. *Secretaría de Pesca. Subsecretaría de Fomento y Desarrollo Pesquero. Desarrollo Científico y Tecnológico del Cultivo del Camarón Blanco del Golfo Penaeus setiferus en Estanques Circulares*. México, Ed. Secretaría de Pesca.

Sino-aqua. Equipo Acuícola. www.sino-aqua.com (09/05/2003)

Vázquez Martínez Juan Ángel, 2003. *El oro con patas*. Universidad Autónoma del Carmen. www.nicovita.com (05/03/2003)

Vega-Villasante Fernando, Nolasco Soria Héctor, Civera Cerecedo Roberto, Goytortúa Bores Ernesto, Cota Ruiz Carmen, 2000. Panorama Acuícola.
Vicente y Molina, 2002. Técnico en Piscifactorías. España. Ed. Cultural, S.A.
Vidali Carlos, 2000. Panorama Acuícola Vol. 6 No. 3. Panorama General del Mercado del Camarón. México. Ed. High Tech editores, México.
Villalón, J.R. 1994. Practical Manual for semi-intensive commercial production of marine shrimp.
Vol.5 No. 5. La muda del camarón en el cultivo. México. Ed. High Tech editores, México.
Wyban J.A. y Sweeney J.N., 1989. Ensayo de Crecimiento Intensivo de Camarón en un estanque redondo. Aquaculture.
Wyban, J.A. y J.N. Sweeney. 1991. Intensive Shrimp Production Technology. The Oceanic Institute, Waimanlo, Hawaii, U.S.A.

XVI) ANEXOS.