

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



**UTILIZACION DE MELAZA COMO FERTILIZANTE ORGANICO DE ESTANQUES
CAMARONEROS DURANTE LA FASE DE ENGORDE DEL CAMARON MARINO
(*Litopenaeus vannamei*)**

POR:

**ESTHER ABIHAIL FUENTES ARÉVALO
GRACIA MARGARITA GUILLÉN ORELLANA**

SAN SALVADOR, ABRIL, 2014.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



**UTILIZACION DE MELAZA COMO FERTILIZANTE ORGANICO DE ESTANQUES
CAMARONEROS DURANTE LA FASE DE ENGORDE DEL CAMARON MARINO
(*Litopenaeus vannamei*)**

POR:

**ESTHER ABIHAIL FUENTES ARÉVALO
GRACIA MARGARITA GUILLÉN ORELLANA**

SAN SALVADOR, ABRIL, 2014.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



**UTILIZACION DE MELAZA COMO FERTILIZANTE ORGANICO DE ESTANQUES
CAMARONEROS DURANTE LA FASE DE ENGORDE DEL CAMARON MARINO
(*Litopenaeus vannamei*)**

POR:

**ESTHER ABIHAIL FUENTES ARÉVALO
GRACIA MARGARITA GUILLÉN ORELLANA**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

SAN SALVADOR, ABRIL, 2014.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

Ing. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL:

Dra. ANA LETICIA ZAVALETA DE AMAYA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

ING. AGR. MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO:

ING. AGR. MSC. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA:

ING. AGR. MSC. NAPOLEÓN EDGARDO PAZ QUEVEDO

DOCENTES DIRECTORES:

ING. AGR. MSC. NAPOLEÓN EDGARDO PAZ QUEVEDO

LIC. MARCO TULIO NAVARRETE

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN:

Ing. Agr. CARLOS ENRIQUE RUANO IRAHETA

RESUMEN

La investigación se basó en el uso de melaza de caña como fertilizante en la fase de engorde del camarón marino, *Litopenaeus vannamei*. El objetivo del estudio fue comparar los cambios en la producción, al utilizar melaza como fertilizante, frente a los resultados obtenidos, utilizando fertilizante Triple 15. El trabajo de campo se realizó en dos estanques. En un estanque se aplicó melaza como fertilizante, siendo el tratamiento T1, mientras que en el otro estanque se aplicó fertilizante Triple 15, el cual fue el tratamiento T0. Se utilizó la prueba estadística de T Student para parcelas apareadas. Las variables que se estudiaron fueron: Y1= oxígeno disuelto, Y2= Temperatura, Y3= Salinidad, Y4=pH, Y5=Turbidez, Y6=Peso vivo, Y7= Crecimiento, Y8=Tasa de alimentación; además se realizó un conteo de fitoplancton, análisis de sobrevivencia y análisis bromatológicos del camarón cosechado, y de suelos de los estanques. Se hizo un estudio económico mediante el método de análisis de presupuesto parcial. En los resultados del experimento todas las variables mostraron no tener diferencia estadística ($P \leq 0.05$), entre los tratamientos T1 y T0, igual situación se presentó para los análisis de suelos y bromatológicos. En el análisis de sobrevivencia, se obtuvo una diferencia del 21%, superior en el tratamiento T1. En cuanto al análisis de fitoplancton, se encontraron Cianobacterias y Dinoflagelados, que son algas no deseables, las cuales se presentaron con mayor proporción en el T0, mientras que el T1, presentó mayor número de Diatomeas, que son algas benéficas. En el estudio económico, el cambio en el presupuesto, por utilizar el tratamiento T1, produjo un aumento en el beneficio neto de USD 1,155.38, por producción total. Por lo tanto al utilizar melaza como fertilizante, se favorece la producción algal, la sobrevivencia de la postlarva y se obtienen mayores beneficios económicos.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso y a la Virgen María por haberme acompañado durante todo este proceso, ser mi fortaleza en los momentos más difíciles, pero sobre todo fe en mí para poder culminar esta etapa de mi vida

A mis padres Margarita Raquel Orellana y Pedro José Guillén por su apoyo incondicional, por todos los sacrificios que hicieron a lo largo de mi carrera, por su amor, sus consejos y siempre tener una palabra de aliento, comprensión y paciencia en los momentos difíciles durante todo este proceso.

A mi querido abuelo Dr. Félix Antonio Orellana hijo quien formó parte importante de este logro, por siempre estar pendiente de mí y de mis estudios. Sus consejos y apoyo en el momento que más lo necesité fueron de enorme valor.

A mis hermanos Pedro José y Ricardo Antonio mi apoyo y mi compañía a lo largo de este proceso, por su amor y consejos brindados.

A Javier Rosa Luna por siempre aconsejarme de la mejor forma, animarme a seguir adelante para poder culminar esta etapa, gracias por todo su apoyo.

A mis asesores Napoleón Paz Quevedo y Marco Tulio Navarrete por haber aceptado este proyecto y compartir todos sus conocimientos, por su paciencia y tiempo brindado, por todos sus consejos y aportes como asesores y siempre impulsarme a seguir adelante.

Al Departamento de Zootecnia y Química Agrícola quienes con mucho gusto apoyaron este proyecto, facilitando personal, materiales e infraestructura indispensables para la realización de análisis.

A mis amigos Abel Torres y Samuel Álvarez gracias por su apoyo en el proceso de tesis, asesoría en el área de biología y estadística, por su tiempo y consejos.

Gracia Guillen.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

A Dios, que sin El nada hubiera sido posible, que me dio la fuerza para terminar mi carrera y este proyecto, que me dio su protección bendición y amor.

A mis padres, Saúl Mauricio Fuentes Argueta y Alma Gloria Arévalo de Fuentes, por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida y especialmente por apoyarme cuando decidí estudiar esta carrera; por sus consejos amor y esfuerzo, jamás les podré recompensar todo lo que han hecho por mí.

A mi familia, mi adorada Tey, a mis tías Olguita, Betty, Ali, Victor a mis primos que siempre estaban ahí cuando los necesité, especialmente Joel, tu ayuda fue increíble, gracias a todos.

A mis asesores, Napoleón Edgardo Paz Quevedo y Marco Tulio Navarrete, por creer en el proyecto y haberme aceptado como tesista, gracias por todo el apoyo, consejos y palabras de ánimo que me han dado.

Al personal y encargados de la Estación de Maricultura Los Cobanos, por su apoyo y haberme permitido realizar esta investigación en sus instalaciones, especialmente a Ing. Yang e Ing. Helen Martínez, Don Mario, Salvador, Marlon, Gerardo, Nelson, Rodolfo, Los Juárez, Xiomara, gracias a todos por su apoyo y respaldo y sobre todo la ayuda que me brindaron desinteresadamente.

A mis amigos, a todos los que a lo largo de este tiempo han estado ahí, ya sea dentro o fuera de la Universidad, han hecho más ameno y llevadero este difícil proceso, todos y cada uno sabe que los aprecio y agradezco su amistad.

Abihail Fuentes

INDICE

1. INTRODUCCION.	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.	3
2.1. Producción de <i>Litopenaeus vannamei</i>.	3
2.1.1. Producción de <i>Litopenaeus vannamei</i> a nivel mundial.	3
2.1.2. Producción de <i>Litopenaeus vannamei</i> en El Salvador.	3
2.1.3. Influencia de la producción camaronesa sobre áreas naturales protegidas.	4
2.2. Generalidades del camarón marino (<i>Litopenaeus vannamei</i>).	5
2.2.1. Anatomía del camarón.	5
2.2.2. Ciclo de vida del camarón.	7
2.2.3. Hábitos alimenticios de <i>Litopenaeus vannamei</i> .	9
2.2.3.1. Generalidades del fitoplancton.	9
2.3. Sistemas de producción de <i>Litopenaeus vannamei</i>.	10
2.3.1. Tipos de producción.	10
2.4. Manejo de la granja.	12
2.4.1. Selección del sitio para la ubicación de la granja.	12
2.4.2. Características del suelo.	13
2.4.3. Manejo del estanque.	14
2.4.3.1. Preparación de los estanques.	14
2.4.3.2. Drenado total.	15
2.4.3.3. Secado del estanque.	16
2.4.3.4. Extracción de materiales extraños de los estanques.	16
2.4.3.5. Evaluación de la condición del fondo de los estanques.	17
2.4.3.5.1. Manejo de sedimentos.	17
2.4.3.6. Encalado y desinfección del suelo.	18
2.4.3.7. Rastreo y remoción de sedimentos.	19
2.4.3.8. Llenado parcial del estanque.	20
2.4.3.9. Manejo de la productividad natural.	21
2.4.3.10. Recambios de agua.	22
2.4.3.11. Fertilización.	22

2.4.3.11.1. Fertilización química.	23
2.4.3.11.2. Fertilización orgánica.	24
2.4.3.12. Generalidades de la melaza.	24
2.4.3.12.1. Descomposición de materia orgánica en los estanques de cultivo de camarón marino.	25
2.4.3.12.2. Aplicación de melaza en los estanques.	26
2.4.3.13. Llenado total y fertilización después de la siembra.	28
2.4.3.14. Manejo de depredadores y competidores.	29
2.4.3.15. Prevención de fuga de camarones.	29
2.5. Siembra de postlarvas.	29
2.5.1. Densidad de siembra.	29
2.5.2. Aclimatación de postlarvas.	30
2.5.2.1. Procedimiento de aclimatación y programa para postlarva 5 a 11 (postlarva - 5 a postlarva-11).	30
2.5.3. Siembra.	32
2.6. Engorde de postlarvas y/o juveniles.	33
2.7. Cosecha.	34
2.7.1. Manejo durante la cosecha.	35
2.8. Manejo de la calidad del agua.	35
2.8.1. Monitoreo de la calidad del agua.	36
2.9. Requerimientos en estanques.	37
2.9.1. Oxígeno disuelto.	37
2.9.2. pH.	39
2.9.3. Temperatura.	39
2.9.4. Salinidad.	40
2.9.5. Turbidez.	40
2.9.6. Manejo de efluentes.	41
3. MATERIALES Y METODOS.	42
3.1. Descripción general del experimento.	42
3.1.1. Duración de experimento.	42
3.1.2. Distribución de los estanques.	42
3.2. Dimensiones de estanques.	43

3.3. Tratamientos.	43
3.4. Metodología de campo.	44
3.4.1. Preparación y llenado del estanque para la siembra.	44
3.4.2. Fertilización.	45
3.4.3. Siembra.	47
3.4.3.1. Cosecha de postlarva.	47
3.4.3.2. Conteo volumétrico.	47
3.4.3.3. Siembra de postlarva 5-11 (Postlarva 5 a postlarva 11)	49
3.4.4. Manejo del camarón.	50
3.4.5. Toma y análisis de muestras en estanques.	53
3.4.5.1. Materiales para toma de muestras.	53
3.4.6. Medición de parámetros físico-químicos.	54
3.4.6.1. Procedimiento para medición de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad.	54
3.4.6.2. Procedimiento para medición de pH.	54
3.4.6.3. Procedimiento para medición de turbidez.	55
3.4.7. Medición de desempeño.	55
3.4.7.1. Peso vivo del camarón.	55
3.4.7.2. Crecimiento del camarón.	56
3.4.7.3. Supervivencia del camarón.	57
3.4.8. Muestreo de agua para determinación de fitoplancton.	57
3.4.8.1. Preservación de las muestras de agua para determinación de fitoplancton.	58
3.4.8.2. Análisis de Fitoplancton.	58
3.4.8.3. Identificación del fitoplancton.	60
3.4.8.4. Conteo celular de fitoplancton.	60
3.4.9. Análisis bromatológico de camarón.	61
3.4.10. Análisis de suelo.	63
3.4.10.1. Muestreo para análisis de suelo de estanques.	63
3.4.11. Metodología Estadística.	63
3.4.11.1. Variables a evaluar y frecuencia de toma de muestras	65
3.4.12. Análisis Económico.	65

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	67
4.1. Análisis de parámetros físico-químicos.	67
4.1.1. Oxígeno disuelto.	67
4.1.1.1. Discusión de resultados de oxígeno disuelto.	68
4.1.2. Temperatura.	69
4.1.2.1. Discusión de resultados de temperatura.	70
4.1.3. Salinidad.	70
4.1.3.1. Discusión de resultados de salinidad.	71
4.1.4. pH.	71
4.1.4.1. Discusión de resultados de pH.	72
4.1.5. Turbidez.	72
4.1.5.1. Discusión de resultados de turbidez.	73
4.2. Análisis de parámetros biológicos.	73
4.2.1. Peso vivo.	74
4.2.1.1. Discusión de resultados de peso vivo.	74
4.2.2. Crecimiento.	75
4.2.2.1. Discusión de resultados de crecimiento.	75
4.2.3. Tasa de alimentación.	76
4.2.3.1. Discusión de resultados de tasa de alimentación.	76
4.2.4. Supervivencia.	77
4.2.4.1. Discusión de resultados de supervivencia.	79
4.3. Resultados del análisis de fitoplancton.	79
4.3.1. Catalogo fotografico de especies de fitoplancton encontradas durante la investigación durante los meses de Septiembre a Diciembre del 2011.	83
4.3.1.1. Cyanophyta o Cianobacterias.	83
4.3.1.2. Heterokontophyta o Diatomeas (Algas pardas).	84
4.3.1.3. Dinoflagellata o Dinoflagelados.	88
4.3.2. Discusión sobre resultados de fitoplancton.	89
4.4. Análisis bromatológico.	91
4.4.1. Discusión de resultados del análisis bromatológico.	92
4.5. Análisis de suelo.	93
4.5.1. Discusión de resultados de análisis de suelo.	93
4.6. Análisis económico.	93

4.6.1. Discusión de análisis económico.	95
5. Conclusiones.	96
6. Recomendaciones.	97
7. Bibliografía.	98
8. Anexos.	102
9. Glosario.	137

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Anatomía funcional del camarón.	7
Cuadro 2. Cantidad de cal a aplicar según pH de suelo.	19
Cuadro 3. Programa de fertilización inicial y frecuencia de fertilización para el ciclo de cultivo de Camarón Blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) para el tratamiento de fertilizante químico (Triple 15), para el estanque N°1 y fertilizante orgánico (Melaza), en el estanque N°2.	45
Cuadro 4. Programa de fertilización después de siembra según la turbidez encontrada para el ciclo de cultivo de Camarón Blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) para el tratamiento de fertilizante químico (Triple 15), para el estanque N°1 y fertilizante orgánico (Melaza), en el estanque N°2.	50
Cuadro 5. Cantidad de alimento ofrecido durante la investigación y raciones diarias.	52
Cuadro 6. Frecuencia de muestreo de variables.	54
Cuadro 7. Cantidad de datos por variables en estudio para parear.	64
Cuadro 8. Variables evaluadas y frecuencia de toma de muestras.	65
Cuadro 9. Costos que variaron en ambos tratamientos.	67
Cuadro 10. Sobrevivencia de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>), durante la fase de engorde en el periodo de Septiembre a Diciembre del 2011.	78
Cuadro 11. Conteo de células algales encontradas durante la investigación.	81
Cuadro 12. Análisis de presupuesto parcial realizado.	94
Cuadro 13. Presupuesto parcial de beneficio neto para T2 (Fertilización a base de melaza) comparado con el T1 (Fertilización a base de químicos; Triple 15), en la fase de engorde de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>).	95
Cuadro A1. Composición Nutricional de la melaza de caña	102
Cuadro A2. Tabla de alimentación para <i>Penaeus vannamei</i> en porcentaje de la biomasa corporal, alimentado diariamente bajo condiciones semi-intensivas.	103
Cuadro A3. Medidas preventivas para diferentes defectos del camarón a la cosecha	104
Cuadro A4. Efecto de concentración de OD en una explotación camaronicola	105
Cuadro A5. Parámetros físico-químicos y biológicos del agua del estanque para la siembra	106
Cuadro A6. Efectos del pH sobre el camarón.	107
Cuadro A7. Interpretación de medición de Disco Secchi	108

Cuadro A8. Lineamientos para programas de monitoreo de calidad de agua para efluentes de producciones de camarón y aguas costeras.	109
Cuadro A9. Resumen de la prueba de T, para las variables fisicoquímicas registradas en el periodo de septiembre a diciembre 2011	110
Cuadro A10. Resumen de la prueba de T, para las variables biológicas registradas en el periodo de septiembre a diciembre 2011	111
Cuadro A11. Tallas de camarón requeridas para la exportación a EEUU	112
Cuadro A12. Características de las hepatotoxinas y neurotoxinas producidas por cianobacterias de ambientes acuáticos continentales. Se indican el número de variantes químicas conocidas y los géneros que producen cada grupo de toxinas.	113
CUADRO A13. Sustancias farmacológicas para las que hay un LMR establecido	
Sustancia Especie animal LMR	115
CUADRO A14. Sustancias para las cuales no es necesario establecer un LMR	116
CUADRO A15. Sustancias farmacológicas con LMR provisionales	117
CUADRO A16. Sustancias farmacológicas prohibidas	118
CUADRO A17. Drogas Aprobadas para su uso en acuicultura por la FDA	119

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anatomía general externa del adulto <i>L. vannamei</i> .	5
Figura 2. Anatomía general interna del adulto de <i>L. vannamei</i> .	6
Figura 3. Ciclo de vida más típico de Penaeidae tropical o subtropical del género <i>Litopenaeus vannamei</i> .	8
Figura 4. Mapa conceptual del manejo de un estanque camaronero.	14
Figura 5. Preparación de estanques.	15
Figura 6. Limpieza de estanques.	15
Figura 7. Drenado de estanque.	15
Figura 8. Cuarteaduras en el fondo del estanque.	16
Figura 9. Evaluación de fondo de los estanques.	17
Figura 10. Encalado de estanques.	18
Figura 11. Aplicación de cal en estanques.	18
Figura 12. Compuerta abierta para llenado de estanque.	20
Figura 13. Llenado parcial de estanque.	20
Figura 14. Sellado de compuertas.	21
Figura 15. Compuerta de entrada a estanque de agua nueva.	22
Figura 16. Tubo para bombeo de agua desde el reservorio.	22
Figura 17. Fertilizante químico Triple15.	23
Figura 18. Dilución de fertilizante químico.	23
Figura 19. Melaza de caña.	25
Figura 20. Aplicación de melaza en estanque.	27
Figura 21. Aplicación de melaza al voleo.	27
Figura 22. Estanques llenos después de siembra.	28
Figura 23. Determinación de densidad de siembra de postlarvas.	30
Figura 24. Traslado de postlarvas.	31
Figura 25. Aclimatación de postlarvas.	31
Figura 26. Monitoreo de agua de estanques antes de la siembra.	31
Figura 27. Liberación de postlarvas.	32
Figura 28. Siembra de postlarva en estanques.	33
Figura 29. Siembra a intervalos de 50mts.	33
Figura 30. Mosaico de proceso de cosecha de camarón.	35
Figura 31. Sonda multiparametro y pHmetro.	36

Figura 32. Disco Secchi.	36
Figura 33. Medición de oxígeno disuelto.	37
Figura 34. Fuentes de oxígeno en el estanque durante el día.	38
Figura 35. Aireadores en estanques.	38
Figura 36. Medición de pH en estanque.	39
Figura 37. Monitoreo de turbidez por uso de disco secchi.	40
Figura 38. Distribución de estanques.	43
Figura 39. Medición de estanques.	43
Figura 40. Preparación y llenado del estanque para la siembra.	44
Figura 41. Dilución de fertilizante Triple15.	46
Figura 42. Dilución de Melaza.	46
Figura 43. Postlarvas de camarón para conteo.	47
Figura 44. Selección de muestras para conteo volumétrico de postlarvas.	48
Figura 45. Conteo volumétrico.	48
Figura 46. Alimentación de postlarva.	51
Figura 47. Alimentación de postlarva.	51
Figura 48. Toma de muestra para desempeño.	56
Figura 49. Atrarraya usada para la toma de la muestra.	56
Figura 50. Toma de peso de camarón.	56
Figura 51. Toma talla de camarón.	56
Figura 52. Determinación de sobrevivencia de camarones.	57
Figura 53. Preservación de muestras para análisis de fitoplancton.	58
Figura 54. Sedimentación de muestras de fitoplancton.	59
Figura 55. Extracción de sobranete libre de células fitoplanctónicas.	59
Figura 56. Erlenmeyer con sobranete.	60
Figura 57. Diatomeas encontradas en las muestras.	61
Figura 58. Proceso de Análisis Bromatológico.	62
Figura 59. Toma de muestras para análisis de suelo de estanques.	63
Figura 60. Oxígeno disuelto manual a.m (mg/l).	67
Figura 61. Oxígeno disuelto mensual p.m (mg/l).	68
Figura 62. Temperatura mensual (°C).	69
Figura 63. Salinidad mensual (ppm.).	70
Figura 64. pH mensual.	71
Figura 65. Turbidez mensual (cm.).	72

Figura 66. Peso vivo mensual (g.).	74
Figura 67. Crecimiento mensual (cm.).	75
Figura 68. Alimento ofrecido mensual (kg.).	76
Figura 69. Porcentaje de sobrevivencia total a la cosecha a los 90 días.	78
Figura 70. <i>Anabaena</i> sp.	83
Figura 71. <i>Oscillatoria</i> sp.	84
Figura 72. <i>Coscinodiscus</i> .	84
Figura 73. <i>Beryeleya rutillans</i> .	85
Figura 74. <i>Amphora ovalis</i> .	85
Figura 75. <i>Cymbella tropica</i> .	85
Figura 76. <i>Leptoylindrus danicus</i> .	86
Figura 77. <i>Biddulphia</i> sp.	86
Figura 78. <i>Encyonema</i> .	86
Figura 79. <i>Navicula</i> sp.	87
Figura 80. <i>Pleurosigma sigmoide</i> .	87
Figura 81. <i>Pleurosigma elongatum</i> .	87
Figura 82. <i>Rhizosolenia imbricata</i> .	88
Figura 83. <i>Thlassiosira angulata</i> .	88
Figura 84. <i>Alexandrium peruvianum</i> .	89
Figura 85. <i>Prorocentrum mexicanum</i> .	89
Figura A1. Evolución diari de oxígeno disuelto.	121
Figura A2. Resultados de análisis de bromatológico de camarón marino.	122
Figura A3. Resultados de análisis de suelos pre-cosecha.	123
Figura A4. Resultados de análisis de suelos pre-cosecha continuación.	124
Figura A5. Resultados de análisis de suelos post-cosecha.	125
Figura A6. Resultados de análisis de suelos post-cosecha continuación.	126

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Evaluación de la Calidad de las Postlarvas	127
Anexo 2. Pruebas de estrés.	128
Anexo 3. Manejo de alimentación con base al ciclo de muda.	129
Anexo 4. Cálculos para análisis económico de la investigación.	130
Anexo 5. Especial sobre estragos de lluvias II parte. Cosechas anegadas y puentes destruidos.	133
Anexo 6. Especial sobre estragos de lluvias IV parte. Lección de la tormenta 12-E: Más recursos y más preparación	134
Anexo 7. Especial sobre estragos de lluvias IV parte	135
Anexo 8. Especial sobre estragos de lluvias. Última entrega.	136

1. INTRODUCCION.

El cultivo de camarón marino en El Salvador, es un rubro casi olvidado por diferentes sectores, a pesar que en los últimos años se ha tratado de fortalecer a los productores de ésta especie, mediante diferentes mecanismos como lo son: asesorías técnicas, renovación de concesiones y créditos. Estos mecanismos aún no son suficientes para que esta explotación tenga la presencia que podría llegar a tener dentro del mercado nacional.

La camaricultura en El Salvador, tiene una característica sumamente importante, la cual es que la mayoría de explotaciones, se encuentran dentro de áreas de manglares, conocidas como bosques húmedos, que tienen la particularidad de ser catalogadas como áreas naturales protegidas, por ser fuente de una inmensa reserva de biósfera con plantas, aves, mamíferos, insectos y otros; que actualmente se encuentran dentro de la categoría de especies en peligro de extinción. Esta razón, entre otras, obliga a los productores a manejar los estanques, de tal manera que no sean dañinos al medio ambiente, y no crear un desequilibrio ecológico que ponga en riesgo las especies en peligro de extinción. Lo anterior está regido por diferentes instancias gubernamentales, como es el caso de El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que constantemente monitorean a los productores, a fin de mantener este imperativo equilibrio ecológico.

Dentro del manejo de estanques para la producción de camarón marino, la fertilización del estanque previo a la siembra de la postlarva y durante la producción, es un aspecto muy relevante para una exitosa cosecha. En El Salvador dicha fertilización se hace mediante el uso de fertilizantes químicos, los más utilizados son el nitrógeno, fósforo y potasio en diferentes proporciones, según sea el criterio del productor. Estos químicos están presentes en los efluentes que se dirigen directamente al medio exterior, como manglares, esteros y al mar mismo; aportando un desequilibrio al medio ambiente. Si estos químicos están en libre contacto con especies protegidas, se puede favorecer la extinción de las mismas; por lo que es necesario buscar alternativas, que nos ayuden a mantener una producción de camarones, pero que a la vez sea amigable con el medio, teniendo una rápida degradación y creando un desequilibrio ecológico lo mínimo posible.

El uso de melaza en diferentes explotaciones pecuarias, es muy aceptado y difundido. Su uso en la acuicultura, está siendo muy usado en países como México, Brasil, Colombia y

otros; ya que proveen cantidades de carbohidratos que son aprovechados por el fitoplancton, siendo este el alimento primario de la postlarva. Al utilizar melaza en la fertilización de un estanque, se estará aportando el medio ideal para que el fitoplancton se desarrolle y el estanque tenga así, la cantidad de alimento que requiere la postlarva de camarón y a su vez se reduce la cantidad de químicos que son liberados al medio exterior; disminuyendo el desarrollo de un ambiente nocivo, para diferentes especies protegidas. Creando así un mecanismo de producción, que sea beneficioso para el medio ambiente. La fertilización orgánica da un valor agregado al producto que se comercializará, creando una catapulta para poder llegar a obtener una etiqueta verde; facilitando al productor la obtención de un mercado más amplio de comercialización, llegando incluso a la exportación.

Por lo anterior, es necesario aportar datos generales de producción y costos, que sean relevantes para la camaricultura a nivel nacional; creando así una alternativa de fertilización más amigable con el medio ambiente, y que a su vez reduzca los costos a los productores; sin dejar de lado, la obtención de una buena producción fitoplanctónica y una estabilidad en el espejo de agua.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Producción de *Litopenaeus vannamei*.

2.1.1. Producción de *Litopenaeus vannamei* a nivel mundial.

La primera reproducción artificial de esta especie se logró en Florida en 1973, a partir de nauplios procedentes de una hembra ovada silvestre capturada en Panamá. Tras los resultados positivos de la ablación unilateral y nutrición adecuada para promover la maduración en Panamá en 1976, el cultivo comercial de *Litopenaeus vannamei* se inició en Centro y Sudamérica; estableciéndose hoy como los principales países productores de *Litopenaeus vannamei* los siguientes: China, Tailandia, Indonesia, Brasil, Ecuador, México, Venezuela, Honduras, Guatemala, Nicaragua, Belice, Viet Nam, Malasia, P.C. de Taiwán, Islas del Pacífico, Perú, Colombia, Costa Rica, Panamá, El Salvador, Estados Unidos de América, India, Filipinas, Camboya, Surinam, Saint Kitts, Jamaica, Cuba, República Dominicana y Bahamas (Boone, 1931).

2.1.2. Producción de *Litopenaeus vannamei* en El Salvador.

El cultivo de camarón marino (*Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*) en El Salvador, se concentra principalmente en la zona del margen oriental del bajo Lempa y de la Bahía de Jiquilisco, estimándose en 1995 entre 580 y 780 has, que se dedican permanentemente o temporalmente al cultivo de esta especie. La mayoría de esa extensión corresponde a salineras reconvertidas al cultivo de camarón. Otras zonas importantes para la producción de camarón marino se concentran en los departamentos de La Unión y Sonsonate. (Hernández, *et al.*, 2005).

A pesar de que fueron beneficiados por iniciativas como los programas Usulután I y II, que otorgaron financiamiento para el sector, éste afronta actualmente serios problemas como la caída del precio internacional del “camarón” y la entrada de volúmenes de este producto provenientes de Honduras y Nicaragua durante la época lluviosa (Hernández, *et al.*, 2005).

2.1.3. Influencia de la producción camaronera sobre áreas naturales protegidas.

Como medio natural entendemos los biotopos o ecosistemas, que componen un territorio. Hay 125 áreas naturales potenciales para integrar el Sistema Salvadoreño de Áreas Naturales Protegidas (SANP). Además hay 58 áreas culturales, que están incluidas dentro de la legislación actual sobre el patrimonio cultural (Pardo, 2003).

Según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), un área protegida es toda superficie de tierra, agua dulce, estuario o mar, organizada mediante instrumentos jurídicos u otros medios eficaces con el fin de proteger y mantener la diversidad biológica y las actividades ecológicas conexas (Ulloa, *et al.*, 1996).

Las características que hacen especiales la categoría de área protegida son en su mayoría por estrechez territorial, alta densidad poblacional y necesidades crecientes de el uso de los recursos naturales; estas particularidades hicieron necesario que se procediera a la creación de “áreas de recursos administrados”, en los cuales se proporciona ayuda para la producción sostenida de recursos, así como la actividades relacionadas con el ecoturismo como soporte socio-económico, todo ello sin poner en riesgo los recursos que se estén utilizado según sea el caso (Ulloa, *et al.*, 1996).

La Bahía de Jiquilisco está dentro de la categoría de Planicie Costera Central, la cual es la zona más extensa en longitud y área abarcando más de 100 Km entre el puerto de La Libertad, al occidente y al extremo oriental de la Bahía de Jiquilisco en el oriente. Esta área tiene riqueza en manglares y playas largas de arena al frente, y sus esteros ricos en especies de fauna y flora son alimentados por tres de los principales ríos del país: Jiboa, Lempa y Grande de San Miguel. Todas estas características le confirieron de gran importancia a la Bahía de Jiquilisco, catalogándola como un área protegida (Ulloa, *et al.*, 1996).

Todo lo anterior, ha obligado al Estado a tomar cartas en el asunto y crear leyes y normativas con las cuales se busca proteger estas áreas naturales, sin dejar a un lado la obligación gubernamental de proteger a la población y garantizar que esta pueda tener acceso a recursos con los cuales pueda obtener beneficio alimenticio y económico, para

mantener una calidad de vida adecuada. Estas leyes obligan al productor a cuidar el medio ambiente ya que de no cumplirse y deteriorar el área natural protegida se llega a penas de hasta 6 años de prisión (MARN, 2005).

2.2. Generalidades del camarón marino (*Litopenaeus vannamei*).

2.2.1. Anatomía del camarón.

Para tener un concepto amplio de la camaricultura, se deben conocer aspectos básicos sobre la anatomía del camarón que está compuesto externamente de un cefalotórax y un abdomen (Figura 1).

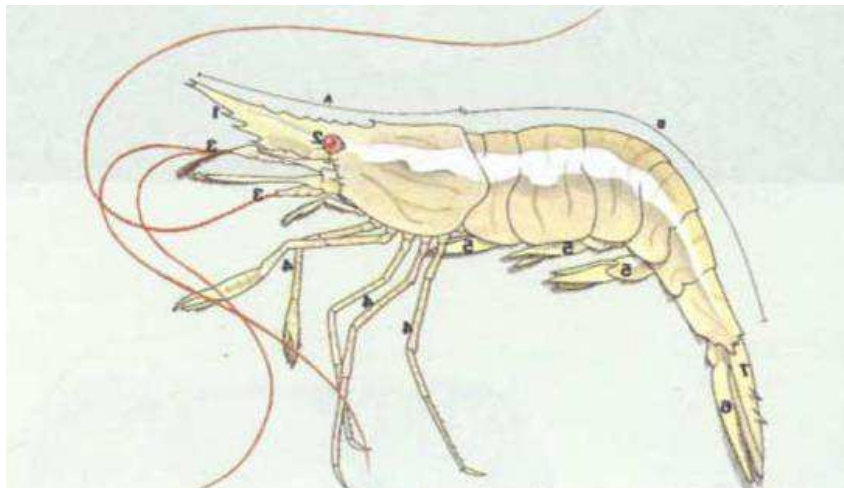


Figura 1. Anatomía general externa del adulto *L. vannamei*. A: Cefalotórax; B: Abdomen; 1: Rostro; 2: Ojos; 3: Antenas; 4: Apéndices torácicos; 5: Pleópodos; 6: Urópodos; 7: Telson.

(Fuente:Díaz, 2009)

La mayoría de órganos del camarón están localizados internamente del cefalotórax, (Figura 2).

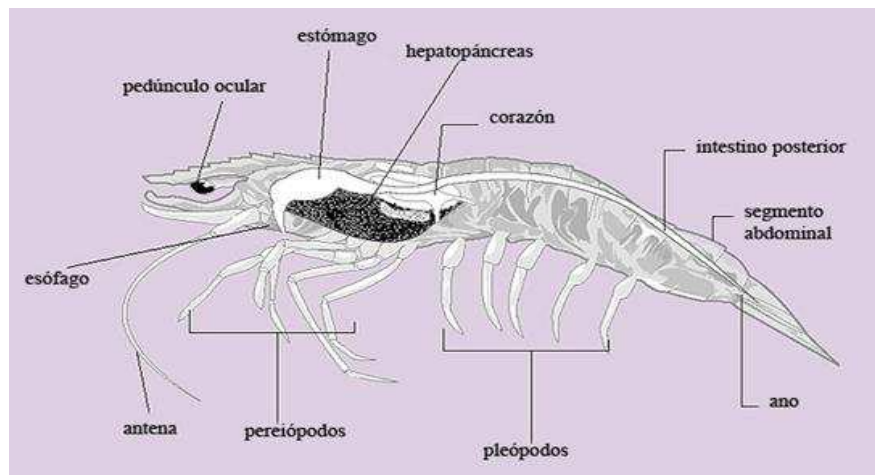


Figura 2. Anatomía general interna del adulto de *L. vannamei*.

(Fuente: Díaz, 2009)

Dentro de los órganos que comprenden la anatomía del camarón marino, estos tienen diferentes funciones que servirán para distintos fines, como se observa en el cuadro 1, a continuación:

Cuadro 1. Anatomía funcional del camarón.

Órgano/Estructura	Función principal
Músculo abdominal estriado	Movimiento de retroceso rápido para escape de predadores
Antena sensorial	Táctil (detección predatora)
Complejo glandular antenal	Excreción y balance osmótico
Anténulas	Quemorecepción
Ceca anterior y posterior del intestino medio	Desconocida
Exoesqueleto	Soporte externo y barrera protectora
Intestino anterior (boca, esófago y estomago)	Ingesta, masticación y almacenamiento temporal de alimento
Branquias	Respiración, excreción, osmorregulación y fagocitosis
Hepatopáncreas	Digestión, absorción y almacenamiento de nutrientes
Órgano linfoide	Posible entrampamiento de antígenos, fagocitosis
Mandíbulas, palpos mandibulares y palpos branquiales	Sensores táctiles, escojo de partículas alimenticias, movimiento de agua sobre las branquias
Intestino medio	Absorción y excreción
Periodos y pleopodos	Locomoción, quemorecepción.

(Fuente: Rivera, 1998)

2.2.2. Ciclo de vida del camarón.

El ciclo de vida típico de un camarón marino, comprende diferentes etapas desde su ovoposición en aguas con salinidad más elevada hasta su migración a aguas menos profundas y menos saladas donde se realizan diferentes procesos de cambios fisiológicos, lo cual se explica a continuación con ayuda de la figura 3.

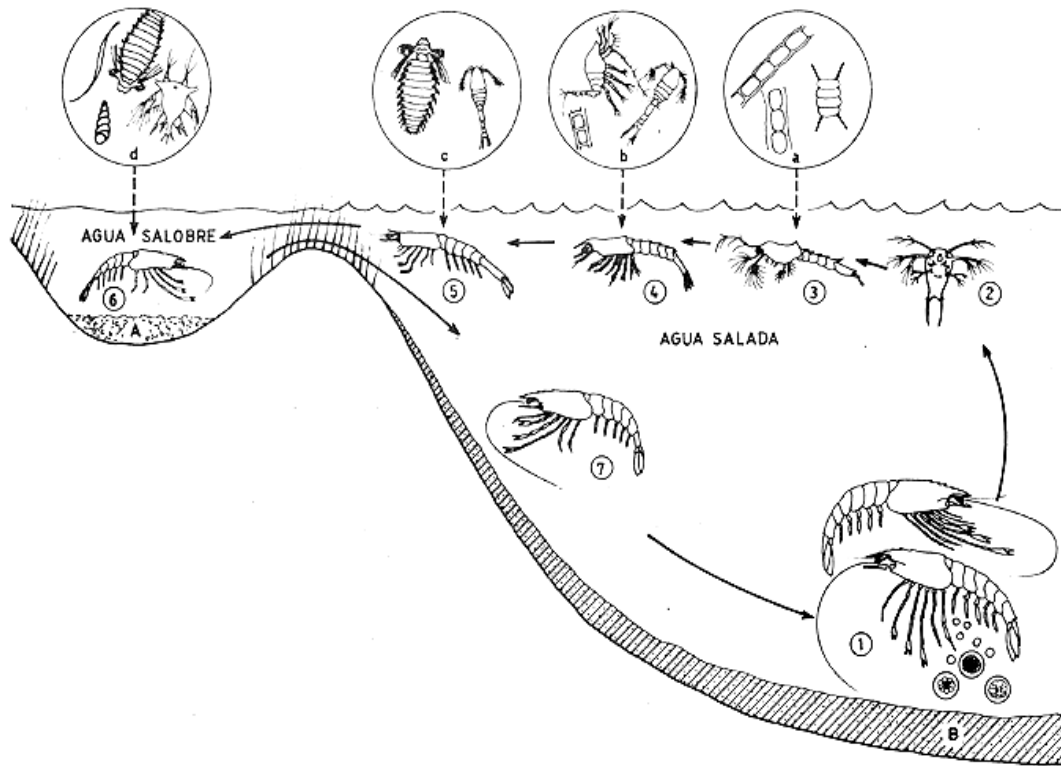


Figura 3 Ciclo de vida más típico de Penaeidae tropical o subtropical del género *Litopenaeus vannamei*. (1) Los adultos desovan en aguas más profundas y de mayor salinidad; (2), (3) y (4) aparecen los estadios larvales de nauplii, protozoeae y mysis en sucesivas mudas acercándose los más avanzados hacia aguas costeras. Las postlarvas (5) penetran en aguas salobres en esteros litorales para nutrirse intensamente y crecer y llegar a juvenil (6). Los pre adultos (7) migran hacia los fondos de desove. La alimentación varía en el transcurso de la vida. Las nauplii se nutren de sus propias reservas; las protozoeae (a) comen fitoplancton; las mysis (b) se alimentan de zooplancton y algo de fito; las postlarvas (c) comen zooplancton y otros organismos pequeños de origen animal. Los juveniles se nutren de pequeños animales del bentos y del plancton. El substrato es blando, siendo más fangoso en la región de los esteros (A) que en mar abierto (B). Tomada de FAO, 2010.

2.2.3. Hábitos alimenticios de *Litopenaeus vannamei*.

El camarón presenta diferentes hábitos alimenticios durante su ciclo de vida. Como larva juvenil (zoea) es planctónico, filtrando algas microscópicas y otros materiales suspendidos en el agua. Como larva adulta (mysis) es mayormente depredadora consumiendo generalmente proteína animal como *Artemia*. Luego de la metamorfosis a postlarva/ juvenil se vuelven carroñeros bentónicos, nutriéndose de una variedad de alimentos, y siendo omnívoros el resto del ciclo (Fox, 2001).

Los hábitos de alimentación pueden ser nocturnos y la sensibilidad a la luz determina el ascenso y la actividad alimenticia, por lo cual dicha sensibilidad debe considerarse para la elección de los regímenes de alimentación. Hasta donde se conoce, los penaeidos se describen como “omnívoros oportunistas” y experimentalmente se ha observado, que estos organismos muestran preferencias cuando tienen la oportunidad de escoger el alimento. En este caso si las diatomeas dominan en el medio, se alimentaran principalmente de este grupo, siendo esto el punto de partida para otorgarle importancia al fitoplancton en un estanque camaronícola (Rodríguez, *et al.*, 2004).

2.2.3.1. Generalidades del fitoplancton.

El plancton está compuesto de organismos de origen vegetal (fitoplancton) y animal (zooplancton) que flotan en el agua. El fitoplancton es la base de la cadena alimenticia en el mar y en otros cuerpos acuáticos, siendo así uno de los principales productores primarios de alimento. La introducción de determinadas especies de fitoplancton, produce mejores resultados en términos de sobrevivencia, crecimiento y factor de conversión, que cultivándolos en aguas claras, sin fitoplancton, además el fitoplancton es el principal productor de oxígeno dentro del estanque durante el día, pero durante la noche, respiran al igual que el resto de los organismos, consumiendo gran parte del oxígeno disponible, aunado a esto, una alta producción de fitoplancton trae como consecuencia una disminución de la penetración de la luz, provocando una disminución de la producción fotosintética (Cano, 2003).

Los grupos de fitoplancton deseables en los estanques de camarón marino son las diatomeas y las algas verdes, se consideran benéficos y son parte de la cadena alimenticia que incluye la mayoría de los invertebrados acuáticos y las larvas de peces. Por el contrario, los dinoflagelados y las cianobacterias se asocian a una pobre calidad del agua y eutrofización (Rodríguez *et al.*, 2004).

2.3. Sistemas de producción de *Litopenaeus vannamei*.

2.3.1. Tipos de producción.

El cultivo de camarón marino, *Litopenaeus vannamei*, se puede clasificar en 5 sistemas de producción, (Hernández *et al.*, 2005):

- A. Sistema artesanal: Se caracteriza por usar larvas silvestres, mediante el uso de compuertas que se abren en épocas lluviosas, usualmente se producen las larvas sin ningún tipo de selección. Los rendimientos pueden ser hasta 327 kg/ha/año.

- B. Sistema extensivo: Se hacen hasta tres ciclos por año, con duración de 75 a 90 días, haciéndolos coincidir principalmente con la época lluviosa con extensión al período de transición entre ésta y la época seca. La postlarva que es de origen silvestre y el aprovisionamiento es por apertura de compuertas en marea alta sin selección y complementada por captura de semilla o “larveo”, usualmente con algún tipo de selección; no existe un verdadero conteo de la “semilla” sino una estimación empírica de tipo volumétrica (“cumbada”) y, por supuesto, no hay registro de mortalidad a la siembra.
Las densidades de siembra no sobrepasan las 5 ó 6 postlarvas por metro cuadrado. Al igual que el sistema anterior, el abastecimiento de agua es por apertura de compuertas durante los días con las mareas más altas (> 2.9 metros). El rendimiento suele ser superior a 327 e inferior a las 636 kg/ha/año.

- C. Sistema extensivo-mejorado: Las unidades que operan bajo ese concepto también realizan tres ciclos de cultivo por año (> 90 días) y se abastecen de agua por apertura de compuertas durante los días con mares más altas, aunque distinguen del anterior

sistema porque se trata de evitar al máximo la entrada de postlarva silvestre y de otras especies indeseables colocando marcos de zaranda en serie, desde 4 x 4 (6.4 mm²) hasta 64 x 64 (0.4 mm²) e intercambiándolos cuando se colmatan con basura.

Los estanques se siembran solo con postlarva de laboratorio, a una densidad de 5 a 8 por metro cuadrado, dependiendo de la facilidad para recambiar el agua; también registran mortalidad a la siembra; además, se les alimenta con concentrado conforme a una tasa de aplicación basada en el incremento de peso corporal, distribuyéndolo de tres a cuatro veces por día, ya sea “al voleo” o en charola.

Los recambios de agua se restringen a los días con altura mareal más alta (> 2.9 metros), ajustándose a las 3 ó 4 horas efectivas de marea. El resto de prácticas culturales son similares al sistema extensivo. El rendimiento varía entre 455 y 1000 kg/ha/año.

- D. Sistema semi-intensivo: Se diferencia del anterior por las siguientes características: las nidadas productoras son abastecidas por bombeo accionado por motores diesel, usualmente de 30.5 a 40.6 cm. de caudal. Esta facilidad les permite abastecerse durante más días del mes lunar al no depender tanto de las mareas más altas. Si los estanques cuentan con canal reservorio, los recambios de agua son más frecuentes garantizando así mejor calidad del ambiente de cultivo. Las facilidades anteriores permiten que los estanques se pueblen exclusivamente con semilla de laboratorio a densidades entre 10 y 20 postlarvas por metro cuadrado. El resto de prácticas culturales son similares al sistema anterior. Usualmente, el rendimiento es superior a las 1000 kg/ha/año.
- E. Sistema intensivos: La densidad de siembra es de 30 - 40 larvas/m². Es necesario ubicar alrededor de 4-6 aireadores por hectárea para incrementar la concentración de oxígeno disuelto. Con un manejo adecuado después de 4 meses se podría alcanzar pesos promedios de 12 a 14 gramos para cosechar. Dependiendo en manejo que se le dé se obtienen rendimientos de 2000 kg/ha/año.
- F. Sistema super intensivo: La densidad de siembra es de 50-100 larvas/ m². Se necesitan de 8-10 aireadores por hectárea, a los 4 meses se podría alcanzar pesos

promedio de 12 gramos para cosechar. Los rendimientos anuales para este tipo de cultivo oscilan alrededor de los 5000 kg/ha. (UCA, 2010).

2.4. Manejo de la granja.

La planificación, implementación de un protocolo ajustado a las condiciones de la granja y el manejo adecuado de la misma, permiten alcanzar al final del proceso productivo, los resultados económicos esperados. Un aspecto importante es que desde la primera fase se establezca y mantengan las condiciones ambientales óptimas en el estanque, para que las postlarvas o juveniles se desarrollen normalmente. (Cuellar, *et al.*, 2010).

2.4.1. Selección del sitio para la ubicación de la granja.

Las granjas no deben estar dentro de los bosques de manglar, si son granjas establecidas se debe de contar con un programa de resiembra de manglares en zonas de la finca, o estar bajo normativas gubernamentales en las que se comprometan a no dañar el manglar, humedal o playón en el que se encuentren. Los desperdicios de las actividades de la finca no deben botarse en el bosque manglar, y se debe contar con un plan de manejo de desechos (Chávez, 2003).

Entre los factores que se deben considerar a la hora de seleccionar un terreno adecuado para el cultivo de camarón, están los siguientes:

1. Eficiencia costo-beneficio y la salud ambiental
2. Valor del sitio donde se va operar una granja de camarón en relación con el valor intrínseco previo (costo oportunidad)
3. Efectos en la economía local y regional
4. Cambios en el valor de otros sitios dentro del mismo ecosistema como resultado del cultivo
5. Verificar que no sean zonas de inundaciones (Cuellar, *et al.*, 2010).

2.4.2. Características del suelo.

Los suelos potencialmente ácidos y con sulfatos deben ser excluidos en la selección para la construcción de camaroneras. Sin embargo, los suelos moderadamente ácidos pueden ser tratados para mejorar su pH, mediante el proceso de encalado con Carbonato de Calcio. Otra característica importante para la selección del sitio es el contenido de materia orgánica del suelo, cuando este es orgánico, no deberá ser usado para la construcción de estanques, por la dificultad del movimiento de tierra, compactación y los consecuentes problemas que se presentaran en el proceso productivo debido al pH ácido (Cuellar, *et al.*, 2010).

La textura del suelo deberá ser de composición apropiada y se debe encontrar a una profundidad de por lo menos 50 cm por debajo del fondo del estanque. Debe tener un alto contenido de arcilla y limo, para reducir la pérdida de agua por infiltración y facilitar la compactación de los muros, reduciendo la erosión (Cuellar, *et al.*, 2010).

Los suelos arenosos pueden seleccionarse siempre y cuando se utilice tecnología que impida la infiltración del agua. Si en el proceso de diseño y construcción no se contemplan aspectos técnicos apropiados, sería un error ubicar las granjas de camarones sobre suelos arenosos o áreas con infiltración o descarga de agua salada (Chávez, 2003).

Se deben construir granjas en áreas que no han sido expuestas previamente a actividades agroindustriales, así como tampoco a desarrollos urbanos o que estén sujetas a la influencia de drenajes agrícolas. Ya que dichos suelos podrían tener acumulación de agroquímicos y contaminantes ambientales tales como metales pesados y otros materiales nocivos (Bolaños, 2004).

2.4.3. Manejo del estanque.

En todo manejo de un estanque camaronero se deben cumplir ciertos procedimientos básicos. (Figura 4)

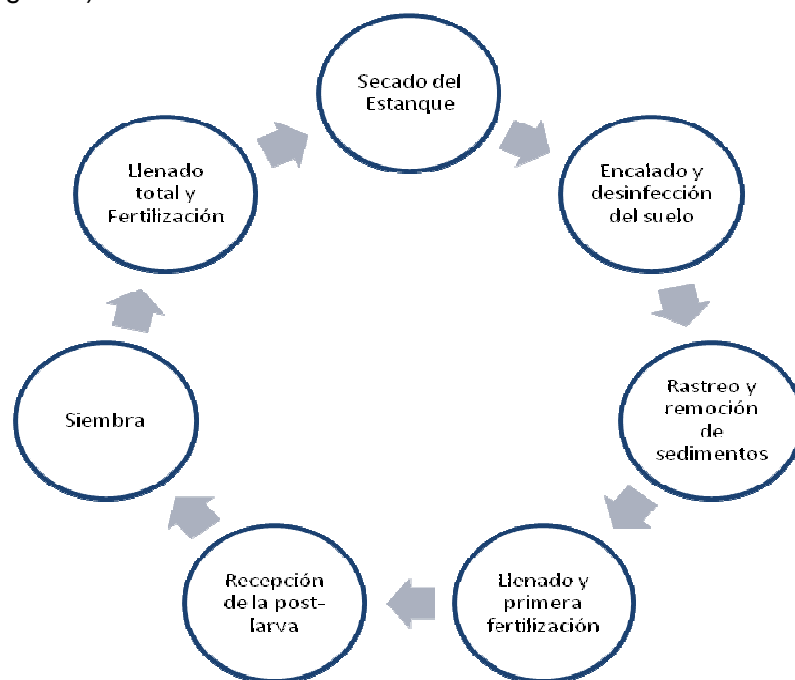


Figura 4. Mapa conceptual del manejo de un estanque camaronero.

2.4.3.1. Preparación de los estanques.

Es necesario dejar reposar o restaurar el medio ambiente en granjas camaroneras, mediante la interrupción de la producción. (Figura 5) La desinfección del estanque comprende limpieza y tratamiento de estructuras y del fondo luego de cada cosecha (Figura 6), para lo cual se combina la acción de la radiación solar durante el secado, con la aplicación de cal u otros agentes químicos (Chávez, 2003).



Figura 5. Preparación de estanques. Figura 6. Limpieza de estanques.

Los fondos de los estanques deben de ser secados completamente, cuando menos después de tres o cuatro ciclos de producción y con más frecuencia si es necesario (CIDEA-UCA, 2006).

2.4.3.2. Drenado total.

El estanque debe ser drenado totalmente una vez finalizada la cosecha. Las áreas que no puedan ser drenadas totalmente deben ser desinfectadas con cal viva. Una vez finalizado el drenaje, las compuertas de entrada y salida de agua de los estanques deben ser selladas para evitar la entrada de agua durante las mareas altas, permitiendo de esta manera que el sol y el viento realicen el proceso de secado total (Figura 7). (Cuellar, *et al.*, 2010).



Figura 7. Drenado de estanque.

2.4.3.3. Secado del estanque.

Esta estrategia conocida como vacío sanitario, tiene como uno de sus objetivos el poder romper los ciclos de reinfección, eliminando así las fuentes de una enfermedad en los estanques y reservorios. Este proceso se realiza durante la estación seca, permite también realizar mejoras y reparaciones importantes en la infraestructura de las granjas, así como acondicionar los fondos de los estanques para crear un ambiente saludable para los camarones del siguiente ciclo, garantizando estanques libres de sustancias nocivas, patógenos y predadores que pudieran incrementar las mortalidades afectando el rendimiento final de las cosechas (Chávez, 2003 & Rojas, *et al.*, 2005).

El secado del estanque debe ser hasta que el fondo desarrolle cuarteaduras de 5 a 10 cm de profundidad (Figura 8). El tiempo para lograr todo esto depende de la textura del suelo, temperatura del aire, de las condiciones de viento, de las lluvias y de la infiltración del agua proveniente de suelos cercanos. Un secado adecuado, por lo general se da de dos a tres semanas. En épocas lluviosas esto suele ser más difícil, pero por lo general un secado adecuado debe hacerse al menos una vez al año si no es factible entre cada ciclo productivo (UCA, 2010).

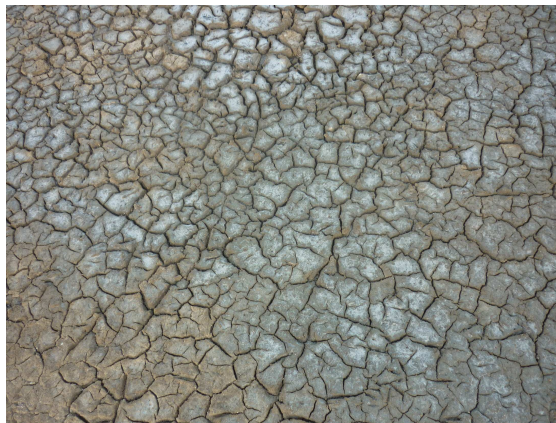


Figura 8. Cuarteaduras en el fondo del estanque.

2.4.3.4. Extracción de materiales extraños de los estanques.

La limpieza de los estanques debe convertirse en una práctica de rutina antes de iniciar un ciclo de producción y durante el mismo, ya que de esta depende el buen desarrollo de las

actividades de producción, así como la integridad física de los trabajadores (Cuellar, *et al.*, 2010).

2.4.3.5. Evaluación de la condición del fondo de los estanques.

Los principales parámetros que determinan el estado o condición del fondo de los estanques, son el porcentaje de materia orgánica y el pH del fondo. Si el suelo del estanque presenta condiciones ácidas ($\text{pH} < 7$), se deberá aplicar preferiblemente cal agrícola para corregir la acidez (subir el pH) (Bolaños, 2004).

Otra evaluación importante del estado o condición de los fondos de los estanques y canales reservorios, es la determinación del grado de contaminación por presencia de plantas invasoras (malezas marinas) y crustáceos. En caso de presencia de plantas invasoras, se debe considerar la aplicación de prácticas de manejo tendientes a reducirlos o eliminarlos, pues podrían afectar negativamente la producción de camarones (Figura 9) (Chávez, 2003).



Figura 9. Evaluación de fondo de los estanques

2.4.3.5.1. Manejo de sedimentos.

El camarón pasa la mayor parte de su tiempo en el fondo del estanque, por lo que es esencial para su salud que los suelos sean mantenidos en buenas condiciones de manera permanente. Un problema mayor es la acumulación de sedimento suelto, ya sea de fuentes externas al lugar o del sitio mismo (Cuellar, *et al.*, 2010).

Las granjas camaroneras deberán almacenar o disponer de los sedimentos removidos de los estanques, canales y estanques de sedimentación, de tal forma que no causen ningún impacto ambiental o salinización de la tierra y aguas cercanas. Una práctica común y adecuada de las granjas es extraer la capa de sedimento que se acumula en el fondo después de 5 ciclos de cultivo y usarla para restaurar las secciones transversales de los muros, mejorando así los taludes, la altura y la corona. En esta operación se debe hacer una buena compactación, para evitar que este material contamine el estanque por erosión o deslizamientos (Chávez, 2003).

2.4.3.6. Encalado y desinfección del suelo.

El encalado se lleva a cabo para subir el pH en el caso de suelos ácidos y para mejorar la alcalinidad del agua (Figura 10). Muchos suelos son ácidos por naturaleza, ya que tienen bajas concentraciones de iones básicos o altas cantidades de materia orgánica. Suelos con sulfato ácido potencial, llegan a ser altamente ácidos cuando se secan, porque la pirita férrica contenida en ellos es oxidada a ácido sulfúrico (Cuellar, *et al.*, 2010).



Figura 10. Encalado de estanques.



Figura 11. Aplicación de cal en estanques

El mejor tiempo para la aplicación de cal es mientras el suelo aun conserva cierta humedad ya que esto ayuda a una mejor reacción neutralizadora y a una mejor incorporación de la cal al fondo (Rojas, *et. al.*, 2005). (Figura 11)

El uso de cal es muy ventajoso ya que posee costos no tan elevados, por lo cual a veces los productores tienden a abusar de este recursos, pero también en exceso tiene efectos

nocivos al camarón, aportando decoloración, olores y sabores químicos, por lo que su uso es de mucho cuidado en cuanto a cantidades, por esta razón se recomienda la estimación previa de cuánto debe usarse según las hectáreas a usar y el pH del suelo. (Cuadro 2) (UCA, 2010)

Cuadro 2. Cantidad de cal a aplicar según pH de suelo.

pH	Cal agrícola (Kg/ha)
Mayor a 7.0	0
7.0-6.5	500
6.5-6.0	1000
6.0-5.5	2000
Menor a 5.5	3000

(Fuente: UCA, 2010)

2.4.3.7. Rastreo y remoción de sedimentos.

Una vez que el encalado ha finalizado y cuando las condiciones del suelo lo permitan se recomienda remover el suelo usando arados o rastras mecánicas. Esta práctica es indispensable en estanques de más de 5 años de vida útil, con siembras de altas densidades. Labrar el suelo ayuda a incrementar la aireación, y acelera la descomposición de la materia orgánica y oxidación de compuestos reducidos, además ayuda a eliminar concentraciones de las mismas en la superficie ayudando a degradarlas más rápido al mezclarlas con otras capas de tierra y cal (FIAES-UCA, 2008-Rojas, *et. al.*, 2005).

La profundidad usual de labreo es de unos 5-10 cm, usando gradas de discos, el rastreo debe hacerse mientras el suelo aun no esté seco por completo, pero lo suficientemente firme para soportar el tractor y que este no deje huellas o senderos. Se debe realizar en forma paralela y perpendicular al estanque, esto asegura la desintegración completa de los aglomerantes ayudando a su oxidación (FIAES-UCA, 2008).

2.4.3.8. Llenado parcial del estanque.

Cuando se ha terminado el secado se debe realizar un llenado parcial del estanque (Figuras 12 y 13) se añaden nutrientes para promover el desarrollo de fitoplancton y bentos, que es el alimento primario de la postlarva (Pardo, 2003).



Figura 12. Compuerta abierta para llenado de estanque.



Figura 13. Llenado parcial de estanque.

El proceso de llenado debe ser lento y con supervisión estricta, para garantizar un filtrado puntual (limpieza de mallas); además se debe implementar una revisión diaria de los mismos para garantizar su condición. Los filtros no deben ser removidos de las estructuras de entrada y salida durante por lo menos los primeros 30 días de cultivo, con el fin de evitar la fuga accidental de las postlarvas (Figura 14) (Cuellar, *et al.*, 2010).



Figura 14. Sellado de compuertas.

2.4.3.9. Manejo de la productividad natural.

Una buena productividad natural ahorra alimento manufacturado. La concentración y tipo de alga presente en la columna de agua tiene un efecto directo en la calidad del agua. Las algas producen oxígeno durante las horas de luz solar. También ayudan a controlar las concentraciones de amoníaco absorbiéndolo del agua. Sin embargo, la concentración excesiva de algas puede dar por resultado bajas concentraciones de oxígeno disuelto (Haws, *et al.*, 2001).

Existen dos elementos principales en el manejo de la productividad primaria de los estanques de camarón: preparación del estanque entre ciclos de producción y el monitoreo y mantenimiento de la calidad del fondo del estanque y parámetros del agua. La preparación adecuada le da a la postlarva y juvenil de camarón un ambiente con condiciones adecuadas, tan libre de estrés como sea posible y con un abundante abastecimiento de organismos alimenticios naturales (algas) (Jory, 1998).

Los pasos más críticos en el manejo de la productividad natural son los recambios de agua y fertilización, ambos durante la preparación del estanque para promover una floración fitoplanctónica vigorosa y una comunidad bentónica saludable antes de sembrar las postlarvas y durante el ciclo para mantener una floración de plancton robusta (Cuellar, *et al.*, 2010).

2.4.3.10. Recambios de agua.

El recambio de agua es un procedimiento de manejo del estanque para minimizar las concentraciones de materiales dañinos así como también las fluctuaciones en los parámetros de la calidad del agua. Los recambios de agua se hacen más críticos al incrementarse la biomasa de camarón, particularmente en sistemas intensivos y súper-intensivos. Las tasas altas de recambio pueden ser perjudiciales y tendrán un efecto negativo sobre la fertilización y productividad natural (Figura 15 y 16) (Jory, 1998).



Figura 15. Compuerta de entrada a estanque de agua nueva.



Figura 16. Tubo para bombeo de agua desde el reservorio.

2.4.3.11. Fertilización.

La fertilización es una actividad rutinaria durante el ciclo de cultivo ya que sirve para restituir nutrientes y organismos alimenticios que se pierden durante el recambio de agua y la cosecha. En la medida en que los granjeros tienden a recambiar menos agua o a suspender el recambio, las tasas de fertilización se reducen (Fox, 2001).

Los fertilizantes contienen nutrientes que promueven el crecimiento del fitoplancton, que es el primer eslabón en la cadena alimenticia del estanque y el cual culmina con la producción del camarón. La fertilización debe estar dirigida a promover el crecimiento de las algas de mayor beneficio para el cultivo, como por ejemplo las diatomeas (Cuellar, *et al.*, 2010).

Sin embargo, las aplicaciones excesivas de fertilizantes incrementan los costos de producción de la operación y pueden producir desequilibrios en las condiciones de calidad de agua tanto en el sistema del estanque como en el medio natural a donde son liberadas las aguas de descarga durante los recambios (Rojas, *et. al.*, 2005).

Antes de hacer una aplicación de fertilizantes, se debe verificar que el estanque se encuentra cerrado; es decir, sin recambio de agua en ese momento. Esto evitará pérdida del producto, descargas al ambiente y se conseguirá buena efectividad del mismo en el estanque. Debe permitirse al fertilizante actuar por lo menos 24 horas, sin realizar en este tiempo recambios hídricos (Cuellar, *et al.*, 2010).

2.4.3.11.1. Fertilización química.

La fertilización se debe hacer ya sea con fertilizantes químicos u orgánicos, los químicos más usados son el nitrógeno y fosforo. (Figura 17) La fuente común de fosforo es el ortofosfato, pero el nitrógeno suele ser suplido con urea, amonio o nitratos. Sin embargo la urea se hidroliza rápidamente a amonio, y el amonio no suele ser aceptable en estanques porque es toxico en determinadas condiciones. Los fertilizantes químicos se deben usar solamente cuando sea necesario incrementar la abundancia de fitoplancton. También se debe evitar aplicaciones excesivas de fertilizantes como urea y amonio y más bien se prefiere el uso de fertilizantes líquidos, pero si se utilizan fertilizantes granulados asegúrese de la dilución correcta, la cual puede hacerse con agua del propio estanque a fertilizar (Figura 18) (FIAES-UCA, 2008).



Figura 17. Fertilizante químico Triple15 Figura 18. Dilución de fertilizante químico

2.4.3.11.2. Fertilización orgánica.

Los fertilizantes orgánicos más usados son estiércol de gallinas, cabras, ovejas, patos, cerdos, conejos, ganado bovino y caballos. Los sedimentos de los biodigestores de gas, la melaza de los ingenios de azúcar, el compost vegetal, los desperdicios de cocina y el agua utilizada en los mataderos de animales son otros ejemplos de fertilizantes orgánicos. Los productos vegetales no son tan fáciles de ser contaminados con metales pesados y antibióticos como los estiércoles. En general los fertilizantes orgánicos favorecen organismos que son alimentos para los camarones y postlarvas, pero tienen como desventaja causar bajos niveles de oxígeno disuelto y deteriorar las condiciones del fondo (FIAES-UCA, 2008 & Fox, 2001).

El uso de estiércoles como fertilizantes orgánicos debe ser evitado, a menos que su calidad pueda ser confirmada. El uso en estanques de fertilizantes orgánicos es menos deseable que los fertilizantes inorgánicos, ya que su contenido de nutrientes es altamente variable y su descomposición puede causar problemas en la calidad del agua. Si el administrador quiere usar fertilizantes orgánicos, es preferible el uso de alimentos y productos vegetales baratos de plantas en lugar del estiércol animal (Cuellar, *et al.*, 2010).

2.4.3.12. Generalidades de la melaza.

La melaza es un jarabe oscuro, viscoso que proviene de la separación de la azúcar cruda en el proceso de elaboración del azúcar refinado, los azúcares que constituyen la melaza incluyen: sacarosa, glucosa, levulosa, maltosa, lactosa y azúcares reductoras (Figura 19) (Talavera, *et al.*, 1998).



Figura 19. Melaza de caña.

La melaza es un buen suplemento energético, con un alto contenido de hidratos de carbono simples, de un agradable sabor y que contiene los minerales: potasio, hierro, fósforo, calcio y sodio (Lastras, 2009).

La melaza de caña tiene un contenido en proteína bruta de 4%, y sin diluir tiene un valor de 80-90 grados brix. La fracción nitrogenada es totalmente soluble, estando constituida en un 50% por aminoácidos (principalmente aspártico y glutámico) y en un 50% por nitrógeno no proteico. La proporción de aminoácidos esenciales es muy baja. Las melazas presentan altos contenidos en cenizas. Las de caña son ricas en calcio, cloro y magnesio y las de remolacha en sodio y cloro (Cuadro A1) (FEDNA, 2003).

2.4.3.12.1. Descomposición de materia orgánica en los estanques de cultivo de camarón marino.

Las bacterias descomponen rápidamente la materia orgánica en presencia de oxígeno y producen productos finales beneficiosos para la producción, como dióxido de carbono y agua; mientras que en ausencia de oxígeno, la materia orgánica es descompuesta anaeróbicamente produciendo productos tóxicos tales como sulfuro de hidrógeno, nitrito y metano. También, la descomposición de la materia orgánica está influenciada por factores tales como: temperatura, pH y naturaleza de la materia orgánica. La descomposición es mayor cuando la temperatura y pH se incrementa hasta niveles de 35 °C y 8.5, respectivamente (Talavera, *et al.*, 1996).

Básicamente los elementos químicos que constituyen la materia orgánica son carbono y nitrógeno, los cuales también químicamente constituyen a las bacterias en un 50% de carbono y 10% de nitrógeno; además, a través de la degradación son capaces de asimilar el carbono orgánico disponible en aproximadamente el 5%. Si en el ambiente de cultivo existe materia orgánica con muy poco nitrógeno, no habrá suficiente cantidad de este elemento para completar la descomposición. Si las bacterias degradadoras de materia orgánica no encuentran nitrógeno suficiente, ellas extraerán éste a partir de las formas existentes en el agua: nitratos y amonio. De no ser así, estas desaparecerán del estanque. Por lo tanto para que exista biomasa bacterial en los estanques debe haber materia orgánica en cantidad suficiente (Talavera, *et al.*, 1996).

2.4.3.12.2. Aplicación de melaza en los estanques.

La melaza, es una fuente de carbono orgánico utilizada en los cultivos de camarón, lo cual es beneficioso para aumentar la relación C:N, incrementar sustrato para el crecimiento bacterial y de esta manera reducir la concentración de nitrógeno inorgánico, que provoca la deteriorización del agua y metabolitos tóxicos causantes de mortalidades en los sistemas de cultivo. Además el carbono orgánico aportado por la melaza es requerido por las bacterias y algas, en la constitución de sus membranas y organelos y como fuente de energía principalmente en el proceso de fotosíntesis. A su vez las bacterias y algas constituyen el eslabón inicial de la cadena trófica de alimento natural en un estanque, ya sea del plancton en la columna de agua y del bentos en el suelo (Sócola, 2003).

La aplicación de melaza en forma líquida en las entradas del estanque o diluida en agua sobre la superficie del estanque (Figura 20 y 21), en cantidades que van desde de 5-12 galones por hectárea es una forma de aplicar carbono orgánico particulado, de fácil disponibilidad, que contribuirá en la proliferación de bacterias benéficas y la constitución estructural de diatomeas y otros organismos acuáticos, que al final constituyen el detritus (Talavera, *et al.*, 1996).



Figura 20. Aplicación de melaza en estanque.



Figura 21. Aplicación de melaza al voleo

En varios países también se está utilizando una fórmula conocida como “vómito”, por su color y olor característico. El contenido de la formulación es la siguiente: 30 Kg. /Ha de Nitrato de Amonio, 15 Kg. /Ha de fosfato di-amónico, 30 Kg. /Ha de Melaza (d.e. 1.4 Kg. /litro), 62 Kg. /Ha de Gallinaza. Todas estas cantidades se dejan fermentar por un lapso de tiempo de 1-2 días, y luego agregados al estanque en forma líquida dividiéndola en tres dosis por semana. Esta fórmula se utiliza tanto para el control de bacterias; así como, en la proliferación de algas en la columna de agua; mejorando hasta cierto punto, el equilibrio en parámetros de calidad de agua (Talavera, *et al.*, 1996).

Las dosis de melaza utilizadas en estanques de camarón en Panamá, para la preparación y mantenimiento de la floración algal en la columna de agua, oscilan entre 12-17 galones/Ha/semana; en el Perú, ciertas camaronerías lo usan solamente con el objetivo de controlar la proliferación de ciertas bacteria del genero *Vibrio*, en dosis de 5-7 galones/Ha/semana (Talavera, *et. al* 1998).

En El Salvador el uso de la melaza tiene una importancia subestimada, por los beneficios antes mencionados, además de su bajo costo de adquisición y fácil acceso para el productor, mejora notablemente la producción camaronera. El Salvador es un país productor de caña de azúcar con lo que obtiene una ventaja frente a su contraparte química. Otra de las razones de suma importancia del uso de melaza en El Salvador, es que al utilizar este subproducto agrícola, el camaricultor puede optar por una certificación de un sello verde, el cual, según La Organización Internacional de Normalización o ISO por sus siglas en ingles,

le permite al camaricultor establecer un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) efectivo. La norma está diseñada para conseguir un equilibrio entre el mantenimiento de la rentabilidad y la reducción de los impactos en el ambiente; con el apoyo de las organizaciones es posible alcanzar ambos objetivos. La norma específica es ISO 14000, que va enfocada a cualquier organización de cualquier tamaño o sector que esté buscando reducir los impactos en el ambiente y cumplir con la legislación en materia ambiental. (ISO, 2004)

Al obtener esta certificación los productores se ven beneficiados al poder exportar sus productos a consumidores que exigen certificaciones medioambientales. Además al acreditarse con este sello verde avalado por la normativa ISO 1400, los productores pueden optar por mejoras constantes al conocer el mercado mundial y mantenerse informado de nuevas tecnologías. (ISO, 2004)

2.4.3.13. Llenado total y fertilización después de la siembra.

El llenado total se realiza en épocas de mareas altas, y se hace ya sea abriendo compuertas ó por bombeo, el llenado total sirve para mejorar las condiciones del oxígeno disuelto (Figura 22) (UCA, 2010).



Figura 22. Estanques llenos después de siembra.

La fertilización se realiza según sea la necesidad de incrementar la turbidez, no existe una cantidad estándar, ya que cada camaricultor lo hace según lo requiera el estanque, a mayor transparencia, mayor necesidad de fertilización, y si por el contrario, el agua del estanque está muy turbia se hacen recambios para eliminar cantidades excesivas de algas (UCA, 2010).

2.4.3.14. Manejo de depredadores y competidores.

Los depredadores traen problemas en la productividad de las granjas camaroneras, ya que pueden reducir la población de camarones, propagar y difundir enfermedades, competir por el alimento de los camarones y en casos donde los depredadores son caimanes o cocodrilos, se pueden poner en riesgo vidas humanas (Cuellar, *et al.*, 2010).

Se debe considerar como primera opción, la implementación de medidas de exclusión para disminuir la presencia de depredadores y competidores en la granja. Entre las prácticas más usadas están (CIDEA-UCA, 2006):

- a) Las compuertas de entrada y salida de los estanques deben tener mallas de filtración.
- b) Utilizar apropiadamente los plaguicidas, como los organofosforados.
- c) Las entradas y salidas del agua no deben ser construidas cerca de los manglares, de lo contrario los cangrejos y otros animales entrarán a los estanques.
- d) La depredación por pájaros debe de ser minimizada por métodos no letales, como colocando trampas ó espantapájaros, si es posible. Para controlar a los predadores, se debe utilizar los mecanismos más inofensivos para el ambiente.

2.4.3.15. Prevención de fuga de camarones.

Los productores de camarón deben tomar todas las medidas razonables y prácticas posibles para asegurarse que los camarones por ningún motivo se escapen al ambiente, siendo una medida que tiene repercusión económica y ambiental. Las estructuras con mallas deben estar en buenas condiciones y ser adecuadas al tamaño del camarón (Cuellar, *et al.*, 2010).

2.5. Siembra de postlarvas.

2.5.1. Densidad de siembra.

La densidad de siembra debe determinarse con base en la supervivencia y la capacidad de carga (Figura 23). Por lo general la densidad de siembra depende del tipo de manejo del estanque, además que debe analizarse la calidad de la postlarva (Anexo 1), para estanques

extensivos se maneja una densidad de siembra que no sobrepasa los 5-6 postlarvas por metro cuadrado, en estanques semi extensivos la densidad ronda las 5-8 postlarvas por metro cuadrado, en sistemas semi-intensivos la densidad oscila las 10-20 postlarvas por metro cuadrado (CIDEA-UCA, 2006).



Figura 23. Determinación de densidad de siembra de postlarvas.

2.5.2. Aclimatación de postlarvas.

2.5.2.1. Procedimiento de aclimatación y programa para postlarva 5 a 11 (postlarva - 5 a postlarva-11).

Inmediatamente después de finalizado el traslado de las postlarvas (Figura 24), se debe agregar lentamente agua de los tanques reservorios a través de un sistema de flujo continuo de tal forma que el volumen del tanque no cambie.(Figura 25). El cambio en la salinidad debe ser cuidadosamente monitoreado. Se debe medir la temperatura, el oxígeno y la salinidad cada 30 minutos y el pH cada hora. Para aclimatar la temperatura se recomienda una tasa de cambio de 1°C/h. Una buena estrategia es mantener la temperatura constante a 25°C por el primer 75% del tiempo de aclimatación (mientras se ajusta la salinidad) y luego ajustar lentamente la temperatura hacia el final del periodo de aclimatación (Figura 26). (Chávez, 2003).



Figura 24. Traslado de postlarvas.



Figura 25. Aclimatación de postlarvas.



Figura 26. Monitoreo de agua de estanques antes de la siembra.

Proveer alimentación durante la aclimatación ayudará a las postlarvas a tener más energía para soportar el estrés ocasionado por la aclimatación. Para esto se recomienda el uso de nauplios vivos de *Artemia*, yema de huevo (cocida) tamizada finamente, hojuela comercial, o *Artemia* congelada. Un hecho comprobado es que dentro de un estanque de cultivo, siempre tendremos camarones en diferente estadio del ciclo de muda. Por lo tanto un porcentaje importante de estos camarones estarán en los estadios de premuda, muda y postmuda, donde no consumen alimento. (Chávez, 2003).

Las variables más importantes a monitorear durante el proceso de aclimatación de postlarvas de camarón, son salinidad, temperatura y oxígeno disuelto. Evitar el estrés y los rápidos cambios ambientales son fundamentales durante la aclimatación (Anexo 2) (Cuellar, *et al.*, 2010).

2.5.3. Siembra.

La siembra se realiza una vez que la postlarva este aclimatada (Figura 27); antes del inicio del proceso de siembra se debe garantizar que el estanque reúna una serie de condiciones que favorezcan un buen desarrollo del cultivo. Éstas se enmarcan en un nivel hídrico adecuado del estanque, buena concentración de fitoplancton (principalmente diatomeas) y parámetros físico-químicos normales; esto no excluye monitorear dichos parámetros durante el proceso de aclimatación y en el momento de la siembra. Además se debe hacer con extremo cuidado, ya que la siembra es un aporte extra de estrés a la larva lo cual puede incrementar la mortalidad (Bolaños, 2004 & Pardo, 2003).



Figura 27. Liberación de postlarvas.

Se recomienda liberar las postlarvas en los estanques tan pronto como sea posible. Idealmente la siembra se debe realizar durante las horas más frescas del día (6-8 am) o durante las horas de la noche. Las postlarvas deben ser liberadas a intervalos de 50 metros desde los tanques de transporte al estanque con la ayuda de una manguera parcialmente sumergida (Figura 28 y 29). También se debe tener el cuidado de liberar las postlarvas del lado del estanque que está a favor del viento pues así el viento y las olas ayudan a dispersarlas después de la siembra. (Rojas, *et. al.*, 2005).



Figura 28. Siembra de postlarva en estanques.



Figura 29. Siembra a intervalos de 50mts.

Cuando se ha hecho un tratamiento del agua del estanque (ej. fertilización, aplicación de melaza, probióticos, etc.) o se ha cerrado el ingreso de agua por haber alcanzado el nivel de operación, se deben esperar 3 días antes de hacer la siembra de las postlarvas para permitir que se estabilicen las condiciones del mismo. De igual manera, se debe confirmar con anticipación mediante monitoreos periódicos de parámetros físico-químicos y biológicos, que las condiciones del agua de los estanques son aceptables para recibir las postlarvas (Chávez, 2003).

2.6. Engorde de postlarvas y/o juveniles.

Una buena alimentación de los camarones hará que crezcan saludablemente, obteniéndose un producto de buena calidad y por lo tanto, de fácil comercialización. Sin embargo, el camaricultor debe ser extremadamente cauteloso en el uso de alimento, ya que es uno de los insumos de manejo más caro, y aplicado en exceso puede deteriorar la calidad del agua y del suelo de los estanques (Hernández, *et al.*, 2005).

La nutrición del camarón está basada en alimentos artificiales suministrados por el granjero y, por una importante variedad de organismos (algas, pequeños invertebrados bentónicos, etc.) y detritos orgánicos, que son parte de la productividad natural y del ambiente marino. Los nutrientes en el alimento manufacturado que no son convertidos en carne de camarón como es el caso de la sobrealimentación, aporte de “finos” (desintegración de pellets por transporte y manipulación inadecuados) y los contenidos en las heces, entran al agua y sobre fertilizan el estanque (Cuellar, *et al.*, 2010).

Se debe considerar durante los cálculos de las raciones diarias de alimento, que los camarones en estadios de pre-muda, muda y post-muda, disminuyen notablemente el consumo y, por consiguiente, la dosis diaria debe estar sujeta a la población que se encuentra en inter-muda, para evitar el desperdicio de parte de la ración (Anexo 3). Las tablas de alimentación ha sido uno de los métodos más utilizados para el control del suministro de alimento, basado en muestreos de crecimiento y de supervivencia para determinar la biomasa del estanque. De esta manera, se determina la cantidad de dieta artificial a ofrecer, considerando el peso individual del camarón y el porcentaje de la biomasa establecido en la tabla usada como guía (Cuadro A2) (Haws, *et al.*, 2001).

El suministro de alimento para camarones, debe ser racional, medido y bajo una buena distribución, para evitar el deterioro de las condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua y del fondo del estanque. Esto conduciría a pérdidas económicas para la empresa. La calidad del alimento es importante para asegurar la salud y el crecimiento de los camarones; los pellets de alimento deben mantener su forma y consistencia (hidroestabilidad) por lo menos un par de horas a partir del momento en que entran en contacto con el agua (Cuellar, *et al.*, 2010).

La alimentación debe realizarse cuando la temperatura no sea baja (mín. 26°C) y las concentraciones de OD en el agua del estanque sean adecuadas (mín. 4.5 mg/L). Suministrar alimento con temperaturas bajas (disminuye el metabolismo del camarón) y/o con concentraciones bajas de OD, puede significar un desperdicio de la ración, porque los camarones en estas condiciones reducen el consumo de alimento (Haws, *et al.*, 2001).

2.7. Cosecha.

El proceso de cosecha del camarón implica la ejecución de un seguido de procedimientos técnicos fundamentalmente y el control de calidad del producto (Figura 30).



Figura 30. Mosaico de proceso de cosecha de camarón. a) Arrastre de camarón a cosechar con trasmallo desde compuerta de entrada. b) Acorralamiento de los camarones. c) Agrupación de los camarones a ser cosechados en redes más pequeñas que faciliten el manejo. d) Extracción de camarones del estanque. e) Mantenimiento de camarones enjaulados para su posterior pesaje. f) Camarones cosechados.

2.7.1. Manejo durante la cosecha.

Para proceder con la cosecha, los camarones deben reunir ciertas condiciones tales como: tamaño apropiado (según el tipo de cultivo y exigencias del mercado), buen estado sanitario (ausencia de enfermedades en ese momento), características organolépticas apropiadas y condiciones físicas aceptables según las exigencias del mercado. La calidad del camarón es esencial para que sea valorado, para lo cual existen una serie de defectos que pueden ser prevenidos con diferentes actividades (Cuadro A3) (Bolaños, 2004; UCA, 2010).

2.8. Manejo de la calidad del agua.

Existen varias acciones que permiten mantener o mejorar la calidad del agua en un estanque, entre las que se incluyen el uso de cal, filtración, fertilización, uso de probióticos,

prebióticos, melaza, manejo adecuado del alimento, aireación y recambio de agua (Haws, et al., 2001).

Los estanques de cultivo de camarón son cuerpos de agua muy dinámicos en los cuales interactúan íntimamente factores físico-químicos como pH, salinidad, temperatura y OD (Oxígeno Disuelto). Ya que la calidad del agua del estanque, es un punto crítico en el proceso de producción, estos parámetros deben ser adecuados y mantenidos dentro de rangos aceptables para el buen desarrollo del camarón (Bolaños, 2004; Cuellar, et al., 2010).

2.8.1. Monitoreo de la calidad del agua.

Según Haws, et al, (2001). El monitoreo de la calidad del agua debe involucrar:

- a) medición diaria de los parámetros físico-químicos.
- b) elaborar y mantener cuidadosamente registros con los valores obtenidos.
- c) análisis e interpretación frecuente de los datos obtenidos.
- d) aplicación de las conclusiones en función de una mejora en las prácticas de cultivo

Es técnicamente imposible pretender manejar la producción en una granja, sin contar con equipos apropiados para el monitoreo de los parámetros (Figura 31). Éstos incluyen por lo menos un disco Secchi (Figura 32) (para medir turbidez del agua), medidor de oxígeno disuelto (oxigenómetro), medidor de pH, termómetros, medidor de salinidad (refractómetro) y microscopio (Bolaños, 2004).



Figura 31. Sonda multiparametro y pHmetro.



Figura 32. Disco Secchi.

2.9. Requerimientos en estanques.

Como ya se ha mencionado la idoneidad de los estanques depende de los monitoreos de los siguientes parámetros:

2.9.1. Oxígeno disuelto.

El oxígeno es el segundo gas más abundante en el agua después del nitrógeno, y de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua depende en gran parte el nivel de estrés en los organismos cultivados, si el estrés es elevado puede ocasionar la pérdida de apetito hasta la muerte (UCA, 2010).

Se recomienda medir los niveles de oxígeno en el agua de los estanques por la mañana antes de la salida del sol y por la tarde entre 2 y 4 pm. Para mantener consistencia en el monitoreo del oxígeno, se recomienda medir el oxígeno de cada estanque siempre en el mismo orden y a la misma hora todos los días (Figura 33) (Rojas, *et. al.*, 2005).



Figura 33. Medición de oxígeno disuelto.

La variación de oxígeno dentro del estanque durante el día es debido a las diferentes fuentes o aportes que se tienen, así pues el oxígeno es mayor en horas del mediodía, cuando existe una intensa actividad fotosintética, y en la noche los niveles bajan debido a que ya no se lleva a cabo la fotosíntesis y se da la respiración por el fitoplancton absorbiendo así oxígeno que ya no es aprovechado por el camarón. Por lo tanto se obtienen valores máximos de oxígeno disuelto al atardecer y los niveles más bajos durante la madrugada (Figura 34) (Figura A1) (Sánchez, 2001).

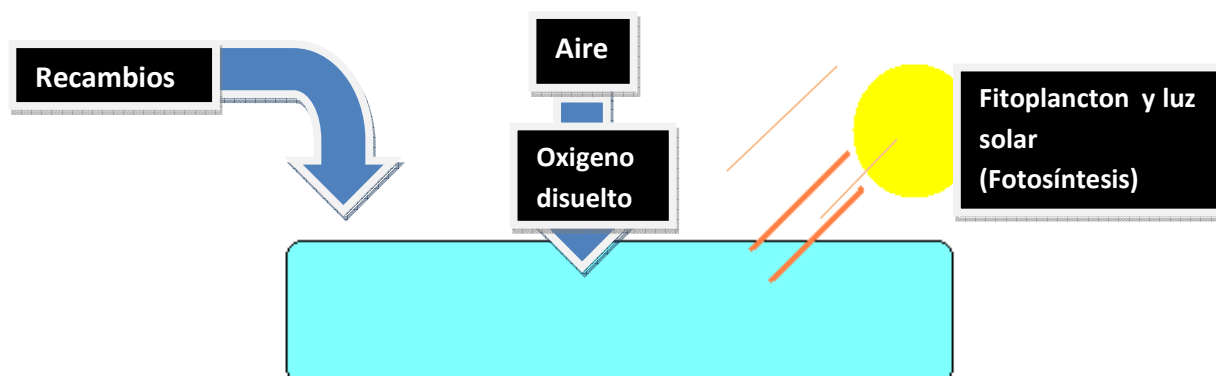


Figura 34. Fuentes de oxígeno en el estanque durante el día.

(Fuente: UCA, 2010)

El oxígeno no debe ser inferior a 3 ppm (5 mg/l), para evitar estrés, que es causa de enfermedades. (Cuadro A4)

Aireación: En sistemas de cultivo semi-intensivos, los aireadores son estrictamente necesarios para asegurar la sobrevivencia de los camarones. La decisión para su uso, está marcada por la concentración de oxígeno disuelto en el estanque, misma que es dependiente de la densidad de población (biomasa), la concentración de fitoplancton y la profundidad del estanque (Figura 35) (Haws, et al., 2001).



Figura 35. Aireadores en estanques.

2.9.2. pH.

El pH en un estanque de producción camaronícola influenciará en el crecimiento del camarón (Figura 36). El rango de pH tomado de 4:00 a 6:00 pm debe estar entre 7.9 y 8.5 si las lecturas se realizan en las horas de la tarde, este pH no debe de variar en más de 1 con respecto al de la mañana. Las variaciones de pH en el estanque están dadas por el proceso de fotosíntesis (Cuadro A5 y Cuadro A6) (UCA, 2010).



Figura 36. Medición de pH en estanque.

2.9.3. Temperatura.

La temperatura de agua se mide directamente en el agua del estanque usando un termómetro común o a través de sondas incorporados a los medidores de oxígeno, pH y similares. Además del valor obtenido, también se debe anotar la hora de la medición. Hay que asegurarse de usar siempre el mismo termómetro para obtener mediciones consistentes (Bolaños, 2004).

Las condiciones de temperatura (C°) para especies acuáticas preferidas para el cultivo del camarón blanco debe ser > 20°C, mientras que las temperaturas letales bajas son de 14°C y las altas de 40°C. (International Aqua Feed, 2010).

2.9.4. Salinidad.

Representa la concentración total de iones inorgánicos disueltos, o sales, en el agua. Esto juega un rol significativo para el crecimiento de organismos de cultivo a través de la osmorregulación de minerales de cuerpo en el agua circundante. Para una mejor supervivencia y crecimiento, un rango óptimo de salinidad debe ser mantenido en el agua del estanque. Si la salinidad es demasiado alta, los peces y camarones comenzarán a perder agua al medioambiente. Los camarones jóvenes parecen tolerar una mayor fluctuación de salinidad que los adultos. Los cambios drásticos de salinidad pueden también alterar la fauna del fitoplancton y sus densidades de población, y llevar a inestabilidad del ecosistema. Reducir la salinidad por más de 5 ppm, a cada vez de intercambio de agua, no se recomienda. Los rangos óptimos para agua de mar oscilan entre 0.5-30ppt. (International Aqua Feed, 2010).

2.9.5. Turbidez.

La turbidez nos indica la carga algal que el estanque posea, así como también la turbidez es dada por la materia orgánica, sustancias húmicas y material inorgánico como arcillas presentes en el agua del estanque (Rodríguez, et al., 2004).

La visibilidad de disco Secchi es la profundidad en centímetros a la cual el disco deja de ser visible cuando este es sumergido en el agua del estanque. Usualmente existe una relación inversa entre la visibilidad del disco y la abundancia de plancton (Figura 37). (Cuadro A7)(Cuellar, et al., 2010; Rojas, et. al., 2005).



Figura 37. Monitoreo de turbidez por uso de disco secchi.

Se debe mantener un rango de 70.000 - 150.000 células por mililitro lo que en el Disco Secchi equivale a una profundidad de 40 cm. (Haws, et al., 2001).

2.9.6. Manejo de efluentes.

El agua debe ser descargada de los estanques tan despacio como sea práctico. El itinerario de descarga de los estanques debe ser escalonado para minimizar el flujo del agua en los canales de descarga para reducir la erosión y la descarga de agua a través de los bosques de manglar u otras tierras anegadas salobres, debe ser considerada y probada experimentalmente. Se debe reducir el flujo para incrementar el tiempo de retención hidráulica, tanto como sea posible, para incrementar la sedimentación (Cuadro A8) (CIDEA-UCA, 2006).

No se debe hacer recambio justo cuando se hacen aplicaciones de productos tendientes a mejorar la calidad del agua de los estanques. Se debe evitar la descarga de efluentes con residuos de insumos destinados a control sanitario. (Cuellar, et al., 2010).

3. MATERIALES Y METODOS

3. 1. Descripción general del experimento.

La investigación se realizó en la Estación de Maricultura en Los Cóbano, ubicada en el departamento de Sonsonate, que es parte de un área de total de 20,600 hectáreas de la costa del Pacífico salvadoreño, está ubicada entre los 13°32' 40.61" N 89°49' 23.70" O, con una elevación 4 msnm. El tipo de producción que se utilizó fue semi-intensivo con una densidad de siembra de 20 postlarvas por metro cuadrado, las cuales fueron cosechadas a los 90 días de cultivo.

3.1.1. Duración de experimento.

La parte correspondiente al trabajo de campo tuvo una duración de meses meses, iniciando el 23 de agosto y finalizando el 16 de diciembre del año 2011; dividiéndose en dos fases: preparación de estanques del 23 de agosto al 12 de septiembre 2011 y la fase de producción del 13 de septiembre al 16 de diciembre 2011. Luego de esto se procedió al análisis de los resultados obtenidos en la etapa de campo de la investigación.

3.1.2. Distribución de los estanques.

Los estanques que se utilizaron fueron los estanques uno y tres de la Estación de Maricultura de Los Cóbano (Figura 38); para fines de la investigación el estanque N° 1 de la estación correspondió al estanque N° 1 dentro de la investigación, y el estanque N° 3 de la estación correspondió al estanque N° 2 dentro de la investigación.



Figura 38. Distribución de estanques

3.2. Dimensiones de estanques.

Para la metodología de campo se utilizaron 2 estanques que cuentan con las siguientes áreas (Figura 39):

Estanque 1: 4,300 mts²

Estanque 2: 4,256 mts²



Figura 39. Medición de estanques.

3.3. Tratamientos.

Estanque N°1: fertilización química aplicando form ula triple 15.

Estanque N°2: fertilización orgánica aplicando mel aza de caña.

3. 4. Metodología de campo.

3.4.1. Preparación y llenado del estanque para la siembra.

Para llenar el estanque hay ciertos procedimientos puntuales que se llevaron a cabo, los cuales se detallan a continuación en la figura 40:



Figura 40: Preparación y llenado del estanque para la siembra

Durante la preparación y llenado del estanque se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Antes del llenado y luego de la siembra se realizó un programa de fertilización para cada estanque según los tratamientos y como lo indicaban los parámetros fisicoquímicos. (Cuadro 3 y Cuadro 4).

b) Se inició el llenado lo más rápido posible hasta 4/5 del nivel normal funcional, en un periodo de 10 días antes de la siembra, después de la siembra se llenó poco a poco hasta su nivel operacional óptimo.

c) El día anterior a la siembra, se elevó la columna de agua al nivel deseado (1 mt.).

3.4.2. Fertilización.

El siguiente programa de fertilización se realizó 15 días antes de la siembra de postlarva en los estanques, tomando en cuenta el área total de cada estanque y la cantidad de fertilizante a aplicar por cada tratamiento, este programa se realizó midiendo la turbidez diariamente, con la cual se sabía si se necesitaba más fertilización o si esta disminuía.

Cuadro 3. Programa de fertilización inicial y frecuencia de fertilización para el ciclo de cultivo de camarón marino (*Litopenaeus vannamei*).

# Días Inicio de llenado	Triple 15 (Estanque 1)	Forma de aplicar	Melaza pura sin disolver (Estanque 2)	Forma de aplicar
1	2.15kg	Compuerta	5.2 lt.	Compuerta
3	2.15kg	Compuerta	5.2 lt.	Compuerta
5	2.15kg	Compuerta	5.2 lt.	Compuerta
7	4.3kg	Compuerta	10.2 lt.	Compuerta
9	4.3kg	Voleo	10.2 lt.	Voleo
11	6.45kg	Voleo	15.4 lt.	Voleo
14	6.45kg	Voleo	15.4 lt.	Voleo
Siembra				

Durante la fertilización se llevaron a cabo los siguientes procesos:

a) Las dosis de fertilizante Triple15 y melaza se diluyeron previamente a su aplicación dentro del estanque, la dilución se realizó con agua del estanque a fertilizar, con una cantidad suficiente hasta que cada fertilizante se diluyera por completo, el hacerlo con agua del propio estanque fue para no adicionar más agua de la establecida, aplicando las respectivas dosis

en cada estanque a través de la compuerta de entrada o al voleo según indica la cuadro anterior (Figuras 41 y 42)



Figura 41. Dilución de fertilizante Triple15



Figura 42. Dilución de Melaza

b) Al quinto día de llenado, se procedió a realizar un conteo volumétrico de algas y fitoplancton como se detalla más adelante en el capítulo 3.4.3.2; los resultados de estos más los datos de turbidez, oxígeno y color del agua fueron importantes para a realizar el programa de fertilización semanal según las necesidades del estanque, ya que se debe recordar que los estanques son un medio cambiante y vivo, por lo que se tiene que regir la fertilización mediante el análisis de parámetros que indican si se fertilizará más o si ésta debe reducirse según lo establecen diferentes autores como se mencionó ya en la revisión de literatura.

c) Luego en el séptimo día de llenado, se duplicaron las dosis iniciales (Cuadro 3) tomando en cuenta los resultados que se obtenidos al 5to día.

d) Finalmente en el día 10 de llenado se triplicaron las dosis iniciales. Esta última aplicación se realizó al voleo por todo el estanque (Cuadros 3 y 4).

e) Se observó la presencia de mucha espuma en las orillas del estanque 1, que es un indicador de presencia de cianobacterias, por lo que se redujo a media dosis la fertilización para evitar este tipo de floraciones no benéficas dentro del estanque.

3.4.3. Siembra.

3.4.3.1. Cosecha de postlarva.

Antes de la siembra en los estanques de engorde, se realizó la cosecha de postlarva de la siguiente manera (Figura 43):

Se bajó el nivel del agua de la pila donde se encontraban las postlarvas, por medio de sifoneo. Luego de esto se colocó una malla para sacar las postlarvas y así poder depositar las postlarvas en cubetas de 10 lts. Las cubetas fueron llevadas a tanques con capacidad de 200 lts.



Figura 43. Postlarvas de camarón para conteo.

3.4.3.2. Conteo volumétrico.

La cantidad de siembra por estanque, tomando en cuenta la densidad de siembra es de 20 postlarvas por m^2 fue entonces de:

Estanque 1: $4,300\text{m}^2 \times 20$ postlarvas = 86,000 postlarvas

Estanque 2: $4,256\text{m}^2 \times 20$ postlarvas = 85,1200 postlarvas

Debido a que el control y monitoreo de los parámetros físico-químico y biológicos se tomaron de manera uniforme dentro de los estanques durante todo el ciclo productivo y se buscaba disminuir las diferencias homogenizando lo mayor posible se decidió sembrar la misma cantidad de postlarvas en ambos estanques. Sembrado así un total de 86,000 postlarvas por

estanque. Para poder obtener este número de postlarvas, se procedió al siguiente procedimiento que corresponde al conteo volumétrico.

Del tanque de 200 lts., que contenía las postlarvas que se cosecharon, se tomaron 3 muestras (Figura 44), cada una de 300ml; eligiendo la muestra con mayor número de postlarvas.



Figura 44. Selección de muestras para conteo volumétrico de postlarvas.

La muestra seleccionada fue contabilizada por 2 personas, se colocaron las postlarvas en un depósito con agua y sobre una malla que cubría la mitad del depósito se fueron contando de cien en cien. Al tener el número total de postlarvas dentro de la muestra de 300 ml, se sacó el número de postlarvas que había en 200 lts., de agua (Figura 45).



Figura 45. Conteo volumétrico.

En el conteo total de la muestra seleccionada de 300ml se obtuvieron 299 postlarvas, 155 en el primer conteo y 144 en el segundo conteo, realizando así el siguiente cálculo para determinar la cantidad de postlarva a sembrar.

$299 \text{ postlarvas} / 300\text{ml} = 0.966 \times 1000(1\text{lt}) = \underline{996.66 \text{ postlarvas en 1 Lt.}}$

$996.66 \times 200\text{lt} = \underline{199,333 \text{ postlarvas en 200 lt., del tanque reservorio.}}$

$86,000 \text{ postlarvas} \times 2 \text{ estanques} = 172,000 \text{ postlarvas totales a sembrar en 2 estanques.}$

Se sacaron del taque 28 lts., equivalentes a 27,333 postlarvas sobrantes dentro del tanque reservorio, estas se pasaron a otra pila para su posterior siembra en otro estanque que no sería de la investigación.

3.4.3.3. Siembra de postlarva 5-11 (Postlarva 5 a postlarva 11).

Al tener dentro del tanque las 172,000 postlarvas a sembrar, se procedió a bajar el nivel del agua del tanque a un volumen de 100 lt., para dividir en dos partes iguales de 50 lt., cada uno; teniendo así 86,000 postlarvas en 50 lt., a sembrar por estanque.

Antes de la siembra se verificó que los parámetros físico-químicos y la fertilización dentro de los estanques se encontraran dentro de los niveles óptimos requeridos por los estanques (Cuadro A8), luego se procedió a la aclimatación de las postlarvas (detallado capitulo en Aclimatación de postlarvas) y posterior a esta se realizó la siembra en los estanques. La densidad de siembra fue de 20 postlarvas por metro cuadrado, fueron liberadas a las 10 de la mañana, en intervalos de 50 mt., del lado del estanque que estaba a favor del viento y las olas para que estas pudieran dispersarse en todo el estanque.

Una vez liberadas las postlarvas dentro de los estanques, se repitió la operación de fertilización, según los requerimientos de estos, lo que fue indicado por medio de la toma de parámetros como turbidez, etc.

A continuación, en el Cuadro 4, se presenta el programa de fertilización que se siguió después de la siembra en los estanques, haciéndose también según la turbidez encontrada en la revisión diaria de parámetros.

Cuadro 4. Programa de fertilización después de siembra según la turbidez encontrada para el ciclo de cultivo de camarón marino (*Litopenaeus vannamei*).

Desde la siembra hasta los 30 días		
Turbidez que se midió (cm)	Triple 15 (estanque 1)	Melaza (estanque 2)
45-50	3.95 kg	9.4 lt.
Desde los 31 hasta los 60 días		
>50	5.97kg	14.1 lt.
Desde los 61 hasta los 100 días		
>50	4.49kg	10.7 lt.
# Días	Aplicación	Aplicación
1-30	8 Mezclas/Mes	10 Mezclas/Mes
31-60	3 Mezclas/Mes	4 Mezclas/Mes
61-90	3 Mezclas/Mes	2 Mezclas/Mes
>91	No Fertilizar	

Haciendo un total de Fertilizantes de:

Tratamiento Químico con Triple 15: 27.95 kg Pre-siembra + 62.98 kg Post-siembra= 90.93 kg por ciclo productivo.

Tratamiento Orgánico con melaza: 66.8 lt., Pre-siembra+ 175.12 lt., post-siembra = 241.92 lts., por ciclo productivo que equivale a 64 galones en total.

3.4.4. Manejo del camarón.

El manejo principal de los camarones incluye una buena alimentación (Figuras 46 y 47). La alimentación en los estanques inicialmente se realizó dos veces al día con alimento concentrado completo específico para alimentar camarones en fase de engorde y en diferentes proporciones siguiendo como guía de elaboración de raciones alimenticias tablas estandarizadas resultados obtenidos en los muestreos de crecimiento, peso vivo y según la biomasa del camarón como indica las tablas de alimentación. (Cuadro A2).



Figura 46. Alimentación de postlarva.



Figura 47. Alimentación de postlarva.

Teniendo así que para un camarón de 4.0 cm de longitud, con peso de 1gr y biomasa del estanque de 10.0%, la cantidad de alimento a ofrecer por 100, 000 camarones por día era de 10 kg.

Las raciones diarias ofrecidas dentro de la investigación fueron las siguientes:

Cuadro 5. Cantidad de alimento ofrecido durante la investigación y raciones diarias.

Período de ofrecimiento de alimento	% de biomasa por estanque	Dieta ofrecida	Estaque	Número de raciones diarias	Cantidad ofrecida por ración
14 a 18 de septiembre	10 %	4 kg	Ambos estanques	2	2kg
19 a 27 de septiembre	10 %	6 kg	Ambos estanques	2	3kg
28 de septiembre a 4 de octubre	10 %	12 kg	E1	3	4kg
	10 %	9 kg	E2	3	3kg
5 a 10 de octubre	10 %	16 kg	E1	3	5kg
	10 %	13 kg	E2	3	4.3kg
11 de octubre a 7 noviembre	10 %	23 kg	E1	3	7.6kg
	10 %	19 kg	E2	3	6.3kg
8 a 14 de noviembre	10 %	62 kg	E1	3	20.6kg
	10 %	49 kg	E2	3	16.3kg
15 a 21 de noviembre	6 %	46 kg	E1	3	40%/20%/40 %
	6 %	37 kg	E2	3	40%/20%/40 %
22 a 28 de noviembre	5 %	36 kg	E1	3	40%/20%/40 %
	5 %	34 kg	E2	3	40%/20%/40 %
29 de noviembre a 5 de diciembre	4.5 %	38 kg	E1	3	40%/20%/40 %
	4.5 %	35 kg	E2	3	40%/20%/40 %
6 a 12 diciembre	4.5 %	40 kg	E1	3	40%/20%/40 %
	4.5 %	41 kg	E2	3	40%/20%/40 %
13 a 16 diciembre	4.5 %	39 kg	E1	3	40%/20%/40 %
	4.5 %	40 kg	E2	3	40%/20%/40 %

3.4.5. Toma y análisis de muestras en estanques.

Los muestreos fueron realizados en siete sitios pre-establecidos dentro de cada estanque de acuerdo a la prueba estadística seleccionada para la investigación.

Los parámetros físico-químicos, medición de desempeño, fitoplancton, bromatológico y suelos se tomaron in-situ. Las muestras de fitoplancton, bromatológico y suelos se llevaron al laboratorio para su posterior análisis.

3.4.5.1. Materiales para toma de muestras.

Los materiales que se utilizaron para tomar las muestras de los diferentes parámetros fueron:

- Sonda multiparamétrica: medición de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad
- pH metro: medición de pH
- Disco Secchi: medición de turbidez
- Atrarraya de malla fina, regla con medida de 40 cm, balanza semi-analítica: medición de desempeño
- Frascos capacidad 1lt y Formalina al 40%: Muestreos fitoplancton
- Bolsas capacidad de 5 lb, pala jardinera, bascula con capacidad para 10 lb: Muestreos de suelos
- Bolsas capacidad de 1 lb, hielo necesario para transporte (4lbs), hielera con capacidad de 10 lbs. : Muestreo para análisis bromatológico.

Las variables fueron medidas cada cierto tiempo, como se detalla a continuación:

Cuadro 6. Frecuencia de muestreo de variables.

Variables a evaluar	Frecuencia de toma de muestras
Oxígeno disuelto (mg/lit)	2 veces al día
Temperatura (°C)	Diariamente
Salinidad (ppm)	Diariamente
pH	Cada 10 días
Turbidez (cm)	Cada 10 días
Peso Vivo	Cada 15 días
Crecimiento	Cada 15 días
Sobrevivencia (%)	Cada 30 días después de la siembra
Fitoplancton	Cada 15 días
Bromatológico	Finalización de ciclo productivo
Suelos	2 veces (inicio y al final del ciclo productivo)

3.4.6. Medición de parámetros físico-químicos.

La medición de los parámetros físico-químicos se realizó en los siete sitios establecidos dentro del estanque, tomando oxígeno disuelto, pH, salinidad, temperatura y turbidez del agua.

3.4.6.1. Procedimiento para medición de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad.

1. Se calibró la sonda multiparamétrica haciendo que todos los rangos dieran cero.
2. Se sumergió la sonda a una profundidad de un metro o un poco más.
3. Moviéndola suavemente la sonda hasta que el medidor se estabilizara se tomó nota de la lectura de oxígeno, temperatura y salinidad.

3.4.6.2. Procedimiento para medición de pH.

1. Se calibró el medidor de pH reiniciándola hasta que emitiera un parpadeo en la pantalla que indicaba que estaba listo para tomar el dato.
2. Se introdujo el pH-metro en el estanque para que quede sumergido al momento de hacer la medición.
3. Se esperó a que el medidor de pH se estabilizara y luego registró la medición.

3.4.6.3. Procedimiento para medición de turbidez.

1. Se graduó la cuerda que sostiene el disco Secchi, con una línea cada cinco centímetros para una lectura más rápida.
2. Lentamente se dejó que el disco se sumergiera en el estanque exactamente hasta la profundidad en que desaparece.
3. Se tomó la cuerda del disco que quedó fuera del agua.
4. Luego se realiza la medición de la turbidez del agua, la cual fue realizada por la misma persona.

3.4.7. Medición de desempeño.

3.4.7.1. Peso vivo del camarón marino.

Se realizó cada 15 días después de la siembra con una atarraya de malla fina de 95 mm. Se recolectaron 20 juveniles por estanque dependiendo del tamaño de la población dentro de este, luego se contaron los camarones de cada rango colocándolos en un recipiente plástico para finalmente pesar el recipiente con los camarones, descontando el peso del recipiente vacío (20 g.), se anotaron el número y el peso individual de los camarones y se determinó el peso promedio general del camarón del estanque. Se obtuvo información de crecimiento, condiciones de muda y conversión alimenticia; se observó la sanidad externa del camarón (camarones con necrosis, cola roja, manchas negras, color té, flácidos, etc.) que permitió conocer el estado general de la población de camarones en los estanques. (Figuras 48,49 y 50)



Figuras 48. Toma de muestra para desempeño



Figura 49. Atarraya usada para la toma de la muestra.



Figura 50. Toma de peso de camarón

3.4.7.2. Crecimiento del camarón marino.

El crecimiento del camarón se determinó tomando el dato semanal en centímetros, dato que se compraba con los centímetros obtenidos la semana anterior respectiva, a cada dato tomado.



Figura 51. Toma talla de camarón

3.4.7.3. Supervivencia del camarón marino.

La supervivencia del camarón se realizó mediante resta de cierto porcentaje semanal, según pasaba el tiempo de la producción, esta manera es la que se utiliza dentro de la explotación en Los Cóbano, verificando el estado externo del camarón para descartar mudas o presencia de enfermedades. (Figura 52).



Figura 52. Determinación de supervivencia de camarones

El porcentaje que se calcula para mortalidad es de 4% las primeras dos semanas y el resto de la producción un 2.5% (7 semanas). En caso de presentarse inclemencias de tiempo o situaciones de estrés extremos para los camarones, se calculó un 15% en la semana que se presente el problema, en el caso del presente estudio se prolongó por tres semanas la situación de estrés.

3.4.8. Muestreo de agua para determinación de fitoplancton.

Se tomaron sitios preestablecidos y permanentes, el proceso se realizó cada 15 días, por la misma persona. Obteniendo las muestras de la superficie del estanque con una botella tipo Van Dorn de pequeño volumen (1 lt), a cada muestra se le agregó formaldehído (40%) aforando 10 % de formalina neutralizada a cada muestra (Agregando así 100ml de formalina por cada 900 ml de muestra). Se agitó la muestra con cuidado pero con firmeza hasta homogenizar.

Se dejó un vacío dentro del recipiente contenedor de no más de dos pulgadas entre la muestra y la tapadera, con el fin de prevenir la destrucción y minimizar la distorsión de partículas frágiles.

3.4.8.1. Preservación de las muestras de agua para determinación de fitoplancton.

Las muestras se preservaron en formaldehído comercial (40%), agregando 10ml de formaldehído por cada 90ml de muestra a fijar. Las muestras se llevaron selladas y debidamente identificadas al laboratorio de Zootecnia, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, colocándolas en lugares oscuros y frescos, sin grandes fluctuaciones térmicas. Las tapas de los envases se aseguraron a fin de eliminar el riesgo de evaporación o la pérdida de líquido (Figura 53)



Figura 53. Preservación de muestras para análisis de fitoplancton.

3.4.8.2. Análisis de Fitoplancton.

Se procedió a la sedimentación de las muestras en cilindros de 50 ml., siguiendo el método de Utermöhl o Sedimentación, con la finalidad de lograr una concentración gradual de volúmenes pequeños de agua, transfiriendo soluciones de grandes contenedores a contenedores más pequeños en un tiempo de sedimentación de 24 horas para cada volumen de muestra.

Por lo cual se llevó a cabo el siguiente proceso:

a) Las muestras se concentraron por sedimentación y posterior decantación del sobrenadante al término de 24 horas de reposo (Figura 54).



Figura 54. Sedimentación de muestras de fitoplancton.

b) Para la extracción del sobrenadante libre de células, se usaron sondas de venoclisis de 1mm. (Figura 55)



Figura 55. Extracción de sobrante libre de células fitoplanctónicas.

c) El sobrante se depositó en un erlenmeyer según el volumen de líquido que quedó y con la ayuda de la pizeta que contenía agua marina (tomada directamente del mar) con salinidad de 34 ppm se enjuagó el recipiente que contenía la muestra, para que no queden células importantes de la muestra dentro del frasco

d) Ya en el erlenmeyer se identificó la muestra, se tapó para que sedimentará por un periodo de 24 horas para realizar el siguiente sifoneo por medio de sonda. (Figura 56)



Figura 56. Erlenmeyer con sobrante.

e) Al cabo de ese tiempo, se eliminó nuevamente el sobrenadante y el resultado obtenido fue un pequeño volumen de células concentradas y colectadas de manera definitiva en un frasco de menor volumen: viales de 15 mililitros.

f) Las muestras definitivas fueron debidamente preservadas y se adicionó suficiente formalina hasta aforar por completo el vial.

3.4.8.3. Identificación del fitoplancton.

Se procedió a la identificación de fitoplancton utilizando literatura especializada y de referencia para la región tropical y sub-tropical, así como también, asesoría de parte de personal especializado de la Facultad de Biología de la Universidad de El Salvador. Las muestras se observaron a través de un microscopio de luz con poder de magnificación de incrementos de 4X.

3.4.8.4. Conteo celular de fitoplancton.

Para el conteo celular de algas, se tomaron los viales de 15 mililitros que contenían la muestra definitiva de fitoplancton, con la ayuda de un gotero se tomó una gota y se depositó en un porta objeto, se cubrió la muestra con un cubreobjetos para poder observar la muestra al microscópico óptico.

Teniendo montada la muestra se procedió al conteo de las células por campo con la ayuda de diferentes manuales para identificación de fitoplancton (Cortez, et al., 2003; Rodríguez, 2004; UNESCO, 2009) y con un biólogo especializado en el tema (Figura 57).

Este procedimiento se realizó tres veces por cada muestra definitiva, las células observadas fueron anotadas para su posterior conteo general y poder realizar la siguiente fórmula:

1ml = 20 gotas (3 gotas por muestra) Número de células por gota = 3 x 20 / número de células observadas por gota

Al obtener el número de células por gota se determinó el número de células por litro por medio de la siguiente fórmula:

Número de células por litro = (número de células observadas por gota x 1000 ml) / 1 lt

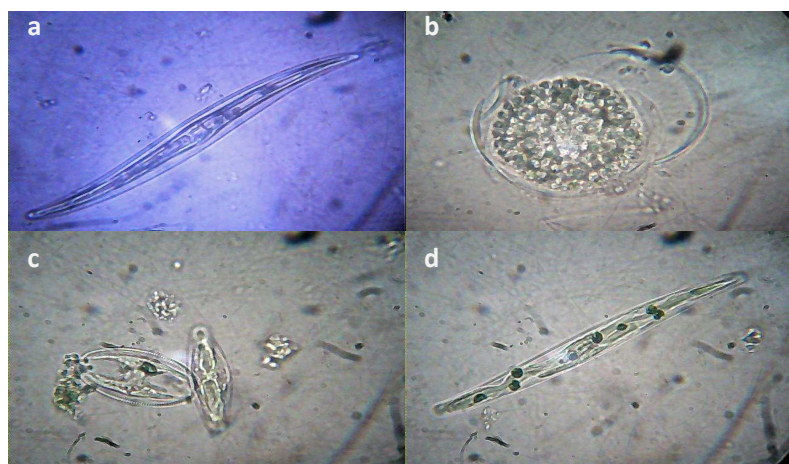


Figura 57. Diatomeas encontradas en las muestras. a.Pleurosigma angulatum, b.Alexandrium peruvianum, c.Amphora ovalis, d.Pleurosigma elongatum

3.4.9. Análisis bromatológico de camarón.

Las muestras de camarón para análisis bromatológico se tomaron de 7 diferentes puntos establecidos para la investigación, los muestreos se realizaron directamente del estanque al momento de la cosecha, a 90 días del ciclo productivo. Estas muestras se secaron con papel toalla para absorber la humedad del producto, luego se depositaron en bolsas individuales debidamente identificadas y se transportaron en un contenedor manteniendo una temperatura de 4°C para su conservación y posterior análisis en un periodo de 24 horas. Las muestras fueron sometidas a pruebas en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad

de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. El análisis bromatológico se realizó para verificar el estado general de los alimentos con respecto a su calidad, por medio de sus características físico- químicas; para ello se midieron los siguientes parámetros: Humedad, Cenizas, Proteína Cruda, Extracto Etéreo, Fibra Cruda, Carbohidratos, Calcio, Fosforo y Potasio. (Figura 58)



Figura 58. Proceso de Análisis Bromatológico. a. Muestra de camarones para análisis. b. Ubicación de cada muestra en bandejas para colocarlas en estufas de aire forzado o ventilación forzada para determinar humedad parcial. c. introducción de la muestra a estufa de aire forzado. d. Muestra triturada y deshidratada para el análisis bromatológico.

3.4.10. Análisis de suelo.

3.4.10.1. Muestreo para análisis de suelo de estanques.

Las muestras se tomaron de siete sitios dentro del estanque, en dos etapas una el 23 de agosto durante el secado de los estanques antes de la siembra y otra después de la cosecha el 03 de enero de 2014, se recolectaron siete sub muestras de 1kg por sitio de muestreo, las cuales se mezclaron para formar una muestra compuesta de la cual se extrajo la muestra definitiva de 1 kg. Luego de recolectar las muestras, se llevaron al Laboratorio de Servicios Analíticos, Sección Suelos de PROCAFE para su posterior análisis (Figura 59)



Figura 59. Toma de muestras para análisis de suelo de estanques

En el laboratorio se analizaron los suelos y su fertilidad, determinándose: pH, fósforo, potasio, nitrógeno total, calcio, magnesio, aluminio, acidez total, materia orgánica humificada y clasificación textural del suelo

3.4.11. Metodología Estadística.

Se utilizó la prueba de "T" Student, distribución estadística útil para su uso en pruebas con poblaciones pequeñas. Esta prueba fue seleccionada debido a que es muy utilizada en la comparación de dos muestras, una testigo y la otra recibe un tratamiento.

La prueba fue parcelas apareadas; está se seleccionó debido a que se buscaba comparar dos tratamientos T0 = fertilización del estanque usando triple 15 (N, P, K) y T1 = fertilización del estanque usando melaza, teniendo dos estanques diferentes, que eran contiguos pero no

homogéneos en su totalidad, por lo que al parear se busco reducir las diferencias entre los estanques. Se estableció el número mínimo de 14 datos, que al aparear serian igual a siete pares, con lo que se reduciría el nivel de error dentro de la investigación. También se usó debido al número reducido de unidades experimentales (2 estanques).

A través de esta prueba se evaluaron los parámetros físicos químicos del agua, medición de desempeño, crecimiento y sobrevivencia de población de camarones, se lograron recolectar datos cada cierto tiempo según la variable hasta obtener un total de 14 datos mínimo por variable, según los establece el modelo estadístico, los cuales se parearon, así obtuvimos:

Cuadro 7. Cantidad de datos por variables en estudio para parear.

Variables	Frecuencia de Muestreo	Cantidad de Datos por estanque	Cantidad de Datos Totales
Oxigeno disuelto (OD)	2 veces al día	240	480
Temperatura (T°)	Diariamente	120	240
Salinidad	Diariamente	120	240
pH	Cada 10 días	12	24
Turbidez	Cada 10 días	12	24
Peso vivo	Cada 15 días	200	400
Crecimiento	Cada 15 días	200	400
Sobrevivencia	Cada Mes	40	80

3.4.11.1. Variables a evaluar y frecuencia de toma de muestras.

A continuación se muestra una tabla con las variables que se evaluaron y frecuencia de toma de muestras:

Cuadro 8. Variables evaluadas y frecuencia de toma de muestras

Variables a evaluar	Frecuencia de toma de muestras
Oxígeno Disuelto (mg/lit.)	2 veces al día
Temperatura (°C)	Diariamente
Salinidad (ppm)	Diariamente
pH	Cada 15 días
Turbidez (cm)	2 veces por semana
Peso vivo	Cada 15 días
Crecimiento	Cada 15 días
Sobrevivencia (%)	Una vez, de 30 a 40 días después de la siembra
Fitoplancton	Cada 15 días
Bromatológico	finalización del ciclo productivo
Suelos	2 veces (una vez antes de llenar el estanque y otra después de la cosecha)

3.4.12. Análisis Económico.

Para el análisis económico se elaboró un presupuesto parcial tomando de guía el presupuesto que propone el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1998), en el cual se compararon los resultados de la relación beneficio-costos, los siguientes datos son los que se tomaron en cuenta para realizar este presupuesto:

a) Rendimientos de los tratamientos.

El rendimiento de cada tratamiento correspondió al peso total de camarones en kilogramos cosechados al final del ciclo productivo.

b) Ajustes de los tratamientos.

El ajuste por tratamientos se basó en el criterio técnico durante la investigación tomando en cuenta el rendimiento medio de cada estanque reducido en cierto porcentaje, para reflejar la diferencia entre el método que se utilizó experimentalmente y el método del camaricultor. En el caso de esta investigación se hizo un ajuste del 30%, a continuación se detalla las razones y los porcentajes que de cada característica:

- 15% Agua de los estanques: Los estanques camaroneros a nivel nacional se llenan con agua de estero, las descargas de cada estanque van a un reservorio con el que se realizan los recambios de agua (Los cuales son la fuente de agua para los recambios necesarios así como también este mismo estero servirá como área de descarga del agua que se extraiga del estanque, siendo así las misma fuente para el agua de recambio y agua de descarte). La investigación se realizó en la zona costera del Pacífico del país (del departamento de Sonsonate, específicamente de la playa de Los Cóbanos), teniendo la facilidad de llenar los estanques con agua proveniente directamente del mar, agua que también se utilizó para los recambios de agua, por lo que esto aportó menos impurezas a los estanques además de ser una fuente no reciclada de oxígeno disuelto para los estanques y a la vez no contener materia orgánica de desecho.
- 5% Monitoreo de los parámetros físico-químicos del agua del estanque: durante la investigación se midieron de una forma precisa e inmediata, mientras que en los productores nacionales no miden estos parámetros. Por lo que se tuvo un mayor control sobre los estanques permitiendo así detectar problemas más pronto y poder resolverlos mediante criterios técnicos antes de observar mortalidades muy elevadas.
- 5% Siembra de postlarva: se realizó de manera más inmediata que en las fincas productoras de camarón, ya que el laboratorio de postlarvas estaba ubicado a unos metros de los estanques, lo que facilitó la siembra reduciendo la mortalidad por estrés, por lo que la sobrevivencia de la postlarva a la siembra es mayor.
- 5% Dimensión de estanques: Los estanques en los que se realizó la investigación son mucho más pequeños que la mayoría de estanques de producciones de camarón a nivel nacional, por lo que el manejo de los estanques durante la investigación fue más minucioso.

c) Beneficios brutos de campo.

Para obtener este dato multiplicamos el precio de campo (costos por kilogramo de producto) por el rendimiento ajustado de 30% que se explicó anteriormente en el literal b.

d) Costos que varían en cada tratamiento.

Se sumó el total de los costos para cada tratamiento. Teniendo así los siguientes costos variables (Cuadro 9):

Cuadro 9. Costos que variaron en ambos tratamientos.

Tratamiento con fertilizante Triple 15	Tratamiento con melaza
Fertilizantes (triple 15)	Fertilizante (melaza)
Recambios (Kw usados por bomba para realizar el recambio de agua)	Recambios (Kw usados por bomba para realizar el recambio de agua)
Alimentación	Alimentación

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de parámetros físico-químicos.

Según la prueba estadística de "T Student", los efectos mostrados en los estanques N° 1 (tratamiento con fertilizante Triple 15), y N° 2 (tratamiento con melaza), para las variables físico-químicas: oxígeno disuelto, pH, salinidad, temperatura y turbidez, fueron estadísticamente iguales ($P \leq 0.05\%$). (Cuadro A9)

4.1.1. Oxígeno disuelto.

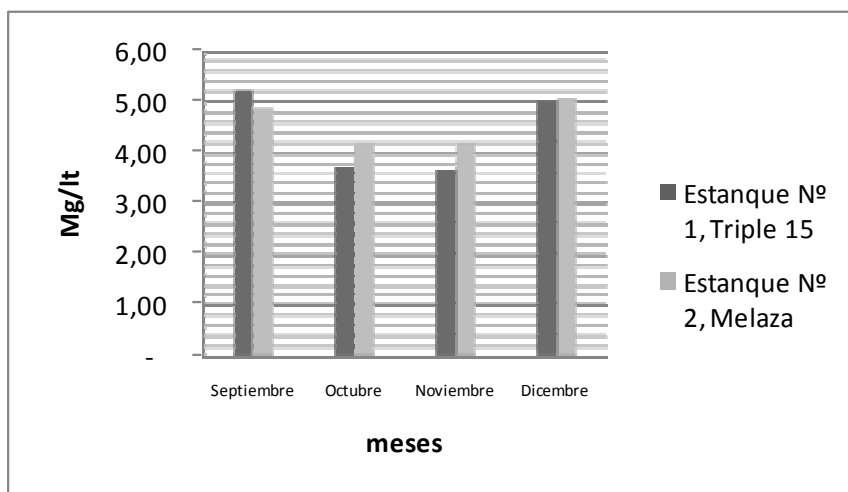


Figura 60. Oxígeno disuelto mensual por la mañana de los estanques para el año 2011.

Las concentraciones de oxígeno disuelto (mg/L) a.m, para los estanques, oscilaron entre 3.75 y 5.22 mg/L para el estanque N° 1 y entre 4.20 y 5.07 mg/L para el estanque N° 2. Las concentraciones más altas de mg/L a.m, se registraron en los meses de septiembre y diciembre, las más bajas se registraron en los meses de octubre y noviembre (Figura 60)

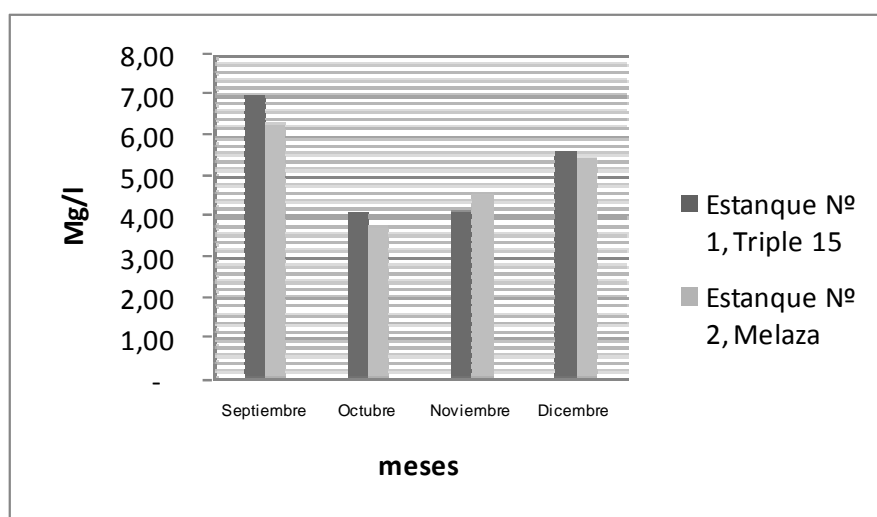


Figura 61. Oxígeno disuelto mensual por la tarde de los estanques para el año 2011.

Mientras que las concentraciones de oxígeno disuelto (mg/L) p.m, oscilaron entre 4.46 y 6.62 mg/l para el estanque N° 1 y entre 4.91 y 6.30 mg/L para el estanque N° 2. Las concentraciones más altas de mg/L p.m, se presentaron en el mes de septiembre, los niveles más bajos en el mes de noviembre, manteniéndose en los meses de octubre y diciembre. (Figura 61)

4.1.1.1. Discusión de resultados de oxígeno disuelto.

Según Haws et al, 2001., las concentraciones de oxígeno disuelto no deben ser inferiores a 3 ppm (5 mg/L), mientras que para OIRSA-OSPESCA (2010) en el “Manual de Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo del Camarón Blanco (*Penaeus vannamei*)” e International Aqua Feed (2010), los parámetros óptimos de oxígeno disuelto son > 4.0 mg/L. Dentro de la investigación, los estanques registraron concentraciones de Oxígeno Disuelto (OD) entre los valores óptimos mencionados por dichos autores.

Una de las probables razones, para bajas en el oxígeno disuelto enunciadas por Talavera et al. 1998, son los días de verano, quietos, brumosos y nublados, que pueden reducir significativamente el oxígeno producido en los estanques.

Durante la investigación se presentó una baja de oxígeno, la cual posiblemente fue causada por la tormenta tropical E-12, que afectó cultivos de camarón blanco a nivel nacional (Anexos 5,6,7 y 8), provocando lluvias y vientos, que como consecuencia causaron la dilución de las capas de agua del estanque, teniendo efectos sobre la temperatura normal, ya que, al mezclarse diferentes temperaturas, entre la capa profunda y superficial del cuerpo de agua del estanque; se provocó escasez de O₂, por un aumento en la demanda de los minerales, así como también por la degradación de materia orgánica. Además al no haber una exposición adecuada a la luz solar, las algas durante el día no podían realizar la fotosíntesis, que hace que los niveles de oxígeno aumenten dentro del estanque; lo cual vuelve más crítica la situación durante horas nocturnas y madrugada, debido a que hay una competencia por oxígeno entre los camarones y las algas; ya que durante el día no se realizó una fotosíntesis adecuada, por lo que no hay una reserva mínima dentro del estanque, lo que es aún más dañino para el camarón.

4.1.2. Temperatura.

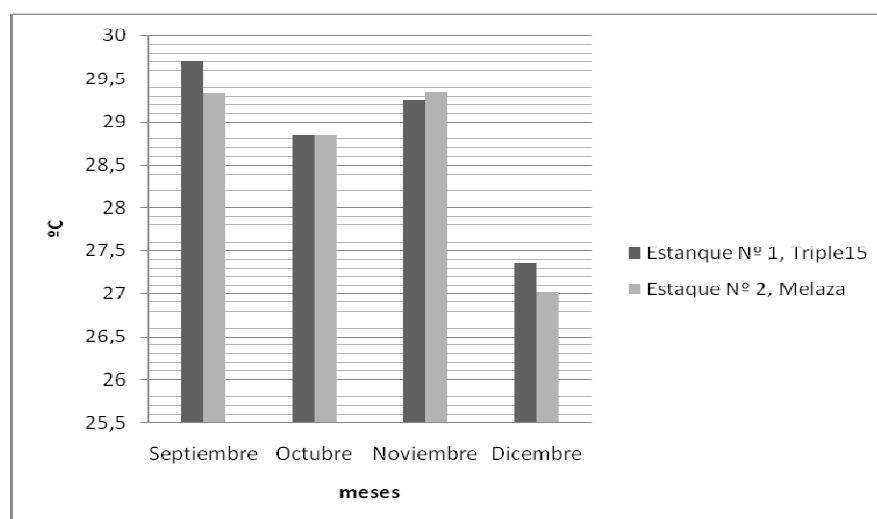


Figura 62. Temperatura mensual de los estanques para el año 2011.

Los valores de temperatura del agua reportados para los 2 estanques, oscilaron entre 27.36 y 29.7 °C para el estanque N° 1; mientras que en el estanque N° 2, oscilaron entre 27.01 y 29.33 °C. En ambos estanques los valores más altos de temperatura, se registraron en los

meses de septiembre, octubre y noviembre, y los niveles más bajos en el mes de diciembre. (Figura 62)

4.1.2.1. Discusión de resultados de temperatura.

Las condiciones de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), para el cultivo del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), concordaron con lo manifestado en la revista *International Aqua Feed*, (2010); quienes mencionan que la temperatura óptima debe ser $> 20^{\circ}\text{C}$. La temperatura del agua de los estanques se mantuvo dentro de los rangos óptimos no letales, aun así se observaron fluctuaciones muy marcadas, más que todo en los meses de Octubre y Diciembre; ésto debido a la época de fenómenos tropicales, con constantes lluvias y nubosidades que se dieron en el mes de Octubre, lo que disminuyó la temperatura del estanque, al crear diluciones con agua proveniente de la lluvia. En el mes de Diciembre, las temperaturas más bajas fueron por la época propia que tiende a ser más fría en el medio salvadoreño.

4.1.3. Salinidad.

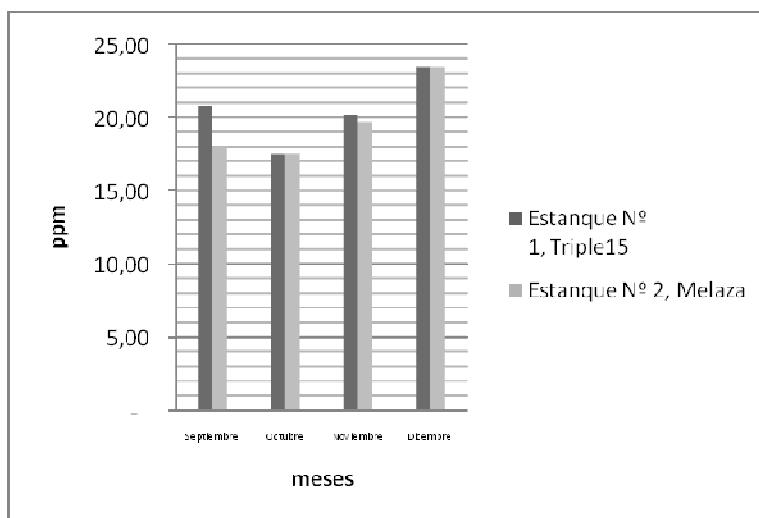


Figura 63. Salinidad mensual de los estanques para el año 2011.

Los valores de salinidad, oscilaron entre 17.48 y 23.4 ppm para el estanque N^o 1, y entre 17.5 y 23.41 ppm., para el estanque N^o 2. Los valores más altos de ppm, se registraron en los meses de septiembre, noviembre y diciembre; mientras que los niveles más bajos se registraron en el mes de octubre. (Figura 63)

4.1.3.1. Discusión de resultados de salinidad.

Los niveles de salinidad presentados, concuerdan con lo establecido por International Aqua Feed (2010), quienes mencionan que los rangos óptimos para agua de mar oscilan entre 0.5-30ppt. (> 10 ppt). Las bajas en la salinidad presentadas en el mes de Octubre, pudieron alterar la fauna del fitoplancton y sus densidades de población; ya que las reducciones altas pueden llevar a inestabilidad del ecosistema y afectar directamente en el crecimiento del camarón. Esta situación ayudó a que se presentara una caída o muerte del alga en el estanque N° 1, en tres ocasiones, por lo que repentinamente la columna de agua se vuelve completamente cristalina, no habiendo turbidez presente. Las variaciones que se observaron, se debieron a una dilución mayor del agua del estanque, con agua proveniente de las constantes lluvias; lo que a su vez provocó que los recambios de agua se hicieran de una manera más constante para poder contrarrestar la falta de oxígeno disuelto y demás parámetros. Así como para evitar mortalidades por las caídas de algas que se presentó, al hacer mas recambios se proveyó de más agua proveniente del mar, lo que por consiguiente aumento los niveles de salinidad en lo estanques.

4.1.4. pH.

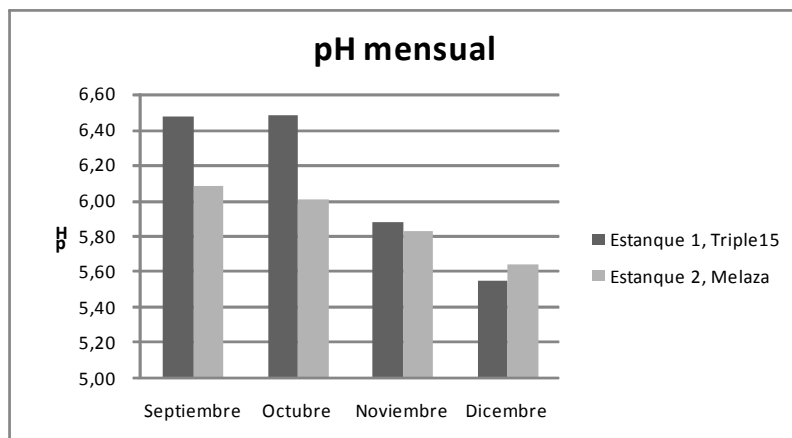


Figura 64. pH mensual de los estanques para el año 2011.

El pH del agua de los estanques en estudio, osciló entre 5.55 y 6.48 para el estanque N° 1; mientras que en el estanque N° 2, osciló entre 5.64 y 6.08. En ambos estanques se mantuvo

constante, registrando los niveles más altos en los meses de septiembre y octubre; los niveles más bajos se registraron en los meses de noviembre y diciembre. (Figura 64).

4.1.4.1. Discusión de resultados de pH.

Según UCA (2010), el rango de pH tomado de 4:00 pm a 6:00 pm, debe estar entre 7.9 y 8.5, mientras que para Cuellar *et al*, 2010 (Cuadro A5), el valor óptimo es de 7.0 a 8.0. Los valores obtenidos durante toda la producción, siempre fueron un poco más bajos al rango normal que se desea de 7.5 a 8.5 (International Aqua Feed, 2010). Una razón viable, es que se presentaron valores bajos, debido al proceso de fotosíntesis que tiende a neutralizar el pH del agua; también pudo ser a causa de los valores de algas, que se presentaron bajos en algunos periodos y ésto probablemente afecto en la medición de pH del estanque. Además los niveles más bajos en la última etapa de la investigación, posiblemente se debieron a la degradación que se realiza en el estanque de materia orgánica, la cual a medida que el camarón marino aumenta de tamaño, también así lo hace la cantidad de alimento que se raciona; lo que produce que los desechos se vean incrementados, disminuyendo los niveles de pH, acidificando el ambiente del estanque

4.1.5. Turbidez.

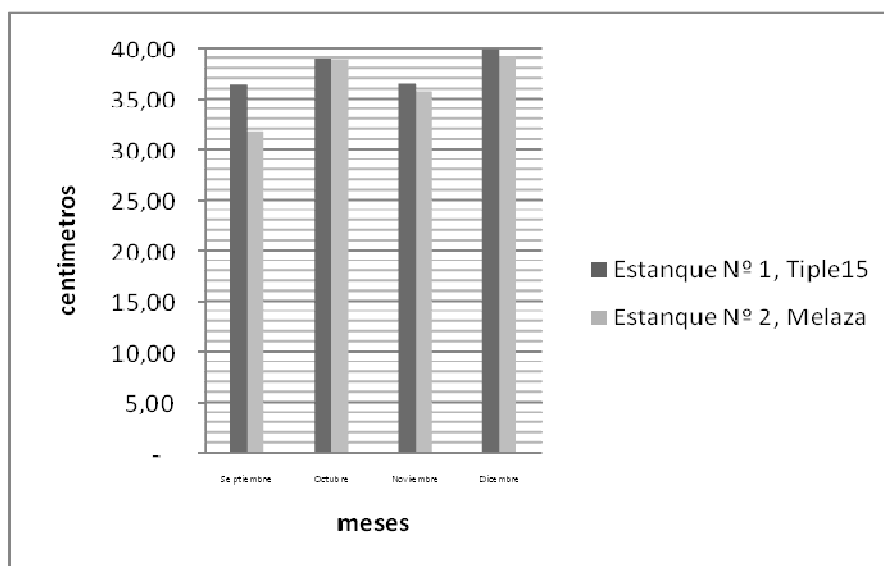


Figura 65. Turbidez mensual de los estanques para el año 2011.

La turbidez del agua de los estanques en estudio, registro valores que oscilaron entre 36.38 y 39.9 cm para el estanque N° 1, y entre 31.75 y 39.12 cm. para el estanque N° 2. Los niveles más altos se registraron en el mes de octubre, y los niveles de turbidez más bajos se registraron en el mes de septiembre. (Figura 65).

4.1.5.1. Discusión de resultados de turbidez.

Los resultados de la investigación difieren con lo enunciado por Haws *et al.*, 2001, quienes manifiestan que la turbidez del agua del estanque, debe mantenerse un rango de 70.000 - 150.000 células por mililitro, lo que en el disco secchi equivale a una profundidad de 40 centímetros.

En la investigación se obtuvieron rangos entre 31 y 39 cm, variaciones que fueron obtenidas debido a diferentes factores como: cantidad de arcilla del sustrato de los estanques, alimento ofrecido a los camarones, que era de diferente cantidad para cada estanque, presencia de materia orgánica e inorgánica, que se da por descomposición de alimento y desechos propios del camarón, que según lo establecido por Rodríguez *et al.*, 2004, estos elementos pueden crear una variación en las lecturas. Además, la turbidez es un rango subjetivo, dado que varía según la agudeza visual del lector, y la cantidad de luz presente en el ambiente; según lo establecido por Cuellar *et al.*, 2010. Dicho lo anterior, los rangos variaron, debido a una medianamente baja carga de algas, condiciones climáticas como nubosidades y lluvias, que provocaron una cantidad de sol diaria muy variable; que permitía una visibilidad del disco secchi de una manera inconstante. Debe recordarse que en el caso de la turbidez, es un parámetro con el que se mide una población de seres vivos, que son las algas. En el caso de la investigación, a pesar que se presentaron problemas climáticos, siempre y cuando se realicen recambios y fertilizaciones adecuadas, este parámetro se puede mantener dentro de los rangos establecidos; pudiendo tener una nueva floración, en un periodo relativamente corto, con lo que se ayuda a evitar mayores problemas por falta de oxígeno.

4.2. Análisis de parámetros biológicos.

Según los resultados obtenidos mediante la prueba de T Student, los efectos mostrados en los estanques N° 1 (tratamiento con fertilizante Triple 15) y N° 2 (tratamiento con melaza);

para las variables biológicas, que comprenden crecimiento, peso vivo y alimentación, fueron estadísticamente iguales ($P \leq 0.05\%$). (Cuadro A10).

4.2.1. Peso vivo.

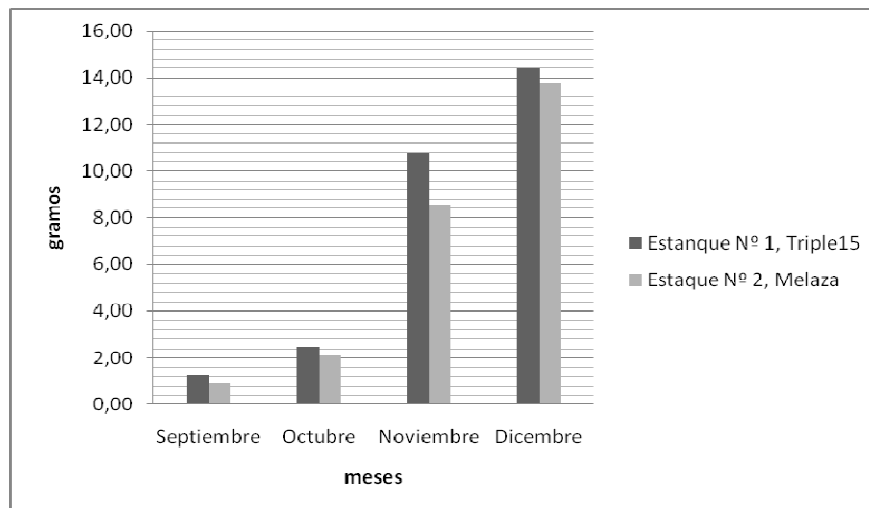


Figura 66. Peso vivo mensual de los camarones para el año 2011.

El peso vivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) para los estanques N° 1 y N° 2, ascendió de 1.25 g. a 14.4 g., en el estanque N° 1, y de 0.94 g. a 13.79 g., en el estanque N° 2. Logrando así alcanzar pesos entre 13.79 g. y 14.4 g. a la cosecha. Los camarones del estanque N° 1, alcanzaron mejores pesos a la cosecha (Figura 66).

4.2.1.1. Discusión de resultados de peso vivo.

El peso vivo al igual que el crecimiento, están dados según el aprovechamiento de alimento que se obtenga durante la producción. En el caso de esta investigación los valores variaron un poco en el punto medio de la investigación, siendo menos favorable para el tratamiento con melaza, pero luego elevó sus niveles y al final de la producción ambos tratamientos fueron muy similares; esto probablemente se debe a los cambios en el fitoplancton, que se vio afectado en el estanque con tratamiento con fertilizante Triple 15, debido a la tormenta tropical 12-E, que se vivió en esa época y produjo una caída de algas; situación que no se dio en el estanque con el tratamiento con melaza, en el cual el fitoplancton nunca cayó, es decir no hubo muerte de algas, y por eso se mantuvo con crecimiento constante en la

tendencia que llevaba, lo que no se observó en el estanque con Triple 15, que tuvo un momento de no ganar peso, estando prácticamente sin variación.

4.2.2. Crecimiento del camarón marino.

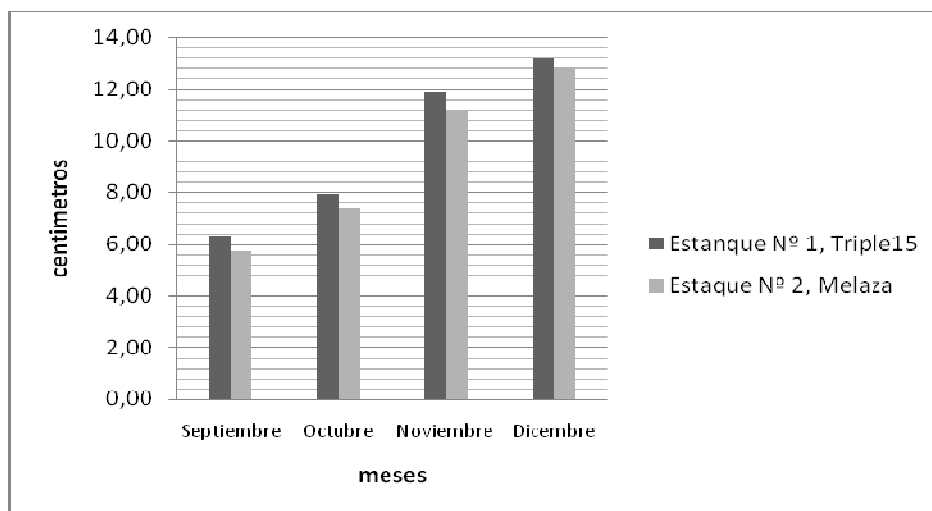


Figura 67. Crecimiento mensual de los camarones para el año 2011.

El crecimiento en cm., para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en los estanques N° 1 y N° 2, fue ascendiendo de 6.32 cm. a 13.17 cm., para el estanque N° 1, y de 5.71 cm. a 12.81 cm. para el estanque N° 2; manteniendo el crecimiento de una manera estándar para ambos estanques, logrando así alcanzar tallas entre 12.81 cm. y 13.17 cm., a la cosecha. Las mejores tallas a cosecha, se alcanzaron en el estanque N° 1, lo cual facilita su comercialización (Figura 67) (Cuadro A11).

4.2.2.1. Discusión de resultados de crecimiento.

Según Hernández *et al.*, 2005, el crecimiento del camarón, está íntimamente relacionado con la alimentación y la calidad de ésta; teniendo en cuenta que el alimento artificial es el insumo más caro, y que además su exceso tiende a deteriorar el suelo. Cuellar *et al.*, 2010, nos dicen que, además hay que ofrecer alimento de calidad en forma de fitoplancton; ya que se complementan con el alimento artificial, y ayuda al equilibrio físico-químico del estanque. Dado que las condiciones eran similares para ambos tratamientos en la investigación, el crecimiento fue relativamente similar, no variando en más de 1 cm al final de la producción. Estos datos son aceptables, ya que según los autores Hernández *et al.*, 2005, Cuellar *et al.*,

2010 y Haws *et al.*, 2001, el crecimiento está dado más que todo por el tipo de alimentación ofrecido, el cual en ambos estanques fue igual en cuanto a tipo y calidad de alimento.

4.2.3. Tasa de alimentación del camarón marino.

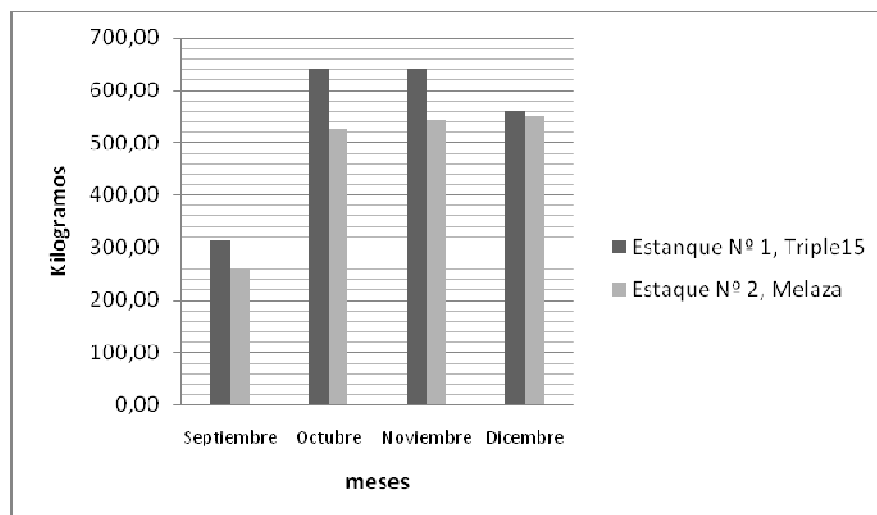


Figura 68. Alimento ofrecido mensual a los camarones para el año 2011.

La alimentación en los estanques para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), osciló entre 312 kg., y 641 kg., para el estanque N° 1, y de 260 kg., y 551 kg., para el estanque N° 2, ofreciendo una cantidad mayor de alimento en los meses de Octubre (Figura 68)

4.2.3.1. Discusión de resultados de tasa de alimentación.

Haws (2001), recomienda el uso de tablas de alimentación, ya que ha sido uno de los métodos más utilizados para el control del suministro de alimento, basado en muestreos de crecimiento y de supervivencia para determinar la biomasa del estanque. De esta manera, se determina la cantidad de raciones a ofrecer, considerando el peso individual del camarón, y el porcentaje de la biomasa establecido en la tabla usada como guía (Cuadro A2). Al usar las tablas de alimentación, se pudo obtener la cantidad de alimento a ofrecer en cada estanque, y dado que el tamaño y peso del camarón en el estanque N° 2, era menor a las tallas y pesos del estanque N° 1, se abasteció de una cantidad menor de alimento.

La alimentación, también debe realizarse cuando los rangos de la temperatura y oxígeno disuelto, sean óptimos; rangos que se mencionaron anteriormente en cada parámetro. Suministrar alimento con temperaturas bajas y/o con concentraciones bajas de OD, puede significar un desperdicio de la ración; ya que los camarones en estas condiciones, reducen el consumo de alimento, debido a que se ve disminuido su metabolismo, es decir, sus funciones vitales se ven reducidas, para tener una demanda menor de oxígeno y calor en su organismo y de esta manera sobrevivir.

Por tanto si se ofrece alimento en estas circunstancias, se debe tener ciertas consideraciones como, realizar recambios más continuamente, para subir los niveles de oxígeno disuelto; lo que a su vez ayuda a eliminar residuos de alimento, que no ha sido consumido y evitar la descomposición de éste.

En la práctica, algunos camareros suelen bajar en un porcentaje, la cantidad de ración (por lo general un 20%), para evitar pérdidas por desperdicio de alimento. Un factor muy importante, es no dejar de alimentar; ya que si bien es cierto, los camarones disminuyen el consumo, esto no quiere decir que dejen de alimentarse por completo, por lo tanto, siempre tiene que haber una cantidad disponible para su consumo. Podemos notar también que la tasa de alimentación fue menor en el estanque 2, pero sus pesos a cosecha no mostraron una diferencia muy relevante; por lo que se puede observar un mejor aprovechamiento del alimento en el camarón del estanque N° 2, frente al camarón del estanque N° 1.

4.2.4. Sobrevivencia.

Dentro de la investigación, la sobrevivencia fue un factor que no se tomó en cuenta en el análisis estadístico, ya que dentro de la granja se realizaba de manera exactamente igual en ambos estanques, estimándose, mediante la resta de cierto porcentaje semanalmente, teniendo así la primera semana un cálculo del 4% de mortalidad y las demás semanas, se calcula con base a una pérdida del 2.5%, sobre el dato de la semana anterior. En épocas de fenómenos ambientales críticos, como el que se vivió con la tormenta tropical 12-E, ó factores que afecten la explotación y que estén fuera del control de la granja, se suele subir el porcentaje de mortalidad al 15% por semana, y dado que la cantidad de postlarvas sembradas, fue igual en ambos estanques, el resultado semanal era igual para ambos estanques; por lo que estadísticamente era impráctico realizar el análisis. Empíricamente se efectuó un cálculo de sobrevivencia, en base los camarones que se cosecharon, teniendo así los siguientes datos:

Cuadro 10. Supervivencia de camarón marino (*Litopenaeus vannamei*), durante la fase de engorde en el periodo de septiembre a diciembre del 2011.

Cálculo de Porcentaje de supervivencia	Estanque N°1 (tratamiento químico con fertilizante Triple 15)	Estanque N°2 (tratamiento con fertilización a base de melaza)
A. Rendimiento por estanque	318.18 kg	545.45 kg
B. peso del camarón a la cosecha	14.4 g.	13.79 g.
C. cantidad de camarones a la cosecha (postlarva que sobrevivió hasta la cosecha)	22,361.11	40,029.00
D. cantidad de postlarva	86,000	86,000
Porcentaje de supervivencia de camarón a la cosecha $\frac{C \times 100}{D}$	26%	47%

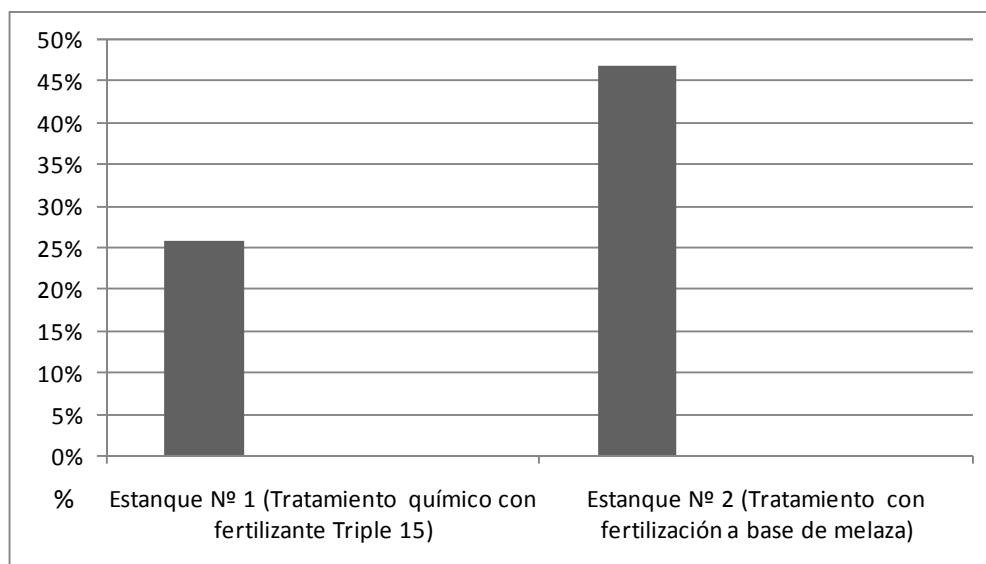


Figura 69. Porcentaje de supervivencia total a la cosecha a los 90 días.

4.2.4.1. Discusión de resultados de sobrevivencia.

La sobrevivencia de los camarones, presentó una diferencia muy marcada (figura 69), teniendo una sobrevivencia mayor en el estanque N° 2, con un incremento en un 21% sobre el estanque N° 1; Hernández *et al.*,2005, menciona que la sobrevivencia del camarón está ligada a una buena alimentación, lo cual ratifica Cuellar *et al.*,2010, quienes además dicen que la alimentación tiene que ser tanto artificial, con alimento concentrado; como con la alimentación natural a base de algas; dado que dentro de la investigación la alimentación artificial era igual para ambos estanques, la diferencia se le atribuye a la alimentación natural a base de algas, la cual en el estanque N° 2, tratado con melaza, fue constante; constancia que no se observó en el estanque N° 1, que se trató con fertilizante Triple 15. Esta alimentación a base de algas, se vio interrumpida durante los meses de octubre y noviembre, en los cuales se presentó la caída del alga en tres ocasiones; lo que causó un estanque con poco alimento disponible para el camarón. Se debe recordar que en esta época, también se presentó la tormenta tropical 12-E, lo que produjo a su vez un medio estresante para el camarón, al bajar los niveles de oxígeno disuelto y temperatura; lo cual provoca una mortalidad elevada, que puede resistirse, siempre y cuando el camarón este fuerte y bien alimentado; con lo cual podría sobrevivir a inclemencias de clima extremo. Al producirse esta caída del alga, el camarón tenía su fuente de alimento drásticamente reducida, ya que si bien es cierto el alimento concentrado siempre fue ofrecido, el alimento natural a base de algas, que está de manera constante y a disposición permanente del camarón, no estaba presente; lo que implica que el camarón no se alimentaba debidamente, y por consiguiente no se encontraba en condiciones óptimas para sobrevivir a situaciones que le producen estrés, lo cual en el camarón es altamente mortal, dando los resultados obtenidos.

4.3. Resultados del análisis de fitoplancton.

Se realizaron ocho muestreos, que se promediaron agrupándose en tres muestreos; con el objeto de tener una muestra al inicio, otra muestra que comprendiera la fase intermedia de la producción y la última muestra que sería la que representaría la carga de algas al final de la producción, teniendo así una muestra para septiembre, otra comprendió los meses octubre-noviembre y la última muestra abarcó el mes de diciembre. Los resultados obtenidos en este análisis fueron los siguientes:

Desde la siembra hasta la cosecha de los camarones, se observaron las divisiones de algas *Cianophyta*, *Heterokontophyta* y *Dinoflagellata*. Dentro de estas divisiones se observaron las siguientes familias de algas:

Nostocaceae, *Oscillatoraceae*, *Coscinodiscaceae*, *Coscinodiscaceae*, *Naviculaceae*, *Berkeleyaceae*, *Catanulaceae*, *Cymbellaceae*, *Leptocylindraceae*, *Melosiraceae*, *Pleurosigmaaceae*, *Rhizosoleniaceae*, *Thalassiosiraceae*, *Gonidomataceae* y *Prorocentraceae*.

Las divisiones encontradas corresponden a tres clases de algas: Cianobacteria, Diatomea y Dinoflagelados.

Las Cianobacterias, se presentaron en ambos estanques para todo el ciclo productivo. Se observaron dos especies: *Anabaena sp.* y *Oscillatoria sp.* Estas predominaron en el Estanque N° 1.

Se presentaron 35 especies de Diatomeas, durante el ciclo productivo, 14 especies coincidieron en ambos estanques, 10 se presentaron únicamente en el estanque N° 1 y 11 especies en el estanque N° 2. La abundancia de estas algas fue aumentando a lo largo del ciclo productivo.

Se observaron dos especies de Dinoflagelados: *Alexandrium peruvianum*, en los meses de octubre y noviembre para ambos estanques, predominando en el estanque N° 1, y *Prorocentrum mexicanum* que se presentó en los meses de octubre y noviembre, únicamente en el estanque N° 1 (Cuadro 10).

Cuadro 11. Conteo de células algales encontradas durante la investigación.

División	Familia	Nombre científico	Clase	Nc total E1	Nc total E2	Muestreos					
						Sept.		Oct-Nov		Dic.	
						E1	E2	E1	E2	E1	E2
Cianophyta	Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>	Cianobacteria	44620	31300			•	•	•	•
	Oscillatoraceae	<i>Oscillatoria sp.</i>	Cianobacteria	45840	24640	•	•	•		•	•
Heterokontophyta	Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus centralis</i>	Diatomea	85580	—					•	

	taceae	<i>sigmoide</i>	a	48	10							
		<i>Pleurosigma acutum</i>	Diatomea		25640							•
		<i>Pleurosigma angulatum</i>	Diatomea	1759362	295700	•	•	•			•	•
		<i>Pleurosigma bahamense</i>	Diatomea	5660		•						
		<i>Pleurosigma sp.</i>	Diatomea	5660	11320			•				•
		<i>Pleurosigma elongatum</i>	Diatomea	837587	188808	•	•	•			•	•
		<i>Pleurosigma estuarii</i>	Diatomea	15650							•	
		<i>Pleurosigma intermedium</i>	Diatomea	5660		•						
		<i>Pleurosigma nicobaricum</i>	Diatomea		5660							•
		<i>Pleurosigma nitzschia</i>	Diatomea		24640		•					•
		<i>Pleurosigma formosum</i>	Diatomea		5660					•		
	Rhizosoleniaceae	<i>Rhizosolenia hyalina</i>	Diatomea		37960							•
		<i>Rhizosolenia imbricata</i>	Diatomea	24640		•	•	•				
	Thalassiosiraceae	<i>Thalassiosira angulata</i>	Diatomea	18980		•						
Dinoflagellata	Goniodomataceae	<i>Alexandrium peruvianum</i>	Dinoflagelado	22310	18980			•	•			
	Prorocentrales	<i>Prorocentrum mexicanum</i>	Dinoflagelado	18980				•				

4.3.1 Catálogo fotográfico de especies de fitoplancton, encontradas durante la investigación durante los meses de Septiembre a Diciembre del 2011.

4.3.1.1. Cyanophyta o Cianobacterias.

Organismos unicelulares o filamentosos, que presentan clorofila A y una serie de pigmentos especiales del grupo de las ficobiliproteínas, tales como: ficoeritrina (coloración rojiza) y laficocianina (coloración verde azulada) (figuras 70 y 71). Debido a la dominancia de la ficocianina sobre laficoeritrina, tienen una coloración verde azulada; de ahí que se conozcan también con el nombre de algas verde azules. Las algas azules, presentan una cubierta externa donde encontramos los pigmentos fotosintéticos, mientras que el interior de la célula es incolora. Tiene sentido debido a que precisamente en la superficie, donde se produce la captación de la luz. Presentan adaptaciones a los ambientes más inverosímiles, lo que conlleva la adquisición de nuevas capacidades, que les permitan sobrevivir en condiciones hostiles como: sistema de fijación de nitrógeno atmosférico y presencia de toxinas para repeler ataques de los depredadores, etc. (UCA, 2014)

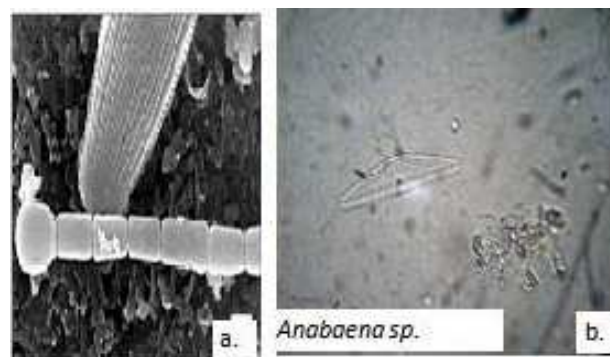


Figura 70. a. Guía de fitoplancton género *Anabaena*, b. Fotografía de género *Anabaena sp.* célula observada al microscopio óptico en objetivo 40X.

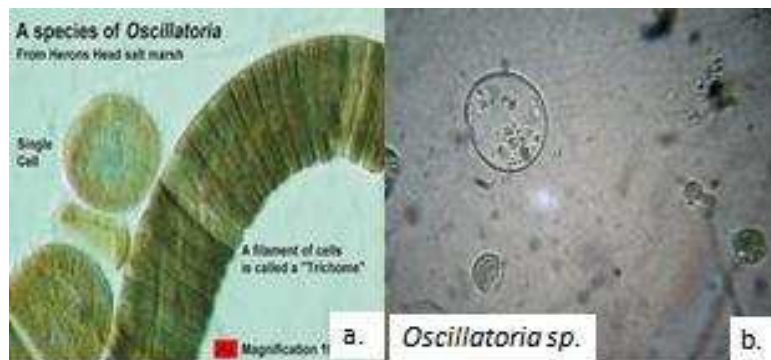


Figura 71. a. Guía de fitoplancton género *Oscillatoria*, b. Fotografía de género *Oscillatoria sp.* filamento aislado y célula observados al microscopio óptico en objetivo 40X.

4.3.1.2. Heterokontophyta o Diatomeas (Algas pardas).

Las diatomeas, son algas unicelulares que se colocan dentro de la familia de la Bacillariophyta. Las paredes celulares de estos organismos, están hechas de sílica; presentan formas variadas y bella ornamentación. Las diatomeas viven en la mayoría de sistemas de agua dulce, incluyendo un amplio rango de pH, la contaminación orgánica, y las temperaturas. Las células se presentan aisladas o en colonias, algunas de las cuales son visibles a simple vista (figuras 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82y 83) (UCA, 2014)

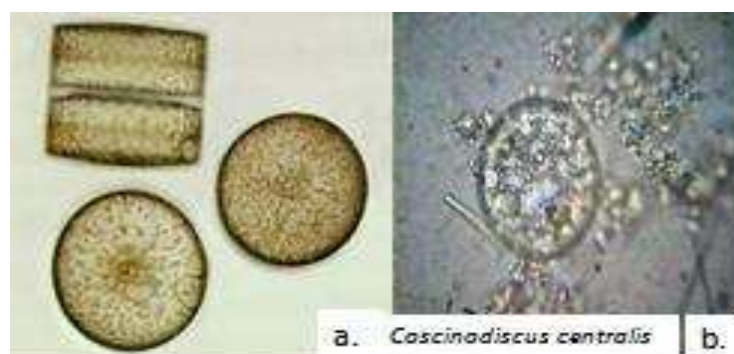


Figura 72. a. Guía de fitoplancton género *Coscinodiscus*, b. Fotografía de género *Coscinodiscus centralis*. célula discoidal observada al microscopio óptico en objetivo 40X.



Figura 73. a. Guía de fitoplancton género *Berkeleya*, b. Fotografía de género *Berkeleya rutillans*. célula observada al microscopio óptico en objetivo 40X.

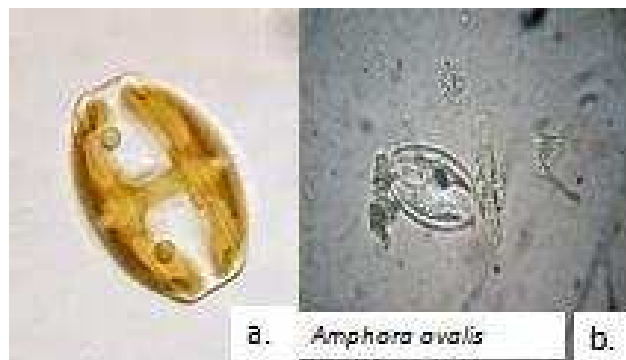


Figura 74. a. Guía de fitoplancton género *Amphora*, b. Fotografía de género *Amphora ovalis*. célula con interior de cloroplasto observada al microscopio óptico en objetivo 40X.

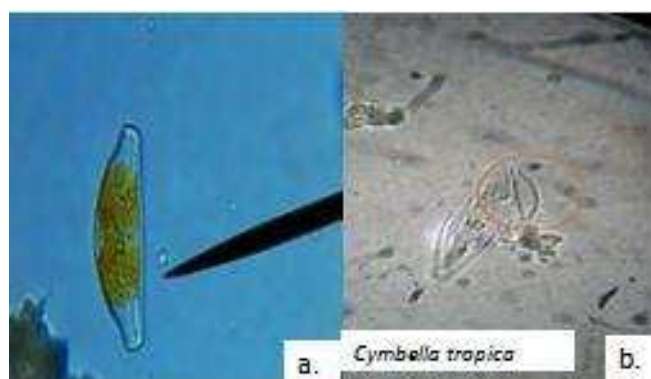


Figura 75. a. Guía de fitoplancton género *Cymbella*, b. Fotografía de género *Cymbella tropica*. célula observada al microscopio óptico en objetivo 40X.



Figura 76. a. Guía de fitoplancton género *Leptocylindrus*, b. Fotografía de género *Leptocylindrus donicus*. Filamento de células observado al microscopio óptico en objetivo 40X.

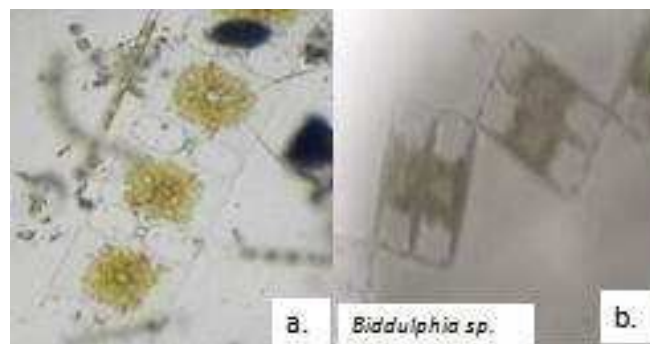


Figura 77. a. Guía de fitoplancton género *Biddulphia*. Fotografía de género *Biddulphia sp.* células con superficie ondulada observada al microscopio óptico en objetivo 40X.



Figura 78. a. Guía de fitoplancton género *Encyonema*, b. Fotografía de género *Encyonema sp.* célula observada al microscopio óptico en objetivo 40X.

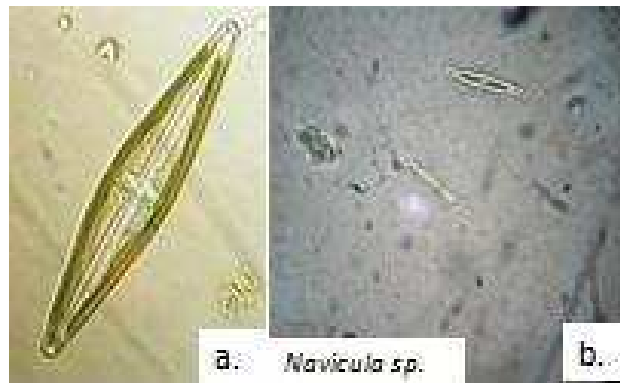


Figura 79. a. Guía de fitoplancton género *Navicula*, b. Fotografía de género *Navicula* sp. célula con cloroplastos cilíndricos observada al microscopio óptico en objetivo 40X.

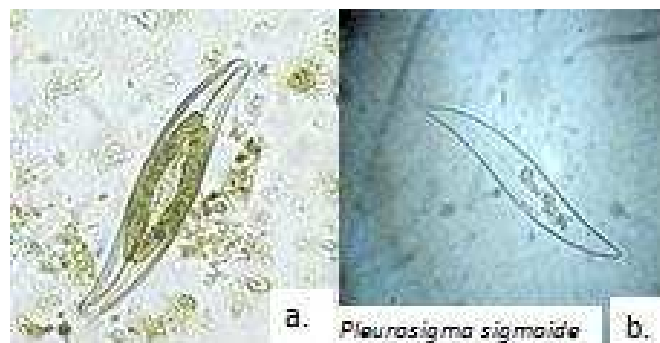


Figura 80. a. Guía de fitoplancton género *Pleurosima*, b. Fotografía de género *Pleurosima sigmoide*. célula observada al microscopio óptico en objetivo 40X.

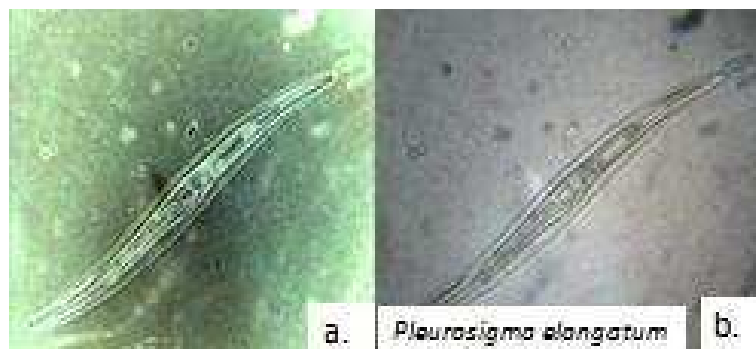


Figura 81. a. Guía de fitoplancton género *Pleurosima*, b. Fotografía de género *Pleurosima elongatum*. célula observada al microscopio óptico en objetivo 40X.



Figura 82. a. Guía de fitoplancton género *Rhizosolenia*, b. Fotografía de género *Rhizosolenia imbricata*. célula observada al microscopio óptico en objetivo 40X.

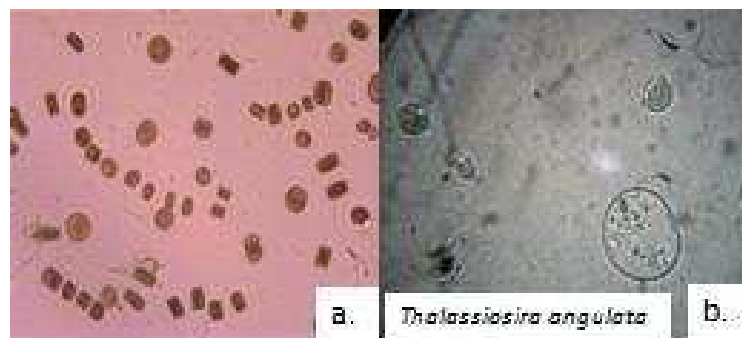


Figura 83. a. Guía de fitoplancton género *Thalassiosira*, b. Fotografía de género *Thalassiosira angulata*. célula observada al microscopio óptico en objetivo 40X

4.3.1.3. Dinoflagellata o Dinoflagelados.

La mayoría son unicelulares y biflagelados (aun cuando existen algunas especies no flageladas), contando con aprox. 2100 especies principalmente marinas. Las células en estos organismos, se caracterizan por presentar placas rígidas de celulosa (tecas), que se localizan inmediatamente por debajo de la membrana plasmática. Las tecas dejan surcos: un surco circular que rodea la célula, y que es ocupado por el flagelo transversal, y otro surco perpendicular al primero, que es ocupado por el flagelo longitudinal. Existen especies altamente tóxicas, que al crecer a altas densidades, generan las llamadas mareas rojas. Cuando los dinoflagelados, establecen relaciones simbióticas con organismos animales, pierden las tecas y se denominan zooxantelas, responsables de la productividad primaria

que permite la existencia de los corales en el trópico. Se debe recordar que los mares del trópico son muy pobres en nutrientes, lo que no permite productividad primaria abundante y basada en organismos de vida libre (plancton y macroalgas) (Figuras 84 y 85). (UCA, 2014).

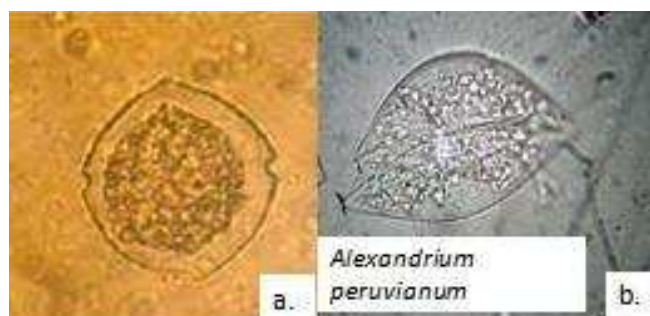


Figura 84. a. Guía de fitoplancton género *Alexandrium*, b. Fotografía de género *Alexandrium peruvianum*. célula observada al microscopio óptico en objetivo 40X.



Figura 85. a. Guía de fitoplancton género *Prorocentrum*, b. Fotografía de género *Prorocentrum mexicanum*. célula observada al microscopio óptico en objetivo 40X.

4.3.2. Discusión sobre resultados de fitoplancton.

Para FIAES/UCA, 2008 y UCA, 2010, la fertilización de los estanques, es un factor importante para la producción camaronera, ya que permite que dentro del estanque, se produzca alimento necesario para la postlarva de camarón. Según UCA (2010), para tener buenos resultados en cuanto a producción de camarón, se debe de contar con un buen programa de fertilización de estanques, que contribuya a la producción de diatomeas; las cuales en estanques con condiciones óptimas son abundantes. Estas algas ayudan a mejorar la calidad del agua y en consecuencia del efluente.

Según Cuellar et al., 2010. La fertilización debe estar dirigida a promover el crecimiento de las algas de mayor beneficio para el cultivo, como por ejemplo las diatomeas. Rodríguez et al., 2004, concuerdan con Cuellar et al., 2010, enunciando que los grupos de fitoplancton deseables en los estanques de camarón marino, son las diatomeas y las algas verdes, considerándose benéficos. Por el contrario, los dinoflagelados y las cianobacterias se asocian a una pobre calidad del agua y a eutrofización.

Dentro de los muestreos, se observó la presencia de cianobacterias y dinoflagelados, predominantes en el estanque N° 1, para Haws et al., 2009, estas algas causan amplias fluctuaciones diarias en la concentración de oxígeno disuelto y a menudo flotan en la superficie formando espumas; aglomerándose en las esquinas de los estanques, donde mueren y esto resulta en un deterioro localizado de la calidad de agua y suelo.

Para Sournia (1978), las cianobacterias producen una gran variedad de metabolitos secundarios, algunos de los cuales son tóxicos para animales y se conocen con el nombre genérico de cianotoxinas (Cuadro A12). Este tipo de algas, cuenta con registros de toxicidad y mortandad de animales, como consecuencia de estas toxinas; incluso existen antecedentes de toxicidad en seres humanos.

Según Haws et al., 2009, además de causar problemas de calidad de agua, algunas especies de *Oscillatoria*, *Anabaena* y algunos otros géneros de algas azul-verdosas, son notorias por producir compuestos malolientes, que al ser absorbidos por peces y camarones, causan mal sabor en su carne.

Probablemente estas algas, se presentaron a partir de las fuertes lluvias causadas por la tormenta tropical E-12 (Anexo 5,6,7 y 8), que produjeron un clima particularmente irregular; favoreciendo densos florecimientos de alga azul-verdosa, con lo que los niveles de algas benéficas (diatomeas), bajaron creando una “caída” de la población de algas, lo que a su vez llevo una baja en el oxígeno disuelto; provocando que el camarón subiera a aguas superficiales en busca de oxígeno, llamando la atención de depredadores, incrementando aún más la mortalidad en el estanque N°1.

En los muestreos de fitoplancton, se encontró mayor diversidad de diatomeas en el estanque N° 2, probablemente se deba a la aplicación de melaza en forma líquida, como fertilizante orgánico, que según UNESCO, et al., 2010, casi cualquier tipo de desechos y subproductos agrícolas, pueden usarse como fertilizantes orgánicos para estanques de camarón; siendo una alternativa muy factible el uso de melaza, que aportará los nutrientes necesarios para la productividad primaria del estanque, y a su vez es fácilmente degradable en el medio ambiente, por lo que el daño será menor que la fertilización mediante uso de químicos. Talavera et al., 1996, concuerda con la UNESCO, et al, y agrega que la melaza es una forma de aplicar carbono orgánico particulado, que contribuirá en la proliferación de bacterias benéficas, constitución estructural de diatomeas y otros organismos acuáticos, mejorando hasta cierto punto, el equilibrio en parámetros de calidad de agua.

Haws et al., 2009, enuncia que investigaciones, han mostrado que las algas azul-verdosas fueron reemplazadas por algas verdes, cuando el dióxido de carbono fue introducido en estanques de camarón. Como resultado, algunas camaroneras añaden melazas a los estanques, para estimular la producción microbiana de dióxido de carbono, para bajar el pH y disminuir las algas azul-verdosas.

4.4. Análisis bromatológico.

Los resultados obtenidos en el laboratorio para el análisis bromatológico (Figura A2), de camarón marino (*Litopenaeus vannamei*) a la cosecha fueron los siguientes:

Para el camarón completo (analizado con exoesqueleto), se presentaron niveles similares de porcentaje de humedad, cenizas, extracto etéreo, carbohidratos, calcio y fósforo; obteniendo pequeñas variaciones en el estanque N° 2, que presentó un valor de 66.1 % comparado con el estanque N° 1, que presentó un valor de 65.1 %; la fibra cruda, que en el estanque N° 1, presentó un valor de 5.12% y para el estanque N° 2, el valor fue 4.23%, y potasio que varió del estanque N° 1 con un porcentaje de 1.08% y para el estanque N° 2, con un valor de 0.69%.

Para el camarón pelado (se analizó sin exoesqueleto), se presentaron niveles similares en los elementos químicos de cenizas, fibra cruda, calcio, fósforo y potasio; presentando variaciones en los elementos: humedad en el estanque N° 1, con un valor de 72.47% y estanque N° 2, con un valor de 71.73%; proteína cruda en el estanque N° 1, el resultado fue

un 68.33% y en el estanque N° 2 el valor fue de 61.14%; el extracto etéreo en el estanque N° 1, presento un valor 10.86% y estanque N° 2 el porcentaje fue de 11.39%; los carbohidratos en el estanque N° 1 presentaron un valor de 9.9% y en el estanque N° 2 el valor fue de 16.75%.

4.4.1. Discusión de resultados del análisis bromatológico.

Según la FAO (2013), los valores obtenidos en el análisis bromatológico, están dentro de los rangos establecidos para la nutrición humana, teniendo rangos similares entre los dos tratamientos, por lo que se puede decir que nutricionalmente, ambos tratamientos aportan la nutrición adecuada al camarón para su consumo humano, y en el caso de la melaza, tiene la ventaja que al ser un compuesto no químico, se puede optar por un sello verde que acredite este producto para su exportación; ya que también es un cultivo en el cual no se utilizan fármacos prohibidos para su uso en acuicultura, pues cuando se presentan problemas de salud en el camarón, en el medio salvadoreño, se opta por cambios de medio ambiente, pasando de agua salina a un porcentaje de agua dulce adicional, con lo que se crea un cambio de ambiente, que afecta a virus o bacterias, pero es controlado para que no afecte al camarón, y así se controla cualquier manifestación de enfermedad y no se recurre al uso de fármacos. (Cuadros A13-A17)

4.5. Análisis de suelo.

El análisis de suelo de los estanques (Figura A2, A3, A4 y A5), en la fase de laboratorio para pre cosecha, presentaron valores similares en todos los elementos, excepto en Potasio. Mientras que para post cosecha, los elementos que variaron fueron el Fósforo en el estanque N° 1, el valor fue de 7.1 ppm.; mientras que para el estanque N° 2, el valor fue de 1.6 ppm.; para el Potasio, en el estanque N° 1, el valor fue de 442 ppm., y en el estanque N° 2, el valor fue 661 ppm.; para el elemento Calcio las variaciones fueron, en el estanque N° 1, un valor de 4.2 meq./ 100 cc., y para el estanque N° 2, el valor fue de 7.1 meq./ 100 cc.; el elemento Magnesio varió en el estanque N° 1, con un valor de 5.58 meq./ 100 cc., y en el estanque N° 2, con un valor de 7.74 meq./ 100 cc.

Los estanques presentaron valores similares para los elementos pH, aluminio, acidez total, materia orgánica, nitrógeno total en porcentaje, tanto para pre como para post cosecha, no así para los elementos fósforo, potasio, calcio y magnesio.

4.5.1. Discusión de resultados de análisis de suelo.

Dentro de los elementos que variaron, se destaca la alta cantidad de Fosforo para el estanque N° 1 en post cosecha, niveles más altos en cuanto a Potasio, Calcio y Magnesio en el estanque N° 2, para ambas cosechas; diferencias que a pesar de haberse dado, no crean un cambio significativo a nivel de calidad de suelos, si bien es cierto fueron diferencias marcadas en los elementos que presentaron variación, estos rangos no afectan la calidad del fondo de los estanques, según Basconés Merino (2013), por lo que ambos tratamientos aportaron niveles que no afectarían la calidad del suelo, y será apto para su uso posterior en el siguiente cultivo, no teniendo una variación significativa tampoco en sus etapas pre y post cosecha.

4.6. Análisis económico.

La importancia del análisis económico, radica en que el camaricultor compara la técnica propia, con la que se usó en la investigación. Al comparar los métodos, se facilita seleccionar la mejor técnica de acuerdo a la relación beneficio-costos. Es por ello que un análisis económico, debe realizarse para obtener información de una nueva tecnología a usar, y

saber si será rentable o no, y a la vez si es más rentable que la usualmente utilizada. Esta rentabilidad se determina a través del análisis de presupuesto parcial; los resultados obtenidos en la presente investigación se muestran a continuación. (Anexo 4)

Cuadro 12. Análisis de presupuesto parcial realizado para la investigación.

1. Rendimientos	Tratamiento N° 1 con Fertilizante Triple 15	Tratamiento N° 2 con Melaza
Rendimiento medio (Kg. a cosechar por estanque)	318.18 Kg.	545.45 Kg.
Rendimiento ajustado (Kg./estanque)	222.73 Kg.	381.82 Kg.
Beneficio bruto de campo (USD/Estanque)	USD 882.00	USD 1,512.00
2. Costos que varían por tratamiento (USD)		
Costos de fertilizantes USD/estanque	USD 68.00	USD 39.78
Costos por recambio de agua USD/estanque	USD 1,173.06	USD 804.00
Costos por alimentación USD/estanque	USD 947.18	USD 819.08
3. Total de costos que varían USD/Estanque	USD 2,188.24	USD1,662.86

Cuadro 13. Presupuesto parcial de beneficio neto para T2 (Fertilización a base de melaza) comparado con el T1 (Fertilización a base de químicos Triple 15), en la fase de engorde de camarón marino (*Litopenaeus vannamei*).

Ganancias o ingresos adicionales	USD
1. Ingresos Adicionales	USD 1,512.00
2. Disminución de costos	USD 2,188.24
A. Total de ingresos adicionales	USD 3,700.24
Costos adicionales	
1. Costos adicionales	USD 1,662.86
2. Disminución de ingresos	USD 882.00
B. Total de ingresos adicionales	USD 2,544.86
Cambio en el ingreso neto (A-B)	USD 1,155.38

4.6.1. Discusión de análisis económico.

El cambio en el presupuesto para el tratamiento N° 2 (Fertilización con melaza), es rentable y produce un aumento en el beneficio neto, que al utilizar la alternativa del tratamiento N° 1 (Fertilización con químicos triple 15), en la fase de engorde de camarón marino (*Litopenaeus vannamei*), produciendo un aumento en el beneficio neto de USD1,155.38 por producción.

5. CONCLUSIONES.

- El uso de melaza como fertilizante orgánico, produce un incremento y una población estable de fitoplancton en el estanque; lo que desencadena una mejor alimentación, y por consiguiente un peso vivo del camarón, con incrementos saludables y constantes hasta la cosecha.
- Al utilizar melaza, se favorece la producción de fitoplancton benéfico en un 10% más, que el fertilizante químico, teniendo más presencia de Diatomeas que son beneficiosas para el *Litopenaeus vannamei* y no se presentan Dinoflagelados, y la población de Cianobacterias, disminuye considerablemente; algas que se presentan cuando existe una pobre calidad de agua ya que se consideran tóxicas.
- La capacidad fitoplanctónica, frente a situaciones extremas como: falta de luz solar adecuada o lluvias constantes, se ve aumentada al implementar la melaza como fertilizante, lo que se reflejó en una columna de agua, con población de algas constantes, no presentándose caídas de algas en ningún momento de la producción.
- El uso de melaza como fertilizante, aporta un ambiente más estable y una fuente de alimentación primaria más efectiva y constante; incrementando la capacidad del camarón a situaciones de estrés, lo que aumenta la sobrevivencia de éste en un 21%.
- El suelo de estanques fertilizados con melaza, no almacena cantidades de materia orgánica excesiva, con lo que se evita el deterioro del fondo de los estanques, lo que representa un ahorro en los costos de producción.
- El uso de melaza, no altera la calidad nutricional de los camarones a la cosecha, manteniendo niveles que se encuentran dentro de los valores establecidos para la nutrición humana.
- En la evaluación económica, el beneficio neto del tratamiento con melaza, superó en USD1155.38 al tratamiento con fertilizante Triple 15

6. RECOMENDACIONES.

- Promover el uso de melaza como fertilizante, pues es una alternativa muy factible, ya que aporta los nutrientes necesarios para la productividad primaria del estanque, y a su vez es fácilmente degradable en el medio ambiente, por lo que el daño es menor que la fertilización mediante uso de químicos.
- Es aconsejable que al usar melaza como fertilizante, se haga una dilución con la misma agua del estanque, previo a su aplicación; con lo que se facilitará su dispersión por todo el estanque, al reducir la densidad de ésta, lo que se puede acompañar con una aplicación desde las compuertas de entrada de agua de recambios, para que por presión de la corriente se facilite la distribución de la melaza.
- Continuar investigando sobre el uso de melaza como fertilizante, en camaricultura, para generar más información en el país; evaluando su uso también en otras etapas de la producción, como en la preparación de suelos.
- Se recomienda incrementar la frecuencia de aplicaciones de melaza, en las etapas de fertilización pre-siembra, haciéndolo diariamente en las cantidades necesarias según las dimensiones del estanque.
- Realizar investigaciones, sobre otros fertilizantes orgánicos usados en la región, y conocer su posible uso conjunto con la melaza, o las diferencias que existen con ésta.
- Investigar más sobre la acción de la melaza sobre factores específicos del metabolismo del fitoplancton, que le confieren más resistencia frente a situaciones ambientales hostiles, como: falta de luz solar adecuada, lluvias constantes y cambios en salinidad.

7. BIBLIOGRAFIA

- Basconés Merino, E. 2013. Análisis de Suelos y consejos de abonado, Valladolid, España.
- Bolaños, M. A. (2004). Buenas Prácticas de Manejo en el Cultivo del Camarón Cultivado. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) PROARCA. 38 p.
- Boone. 1931. Programa de información de especies acuáticas. *Penaeus vannamei*. (en línea). Consultado el 27 de Febrero del 2011. FAO: Pesca. Disponible en http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus_vannamei/es.
- Boyd, C.E.; Haws, M.C. (2001). Métodos para mejorar la camaronicultura en Centroamérica. Universidad Centroamérica (UCA). Managua, Nicaragua. 296p.
- Cano Sánchez, Scarlet Alejandra. 2003. Fitoplancton y Coliformes como Indicadores de la Calidad de Agua. Universidad San Carlos. Guatemala. 70p.
- Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos. Universidad Centroamericana. (CIDEA-UCA) 2006. Buenas Prácticas de Manejo en el cultivo del Camarón. Managua, Nicaragua. 20p.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Edición completa revisada. México D.F., México: CIMMYT.
- Chávez, M. C.; Higuera, I. 2003. Manual de Buenas Prácticas de Producción acuícola de Camarón para la Inocuidad Alimentaria. Sinaloa, México.
- Cortez, L. Jaimes, S. Perez, R. 2003. Guía Ilustrada de algas encontradas en la plataforma Los Cóbano. (Diciembre 2002 . Mayo 2003). El Salvador.
- Cuéllar, J. Lara, C., Morales, V.; García, O. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSA OSPESCA, C.A. 132p.
- Díaz, P. 2009. Utilización del metabisulfito de sodio como preservante en las camaroneras de la Srta. Pilar Mariana Díaz Rengifo. Guayaquil, Ecuador.

- FAO. Pesca. Visión general del sector acuícola nacional El Salvador. 2010. (en línea). Consultado el 12 de Noviembre del 2011. Disponible en: http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_elsalvador/es
- FAO. Nutrición. Nutrición Humana en el mundo en Desarrollo. 2013. (en línea). Consultado el 12 de Noviembre del 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0c.htm#bm12>
- FIAES-UCA, 2008, "Determinación de la contaminación por plaguicidas en agua, suelo, sedimentos y camarones en los Cantones Salinas del Potrero y Sisiguayo de la Bahía de Jiquilisco. San Salvador, El Salvador. 76p.
- FEDNA, 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). C. de Blas, G.G. Mateos y P.Gª. Rebollar (eds.). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 pp.
- Fox, J. Treece, G. 2001. Métodos para mejorar la camaronicultura en Centroamérica. Texas A&M University. Texas, Usa. (en línea). Consultado el 29 de abril de 2011. Disponible en: www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/6%05Fertilización.pdf
- Haws, M.C. C.E. Boyd, B.W. Green (2001). Buenas prácticas de manejo en el cultivo de camarón en Honduras. Una guía para incrementar la eficiencia y reducir los impactos ambientales de acuicultura del camarón. Coastal Resources Center, University of Rhode Island. Rhode Island, EE.UU 96 p.
- Hernández, J. López, W. Vásquez, M. 2005. El Cultivo de Camarón Marino en la Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. ICMARES. 48p
- International Aqua Feed. 2010. "Nuevos Aditivos para camarones". Nuevos aditivos que reducen el impacto económico de las enfermedades en la producción de camarón. (en línea). Consultado el 15 de Noviembre del 2011. Disponible en: aquafeed.co/nuevos-aditivos-para-camarones/.
- ISO, Central Secretariat 2009. Environmental Management. The ISO 14000 family of International Standards. Suiza. (en línea). Consultado el 18 de Febrero del 2014 Disponible en [Http: //www.iso.org/iso/theiso14000family_2009.pdf](http://www.iso.org/iso/theiso14000family_2009.pdf).

- Jory, D.E. 1998. Manejo De La Productividad Natural en Estanques de Camarón. Editorial Alicorp. Volumen 4, edición 2. Lima, Perú. 10p.
- Lastras, P. 2009. Salud Bio, Medicina Natural. Melaza de caña: propiedades. (en línea). Consultado el 29 de abril de 2011. Disponible en <http://saludbio.com/articulo/melaza-de-ca%C3%B1a>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 2005. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Acuicultura. San José, Costa Rica. 49p.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador (MARN). 2005. Ley del Medio Ambiente y sus Reglamentos, Leyes Anexas. El Salvador. 295p.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria y Organización del Sector Pesquero y Acuícola del ISTMO Centroamericano (OIRSA- OSPESCA). 2010. Manual de Buenas Prácticas de Manejo para el cultivo del Camarón Blanco (*Penaeus vannamei*). Panamá. New Concept Publications, Inc. (en línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2011. Disponible en: www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/Bibliotecavirtual/ManualBuenasPracticascamaroncultivo2010.pdf.
- Pardo, M. Sinde Stompel. 2003. Informe Final. "Propuesta de Desarrollo Sostenible para el sector pesquero artesanal del Golfo de Fonseca y la Bahía de Jiquilisco". El Salvador.
- Rivera Rodríguez, M.C. 1998. Efecto de la Salinidad sobre el Crecimiento y Supervivencia en Postlarvas y Juveniles de Camarón Blanco (*Litopenaeus vannamei*) Bajo Condiciones de Laboratorio. Tesis Msc 1998. Manzanillo, Colima, México. 53p.
- Rodríguez, R. Páez, F. Gárate, I. 2004. El fitoplancton en la camaronicultura y larvicultura: Importancia de un buen manejo. México. 147p.
- Rodríguez, R. 2004. El fitoplancton en la camaronicultura y Larvicultura: importancia de un buen manejo. Instituto de Ciencias del Mar y limnología. Mexico
- Rojas, A. A. Haws, M.C y Cabanillas, J. A. 2005. Buenas Prácticas de Manejo para el cultivo de camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development.

- Sánchez, S. Villanueva. P. 2001. Composición del fitoplancton en el Estrecho de Bransfield e isla elefante durante el verano austral de 1999. Rev. Perú. Biol. Vol. 8. Nº1. (en línea). Consultado el 6 de abril de 2011. Disponible en http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/biologia/v08_n1/composicion_fitoplancton.htm.
- Sócola Sánchez, María Elena. 2003. Tesis: Efecto del uso de diferentes fuentes y concentración de materia orgánica sobre poblaciones miobentónicas con énfasis en Nematoda. Guayaquil, Ecuador. 65 pág.
- Talavera, V. Zapata, L.M. y Sánchez, D (eds). Las bacterias y la descomposición orgánica en los estanques de cultivo de camarón mar. Boletín Nicovita. 1996. (1° ed.). 2 pp. (en línea). Consultado el 25 de Marzo del 2011. Disponible en http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/boletines/bole_9611_01.pdf
- Talavera, V. Zapata, L.M.; Sánchez, D (eds). Utilización de melaza en estanques de cultivo de camarón. Boletín Nicovita. 1998. (3° ed.). 2 pp. (en línea). Consultado el 15 de Diciembre del 2010. Disponible en http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/calidad_de_agua/bole_9803_02.pdf
- Ulloa, J.; Salazar de Jurado, M.; Jiménez, N.; Salazar, J.L. 1996. Estudio Nacional Sobre la Diversidad Biológica Marina y Costera en El Salvador Propuesta Para Declarar un Área Protegida. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro de Desarrollo Pesquero. Nueva San Salvador, El Salvador.
- UNESCO. 2009. Manual para la identificación y medidas de gestión. Cianoacterias planctónicas del Uruguay. Documento Técnico Nº 16. Uruguay
- Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, UCA. 2010. Manual Para el Buen Manejo en Camaronicultura, Una Guía para los Productores de Camarón de la Bahía de Jiquilisco.
- Universidad de Cádiz. UCA. 2012. España. Limnología. Atlas del Fitoplancton. (en línea). Consultado el 20 de Diciembre 2013. Disponible en: es.scribd.com/doc/48874116/ATLAS-DEL-FITOPLANCTON.
- UNESCO, 2009. Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis. Paris, Francia, 2010. 120p.

8. ANEXOS

Cuadro A1. Composición Nutricional de la melaza de caña

Melaza: Composición Nutricional
Grupo: Azúcares
Porción comestible: 1,00
Agua (ml): 24,40
Energía (Kcal): 242,00
Carbohidratos (gr): 69,60
Proteínas (gr): 2,40
Lípidos (gr): 0,00
Colesterol (mgr):0,00
Sodio (mgr) . 43,00
Potasio (mgr) .1238,00
Calcio (mgr) . 218,00
Fósforo (mgr) .45,00
Hierro (mgr) .6,70
Retinol (mg): 0,00
Ácido ascórbico (C) (mgr): 0,00
Riboflavina (B2) (mgr): 0,10
Tiamina (B1) (mgr):0,06
Ácido fólico (microgr):0,00
Cianocobalamina (B12) (microgr):0,00
Fibra vegetal (gr):0,00
Ácidos Grasos Poliinsaturados (gr): 0,00
Ácidos Grasos Monoinsaturados (gr): 0,00
Ácidos Grasos Saturados (gr):0,00
Ácido Linoleico (gr):0,00
Ácido Linolénico (gr):0,00

(Fuente: FEDNA 2003)

Cuadro A2. Tabla de alimentación para *Litopenaeus vannamei* en porcentaje de la biomasa corporal, alimentado diariamente bajo condiciones semi-intensivas.

Longitud (cm)	Peso (gr.)	Biomasa (%)	Alimento/100,000 camarones/día (kg)
4.0	1	10.0	10.0
7.0	3	9.0	27.0
8.5	5	8.0	40.0
10.0	7	7.0	49.0
10.5	9	5.9	53.1
11.0	11	5.1	56.1
11.5	13	4.5	58.5
12.0	15	4.0	60.0
12.4	17	3.7	62.0
12.8	19	3.4	64.6
13.2	21	3.2	67.2
13.6	23	3.0	69.0
14	>25	<3.0	<70.0

(Haws, *et al.*, 2001).

Cuadro A3. Medidas preventivas para diferentes defectos del camarón a la cosecha

Calidad	Defectos	Medidas preventivas
Apariencia	Manchas negras	Uso de sulfito apropiado
	Maltratado o dañado	Colocación en hielo
	Decoloración debida a calor	Colocación en hielo
	Cascara suave	Cosecha en el tiempo apropiado
	Coloración amarillenta	Uso de sulfito apropiado
	Cascaras picadas	Uso de sulfito apropiado
	Apariencia lechosa	Separación del producto
	Especies mezcladas	Separación del producto en la planta
Olor	Descomposición	Colocación en hielo
	Cloro	Revisar cantidades de cloro, si se usa
Textura	Esponjosa o suave	Relación apropiada de hielo y camarón

(UCA, 2010)

Cuadro A4. Efecto de concentración de Oxígeno Disuelto (OD) en una explotación camaronera.

Concentración de OD	Efecto
Menor de 1 - 2 mg/L	Mortal si la exposición dura más que unas horas
2 - 4 mg/L	Crecimiento será lento si la baja de oxígeno disuelto se prolonga
4 - 12 mg/L	Mejor condición para crecimiento adecuado
> 12 mg/L	Sobresaturación: riesgo de la “enfermedad de la burbuja de gas”; puede ser indicativo de alta concentración de microalgas

(Cuellar, *et al.*, 2010)

Cuadro A5. Parámetros físico-químicos y biológicos del agua del estanque para la siembra

Parámetro	Alcalinidad	pH (a.m.)	Amonio	O.D. (a.m.)	Diatomeas	TCBS	TSA	Lumi.
Rango	> 80.0 mg/L	7.0 a 8.0	<0.10 mg/L	> 4.0 mg/L	>15,000 cel/ mL	≤102	≤103	Cero

OIRSA-OSPESCA (2010)

Cuadro A6. Efectos del pH sobre el camarón.

Efecto	Ph
Punto de acidez letal	4
No hay reproducción	4-5
Crecimiento lento	4-6
Crecimiento optimo	6-9
Crecimiento lento	9-11
Punto de alcalinidad letal	11

(UCA, 2010)

Cuadro A7. Interpretación de medición de Disco Secchi

Profundidad (cm)	Concentración de fitoplancton
< 25 cm (Estanque demasiado turbio)	Si es turbio por fitoplancton, habrá problemas de concentración baja de oxígeno disuelto por la noche o antes de la salida del sol. Cuando la turbidez resulta por partículas suspendidas, la productividad será baja
25-30 cm	Turbidez es alta y conviene bajar la concentración de fitoplancton
30-45 cm	Si la turbidez es por fitoplancton, el estanque está en buenas condiciones
45-60 cm	El fitoplancton está escaso
> 60 cm	El agua está demasiado clara. La productividad es inadecuada y pueden crecer plantas acuáticas en el fondo de los estanques

(Cuellar, *et al.*, 2010)

Cuadro A8. Lineamientos para programas de monitoreo de calidad de agua para efluentes de producciones de camarón y aguas costeras.

Variable	Razones para medir	Lineamientos para proteger ecosistemas acuáticos
Temperatura del agua	Tiene influencia determinante sobre los procesos químicos y biológicos	Cambio menor de 2°C
Oxígeno disuelto	Esencial para la vida acuática aeróbica	No menor de 5 a 6mg/l
pH	Influencia en procesos químicos y biológicos	6.0 a 9.0
Nitrógeno amoniacal total	Nutriente de plantas y toxina potencial: indicador de contaminación	No debe exceder 3 mg/l en los efluentes
Nitrógeno de nitrato	Toxina potencial	No debe exceder 0.005 mg/l en aguas costeras
Fosforo total	Fuente de fosforo inorgánico para las plantas	Concentraciones de 0.001 a 0.1 mg/l en aguas costeras pueden causar brotes de plancton.
Nitrógeno total	Fuente de nitrógeno inorgánico disuelto para plantas	Concentraciones de 0.1 a 0.75 mg /l en aguas costeras pueden causar brotes de plancton. No exceder 10 mg/ l en los efluentes
Clorofila	Indicador de abundancia de fitoplancton y nivel de eutrofización	Concentraciones mayores que 1 a 10 µg/l indican eutrofización en aguas costeras
Total de sólidos en suspensión	Indicador de partículas de tierra suspendidas o de material orgánico suspendido	No debe cambiar más del 10% de la media de temporada en aguas costeras
Demanda bioquímica de oxígeno	Indicador de contaminación orgánica	No debe deprimir las concentraciones de oxígeno disuelto a menos de 5 o 6 mg/l
Salinidad	Puede provocar salinización	No debe subir más de 0.5 ppt en agua dulce. No hay límite recomendado para aguas de mar o salobres
Visibilidad del disco Secchi	Índice de claridad o turbidez del agua	No debe cambiar más del 10% de la media de temporada en aguas costeras.

(CIDEA-UCA, 2006)

Cuadro A9. Resumen de la prueba de T, para las variables fisicoquímicas registradas en el periodo de septiembre a diciembre 2011

Variables	Tcal	Ttablas
Oxígeno disuelto a.m	0.4447878	2.160
Oxígeno disuelto p.m	0.9731236	2.160
Temperatura	0.2436830	2.160
Salinidad	0.0454139	2.160
pH	0.0119140	2.160
Turbidez	0.0186987	2.160

Cuadro A10. Resumen de la prueba de T, para las variables biológicas registradas en el periodo de septiembre a diciembre 2011

Variable	Tcal	Ttablas
Peso Vivo (g)	0.0004434	3.201
Crecimiento (cm)	1.161447	3.201
Alimento (kg)	0.0004622	3.201

Cuadro A11. Tallas de camarón requeridas para la exportación a EEUU

1	Camarón Talla menores que 15s	33 por Kg
2	Camarón Talla 15-20s	33-45 por Kg
3	Camarón Talla 21-25s	46-55 por Kg
4	Camarón Talla 26-30s	56-66 por Kg
5	Camarón Talla 31-40s	67-88 por Kg
6	Camarón Talla 41-50s	89-110 por Kg
7	Camarón Talla 51-60s	111-132 por Kg
8	Camarón Talla 61-70s	133-154 por Kg
9	Camarón Talla mayores que 70s	154 por Kg

(CIDEA-UCA, 2006)

Cuadro A12. Características de las hepatotoxinas y neurotoxinas producidas por cianobacterias de ambientes acuáticos continentales. Se indican el número de variantes químicas conocidas y los géneros que producen cada grupo de toxinas.

Toxinas	Compuesto	Modo de acción	Principales géneros
Microcistinas	Heptapéptidos cíclicos (más de 80 variantes)	Inhiben las proteína-fosfatasa hepáticas, induciendo la hiperfosforilación de filamentos del citoesqueleto Daños hepáticos	<i>Microcystis</i> <i>Planktothrix</i> <i>Oscillatoria</i> <i>Anabaena</i> <i>Nostoc</i> <i>Anabaenopsis</i> <i>Aphanocapsa</i>
Nodularina	Pentapéptido cíclico (aprox. 8 variantes)	Similar a las microcistinas	<i>Nodularia</i>
Cylindrospermopsina	(Algunos autores la clasifican como "citotoxina") Alcaloide guanidínico cíclico (aprox. 3 variantes)	Inhibe la síntesis proteica. Efecto predominantemente hepatotóxico Produce severas lesiones necróticas en hígado, riñón, pulmón, bazo e intestino de mamíferos	<i>Cylindrospermopsis</i> <i>Anabaena</i> <i>Aphanizomenon</i> <i>Raphidiopsis</i> <i>Lyngbya</i>
Saxitoxinas	Alcaloides carbamatos no sulfatados (saxitoxinas), monosulfatados (goniautoxinas) o disulfatados (Ctoxinas) (aprox. 20 variantes)	Inhibe la transmisión nerviosa a través del bloqueo de los canales de sodio en las células induciendo parálisis muscular	<i>Anabaena</i> <i>Aphanizomenon</i> <i>Cylindrospermopsis</i> <i>Lyngbya</i> <i>Raphidiopsis</i>
Anatoxina-a/ Homoanatoxina a	Alcaloides (2 variantes)	Bloquea los receptores nicotínicos y colinérgicos postsinápticos	<i>Planktothrix</i> <i>Oscillatoria</i> <i>Phormidium</i> <i>Anabaena</i> <i>Aphanizomenon</i>

		neuromusculares Mimetizan la acción de la acetilcolina	<i>Raphidiopsis</i>
Anatoxina-a(s)	Organofosforado natural	Inhibe la actividad de la acetilcolinesterasa, mas tóxica que la anatoxina-a	<i>Anabaena</i>

(UNESCO 2009)

CUADRO A13. Sustancias farmacológicas para las que hay un Límite Máximo de Residuo (LMR) establecido.

Sustancia	Especie Animal	LMR
Amoxicilina	Todas las especies productoras de alimentos	50 µg/kg: músculo, hígado, riñón, grasa 4 µg/kg: grasa
Ampicilina	Todas las especies productoras de alimentos	50 µg/kg: músculo, hígado, riñón, grasa 4 µg/kg: grasa
Clortetraciclina	Todas las especies productoras de alimentos	600 µg/kg riñón 300 µg/kg hígado 100 µg/kg músculo, leche 200 µg/kg huevos
Difloxacina	Todas las especies productoras de alimentos	300 µg/kg músculo 100 µg/kg grasa 800 µg/kg hígado 600 µg/kg riñón
Enrofloxacina	Todas las especies productoras de alimentos	100 µg/kg músculo, grasa 200 µg/kg hígado, riñón
Eritromicina	Todas las especies productoras de alimentos	200 µg/kg músculo, grasa, hígado, riñón 40 µg/kg leche 150 µg/kg huevos
Florfenicol	Todas las especies productoras de alimentos Peces	100 µg/kg músculo 200 µg/kg grasa 2000 µg/kg hígado 300 µg/kg riñón 1000 µg/kg músculo + piel
Flumequina	Salmónidos	150 µg/kg músculo + piel
Oxitetraciclina	Todas las especies productoras de alimentos	600 µg/kg riñón 300 µg/kg hígado 100 µg/kg músculo, leche 200 µg/kg huevos
Sarafloxacina	Salmónidos	30 µg/kg músculo + piel
Sulfonamidas	Todas las especies productoras de alimentos	100 µg/kg músculo, hígado, riñón, grasa La combinación de residuos del grupo de sulfamidas no debe superar 110 µg/kg.
Tiamfenicol	Peces	50 µg/kg músculo + piel
Trimetoprim	Todas las especies productoras de alimentos	50 µg/kg músculo, grasa, hígado, riñón, leche

(Fuente: EMEA web site, www.emea.eu.int/ Diciembre de 2002; última revisión de la página web mayo 2011).

CUADRO A14. Sustancias para las cuales no es necesario establecer un Límite Máximo de Residuos (LMR)

Sustancia	Especie animal	LMR
Formaldehído	Todas las especies productoras de alimentos	No hace falta establecerlo.
Glutaraldehído	Todas las especies productoras de alimentos	“
Peróxido de hidrogeno	Todas las especies productoras de alimentos	“
Yodo y compuestos yodados	Todas las especies productoras de alimentos	“
Sulfato de Magnesio	Todas las especies productoras de alimentos	“
Cloruro Sódico	Todas las especies productoras de alimentos	“
Cloruro de enzalconio	Todas las especies productoras de alimentos	Para uso como excipiente, hasta una concentración de 0.05%

(Fuente: EMEA web site, www.emea.eu.int/ Diciembre de 2002; última revisión de la página web mayo 2011).

CUADRO A15. Sustancias farmacológicas con Límite Máximo de Residuos (LMR) provisionales

Sustancia	Especie animal	LMR
Levamisol	Todas las especies productoras de alimentos	Provisional: 10 µg/kg músculo, hígado, riñón, grasa, leche.
Tetraciclinas	Todas las especies productoras de alimentos	Provisional: 600 µg/kg riñón, 300 hígado, 200 huevos, 100 músculo, 100 leche (suma de droga original y su epímero 4).
Acido Oxolinico	En Estudio	

(Fuente: EMEA web site, www.emea.eu.int/ Diciembre de 2002; última revisión de la página web mayo 2011).

CUADRO A16. Sustancias farmacológicas prohibidas.

Sustancias farmacológicas prohibidas
Nitrofuranos: Furazolidona, nitrofurazona...
Cloramfenicol
Dimetridazol
Clorpromazina
Metronidazol

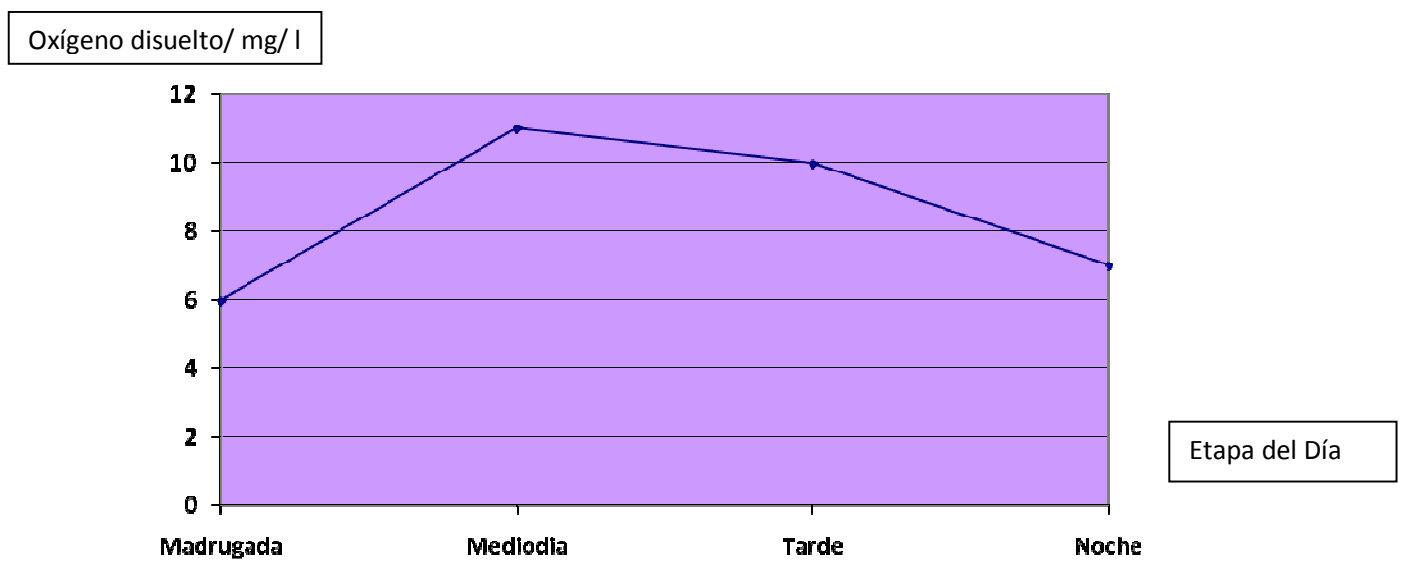
(Fuente: EMEA web site, www.emea.eu.int/ Diciembre de 2002; última revisión de la página web mayo 2011).

CUADRO A17. Drogas Aprobadas para su uso en acuicultura por la Food Drug Administration (FDA)

Nombre Comercial	Especie	Indicaciones	Regimen (Tiempos de Retiro)
Terramycin ®10	Salmónidos	Ulceración, furunculosis, septicemia hemorrágica bacteriana e infección por Pseudomonas	2.5 -3.7 g /100 lb de animal/10 días (21 días)
	Pez gato (bagre)	Septicemia hemorrágica bacteriana e infección por Pseudomonas	2.5 -3.7 g /100 lb de animal/10 días (21 días)
	Langosta	Control de gaffkemia por Aerococcus viridan	1 g/1 lb de alimento/5 días (30 días)
Sufamerazine in Fish Grade	Trucha	Control de furunculosis en salmónidos por Aeromonas salmonicida	10 g/100 lb de animal/día (21 días)
Romet ®-30	Salmónidos	Control de furunculosis en salmónidos por Aeromonas salmonicida	50 mg/kg animal/5 días (42 días)
	Pez gato (bagre)	Control de septicemia entérica causada por Edwardsiella ictaluri	50 mg/kg animal/5 días (3 días)
Formalin-F	Huevos de Salmón/Trucha	Control de protozoarios	1-2 ml/L
	Pez gato (bagre), Agalla azul, corvina boca grande	Control de protozoarios	0.015-0.250 ml/L (dependiente de temperatura, especie y tipo de piscina)
	Salmónidos	Control de protozoarios	0.015-0.250 ml/L

			(dependiente de temperatura, especie y tipo de piscina)
	Huevos de Salmón/Trucha	Control de hongos (familia Saprolegniaceae)	1-2 ml/L
Paraside-F	Pez gato (bagre), Agalla azul, corvina boca grande	Control de protozoarios	0.015-0.250 ml/L (dependiente de temperatura, especie y tipo de piscina)
	Salmónidos	Control de Protozaiarios	0.015-0.250ml/l (dependiente de la temperatura, especie y tipo de piscina)
Parasite-S ®	Huevos de Salmón/Trucha	Control de protozoarios externos	1-2 ml/L
	Otros Peces	Control de protozoarios externos	0.015-0.250ml/L (dependiente de temperatura, especie y tipo de piscina)
	Camarón	Control de hongos (familia Saprolegniaceae) en huevos de todas las especies	0.025-0.100 ml/L
Finquel	Peces	Anestésico	0.015-0.330 g/L (21 días)
Tricaine-S	Peces	Anestésico	0.015-0.330 g/L (21 días)

(Fuente: EMEA web site, www.emea.eu.int/ Diciembre de 2002; última revisión de la página web mayo 2011).



(UCA, 2010)

Figura A1. Evolución diaria de oxígeno disuelto.

Ciudad Universitaria, 21 de febrero de 2012.

Resultado de Análisis

Usuario: Br. Gracia Margarita Guillen Orellana
Br. Ester Abihail Fuentes Arevalo

Fecha de Ingreso: 23 de enero de 2012

Tipo de Muestra: Camaron

Análisis solicitados: Humedad, ceniza, Proteína Cruda, Extracto Etéreo, Fibra Cruda, Carbohidratos, Calcio, Fósforo, Potasio.

Mx N°	Descripción del Cliente	Muestra	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína Cruda (%)	Extracto Etéreo (%)	Fibra Cruda (%)	Carbohidratos (%)	Calcio (%)	Fosforo (%)	Potasio (%)
8	Camarón + triple 15	E1 Pelado	72.47	8.73	68.33	10.86	2.18	9.9	0.05	1.2	0.073
9	Camaron + melaza	E4 Pelado	71.73	8.47	61.14	11.39	2.25	16.75	0.03	1.26	0.75
	Camarón + triple 15	E1 completo	70.56	10.88	65.10	7.58	5.12	11.32	2.38	1.61	1.08
	Camaron + melaza	E4 completo	71.33	10.70	66.10	7.36	4.23	11.61	2.24	1.55	0.69

Analista: Ing. Agr. Juan Milton Flores Tensos

Atentamente,

[Firma manuscrita]

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"

DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Turcios
Jefe del Departamento de Química Agrícola

Figura A2. Resultados de análisis de bromatológico de camarón marino.



**LABORATORIO DE
SERVICIOS ANALÍTICOS**
SECCIÓN SUELOS
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS



*Informe : 459 Pág. 1 / 1
 Finca : 18277 ESTACION DE MARICULTURA LOS COBANOS
 Cantón :
 Municipio :
 Departamento :
 Propietario : GRACIA MARGARITA GUILLEN ORELLANA
 Dirección : C. U. J. SIMÓN CAÑAS PJE LAS BRISAS #26 T:2274-8534

FECHAS:
 Recepción : 07/03/2012
 Análisis : 14/03/2012
 Emisión : 15/03/2012

Nombre del Tablón	Prof (cm.)	Sitio Muest.	N° Correl	Text. Tacto	pH	(ppm)		(meq / 100 cc)			%	
						P	K	Ca	Mg	Al		AcT
ESTANQUE 1 TRIPLE 15	0-20	Banda	1526	F.C.A.	7.6	2.0	438	6.7	8.48	0.1	0.4	0.21
ESTANQUE 4 MELAZA	0-20	Banda	1527	F.C.A.	7.7	2.5	551	7.7	8.83	0.1	0.4	0.22



Coordinador Laboratorio Servicios Analíticos

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted(es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. La metodología utilizada es exclusiva para fines agrícolas. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

VER METODOLOGÍA DE ANÁLISIS AL REVERSO

Avenida Manuel Gallardo y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, C.A. PBX.: (503) 2288-3088. Fax: (503) 2228-0669
 E-mail: info@procafe.com.sv • www.procafe.com.sv

Figura A3. Resultados de análisis de suelos pre-cosecha.

19/03/2012
09:11:28

FUNDACION PROCAFE
S.I.I.T.T.
MODULO DE SERVICIOS ANALITICOS
RESULTADOS DE ANALISIS ESPECIALES

Pag. # 1

Nombre Análisis Valor Clasificac.

Código Informe : 459
Código Finca : 18277 ESTACION DE MARICULTURA LOS COBANOS
Propietario : GUILLEN ORELLANA GRACIA MARGARITA

Muestra # : 1526
Código Tablón : 1 ESTANQUE 1 TRIPLE 15
Profundidad : 0-20 Sitio Muestreo : Banda

NITROGENO TOTAL (%) 0.133

Muestra # : 1527
Código Tablón : 2 ESTANQUE 4 MELAZA
Profundidad : 0-20 Sitio Muestreo : Banda

NITROGENO TOTAL (%) 0.098



The image shows a handwritten signature in black ink over a circular stamp. The stamp contains the text: 'DEPTO. DE INVESTIGACIONES', 'LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS', and 'FUNDACION PROCAFE'. The stamp is partially obscured by the signature.

Figura A4. Resultados de análisis de suelos pre-cosecha continuación.



**LABORATORIO DE
SERVICIOS ANALÍTICOS**
SECCIÓN SUELOS
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS



N° Informe : 374
Finca : 18239 ESTACION DE MARICULTURA LOS COBANOS
Cantón : SUBURBIO
Municipio : SONSONATE
Departamento: SONSONATE
Propietario : ESTHER ABIGAIL PUENTES AREVALO
Dirección : URB. LA CORUÑA 2 PSJ 3 No.64-B SOYAPANGO

Pág. 1 / 1

FECHAS:
Recepción : 23/02/2012
Análisis : 02/03/2012
Emisión : 02/03/2012

Nombre del Tablón	Prof. (cm.)	Sitio Muest.	N° Correl	Text. Tacto	pH	(ppm)		(meq/100 cc)			%	
						P	K	Ca	Mg	Al		Act
ESTANQUE 1	0-20	Banda	1239	F.C.A.	7.8	7.1	442	4.2	5.58	0.1	0.3	0.17
ESTANQUE 4	0-20	Banda	1240	F.C.A.	7.8	1.6	661	7.1	7.74	0.1	0.3	0.23



[Signature]
Coordinador Laboratorio Servicios Analíticos

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted(es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. La metodología utilizada es exclusiva para fines agrícolas. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

VER METODOLOGÍA DE ANÁLISIS AL REVERSO

Avenida Manuel Gallardo y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, C.A. PBX.: (503) 2288-3088. Fax: (503) 2228-0669
E-mail: info@procafe.com.sv • www.procafe.com.sv

Figura A5. Resultados de análisis de suelos post-cosecha.

02/03/2012
07:24:03

FUNDACION PROCAFE
S.I.I.T.T.
MODULO DE SERVICIOS ANALITICOS
RESULTADOS DE ANALISIS ESPECIALES

Pag. # 1

Nombre	Análisis	Valor	Clasificac.
--------	----------	-------	-------------

Código Informe : 374
Código Finca : 18239 ESTACION DE MARICULTURA LOS COBANOS
Propietario : FUENTES AREVALO ESTHER ABIGAIL

Muestra # : 1239
Código Tablón : 1 ESTANQUE 1
Profundidad : 0-20 Sitio Muestreo : Banda

NITROGENO TOTAL (%) 0.140

Muestra # : 1240
Código Tablón : 2 ESTANQUE 4
Profundidad : 0-20 Sitio Muestreo : Banda

NITROGENO TOTAL (%) 0.140




Figura A6. Resultados de análisis de suelos post-cosecha continuación.

ANEXO 1

Evaluación de la Calidad de las Postlarvas

- a) Contenido intestinal. La postlarvas con buena salud por lo general se alimentan de manera continua y agresiva y deberían presentar el intestino lleno. Las postlarvas bajo estrés usualmente dejan de comer.
- b) Movimiento intestinal (peristalsis): los movimientos rítmicos del cordón intestinal indican un buen funcionamiento del sistema digestivo de los animales. De igual modo, un color oscuro del hepatopáncreas es un indicio de que las postlarvas se han estado alimentando adecuadamente.
- c) Presencia de epibiontes: las postlarvas saludables al ser observadas al microscopio no presentan organismos adheridos al exoesqueleto. Se aconseja no aceptar envíos de postlarvas que presenten más de un 5% de epibiontes.
- d) Opacidad muscular. La presencia de camarones con opacidad en su musculatura es también indicio de estrés causado por condiciones ambientales pobres. Los envíos de postlarva con más del 10% de los animales presentando esta condición se consideran inaceptables.
- e) Desarrollo branquial: Un buen desarrollo branquial se observa cuando las lamelas o filamentos branquiales de las postlarvas se ramifican como en forma de árbol de navidad. Generalmente las postlarvas alcanzan este desarrollo entre los días 9 y 10 de desarrollo de las postlarvas (PL-9 o PL-10); un buen desarrollo branquial permite a las postlarvas el tolerar con mayor facilidad cambios rápidos de salinidad y otros parámetros durante la aclimatación
- f) Cambios en el color y melanización. El color rojizo de las postlarvas puede ser ocasionado por nutrición deficiente, manejo inapropiado, infecciones y estrés. La melanización (manchas de color oscuro) indica infecciones bacterianas.

Anexo 2

Pruebas de estrés.

Para realizar estas pruebas unas 100-200 postlarvas son sometidas a un choque térmico, osmótico y/o químico para luego determinar el número de postlarvas que sobreviven a la prueba. Una prueba ampliamente usada es la de someter a los animales a una reducción de temperatura de 10-12°C por 1-2 horas, o a salinidad es de 0-5 partes por mil durante 30 minutos. A continuación se detallan los procedimientos para la realización de una de estas pruebas.

Para la evaluación de la prueba de estrés, se deben tomar en consideración los siguientes valores de porcentaje de supervivencia:

- a) 90 a 100%: excelente
- b) 85%: aceptable
- c) 80%: regular
- d) < 80%: no aceptable

Anexo 3

Manejo de alimentación de acuerdo al ciclo de muda.

- a) Realizar muestreos de los camarones dos veces por semana
- b) Determinar el estadio de muda en un número no menor de 100 animales por estanque, basándose en la identificación de los patrones de intermuda, premuda y postmuda en los urópodos de los camarones muestreados
- c) Calcular el porcentaje de animales que no están en condiciones de comer (ayuno fisiológico)
- d) Ajustar la ración en base al porcentaje de la biomasa que está en posibilidad de alimentarse.
- e) Alimentar en los horarios establecidos para los camarones con base en los picos máximos circadianos de actividad enzimática digestiva (10 a.m. -12 p.m. y 6 p.m. – 8 p.m.)

Anexo 4. Cálculos para análisis económico de la investigación.

a) Rendimientos de los tratamientos. (peso a la cosecha)

Tx1 (Triple 15): 700 lbs.
Tx2 (melaza): 1200 lbs.

b) Ajustes de los tratamientos.

Se dio un ajuste del 30%.

Tx1 (Triple 15): 490 lbs 222.7272727 kg
Tx2 (melaza): 840 lbs 381.8181818 kg

c) Beneficio Bruto de Campo:

Precio de campo (costo por Kg de producto) por rendimiento ajustado.

1Lb: \$ 1.8 1Kg: \$ 3.96
Tx1 (Triple 15): \$882
Tx2 (melaza): \$1,512

d) Costos que varían por cada tratamiento

Tx 1 (t-15): Fertilizantes: \$68
Recambio (energía eléctrica): \$1,173.06
Alimentación: \$947.1816874
Total: \$ 2,188.241687
Tx 2(melaza): Fertilizantes: \$ 39.78
Recambio (energía eléctrica): \$804
Alimentación: \$819.0807965
Total: \$1,662.860797

Total: \$3,851.10 Por ambos tratamientos

Procedimientos

Recambios

Haciendo recambios con un tiempo de bombeo para el llenado de 6 horas diarias, dependiendo la hora de marea alta, se hicieron un total de 6 bombeos para el llenado total de ambos estanques (6 bombeos cada estanque) y los recambios desde el 19 De septiembre con tres recambios cada semana cada estanque 39 recambios en el estanque con el tratamiento 2 y 63 recambios en el estanque con el tratamiento 1; con precio de \$0.19 por Kwh por ser zona industrial tenemos:

Tx1: 63 recambios x 6 horas cada uno: 378 horas de recambios, por \$0.19x Kwh tenemos un consumo de \$71.82, la bomba que se utilizaba era de 15 caballos de fuerza con un consumo de 11 kw por hora entonces tenemos que

378 horas por 11kw: 4158 Kw usados para el recambio de el estanque con el Tx 1 por el precio por Kw H tenemos un consumo de energía eléctrica de \$790.02 para toda la producción (\$197.51 al mes).

Tx 2: 39 recambios x 6 horas cada uno: 234 horas de recambio por 11 Kwh que es el consumo de la bomba que se usó, tenemos 2574Kw usados para el recambio del estanque con el tratamiento 2, por \$0.19 que cuesta el Kwh en la zona industrial tenemos: \$489.06 de consumo eléctrico para toda la producción en este estanque. (\$122.17 al mes)

Más el uso de aireadores:

Tratamiento 1

1.4 Kwh usados por los aireadores por trabajo diario de 12 horas por 90 días tenemos:

1.4×12 : 16.8 Kw al día

16.8×90 : 1512 Kw por todo el tratamiento, esto por \$0.19 que cuenta el Kwh tenemos:

1512×0.19 : \$287.28 por uso de aireadores por todo el ciclo de cultivo en el tratamiento 1.

A esto le sumamos el consumo por otros 30 días equivalentes a las horas extra diurnas que trabajaron los aireadores en el estanque 1 por problemas de lluvia y baja de oxígeno durante el último mes de tratamiento es:

1.4 Kwh por 12 horas por 30 días:

$1.4 \times 12 \text{ h}$: 16.8 Kwh por 30 días

16.8×90 : 504 Kwh por el precio \$0.19 de cada Kwh tenemos un consumo extra de \$95.76 para este tratamiento.

Tratamiento 2

1.4 Kwh usados por los aireadores por trabajo diario de 12 horas por 90 días tenemos:

1.4 x 12: 16.8 Kw al día

16.8 x 90: 1512 Kw por todo el tratamiento, esto por \$0.19 que cuenta el Kwh tenemos:

1512 x 0.19: \$287.28 por uso de aireadores por todo el ciclo de cultivo en el tratamiento 2.

Alimentación

Tratamiento 1

316.1188 Kg x 2 (precio Kg camarónina): \$632.22 por todo el ciclo de cultivo

Tratamiento 2

280.6113 Kg x 2: \$561.22 Por todo el ciclo de cultivo.

Fertilización:

Tx 1

Se utilizaron 2 qq de formula triple 15 a un precio de \$34 cada uno se gasto \$68 por todo el ciclo de cultivo

qq: 2 Precio QQ: 34 Total en \$ 68

Tx 2

Se utilizaron 64 galones de melaza a un precio de 0.6215 el galón se gato un total de \$ 39.78 por todo el ciclo de cultivo

Galones usados 64 Precio Galón: 0.6215 Total en \$ 39.776

Anexo 5. Especial sobre estragos de lluvias II parte. Cosechas anegadas y puentes destruidos.

6 // NACIONAL

www.elsalvador.com • Miércoles, 26 de octubre de 2011 El Diario de Hoy

ESPECIAL SOBRE ESTRAGOS DE LLUVIA. III Parte

“Lo contabilizado hasta el día de ayer es de \$292 millones solo en infraestructura. Incluye Obras Públicas, Fovial, Educación y de Salud”

GERSON MARTÍNEZ
Ministro de Obras Públicas

▶▶ VIENE DE LA PÁGINA 4

afectada. Esto incluye carreteras, puentes, caminos vecinales, centros asistenciales, escuelas, cárcevas y otros.

Infraestructura

Sólo en infraestructura, el país ha estimado daños materiales por \$292 millones, según dijo ayer el ministro de Obras Públicas, Gerson Martínez, en un canal de TV. La cifra podría crecer pues incluye lo evaluado hasta ayer.

En infraestructura vial, Martínez detalló que hay 22 puentes dañados, ocho de los cuales colapsaron. Además, la Dirección de Gestión Estratégica del Riesgo tiene 10 puentes en observación.

Eso sin contar que más del 35 % de la red vial de todo el país está dañada y continúa con un alto deterioro del asfalto en las calles más transitadas, así como en centros de salud, escuela y viviendas que quedaron anegadas o afectadas por las lluvias.

En Agricultura

El otro gran escollo se centra en la producción agrícola. El último informe del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) indica que se han perdido 1.6 millones de quintales de granos básicos (maíz, frijol, sorgo y arroz).

Si se toma en cuenta el precio actual del quintal en maíz y frijol, sólo en esos dos granos los 263 mil 518 productores afectados han perdido más de \$55 millones.

Amy Ángel, gerente de la sección de Recursos Naturales de la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (Fusades), dijo que lo que más le preocupan son los pequeños agricultores que siembran para obtener su propia comida. “Esto tendrá un gran impacto en la seguridad alimentaria”, dijo.

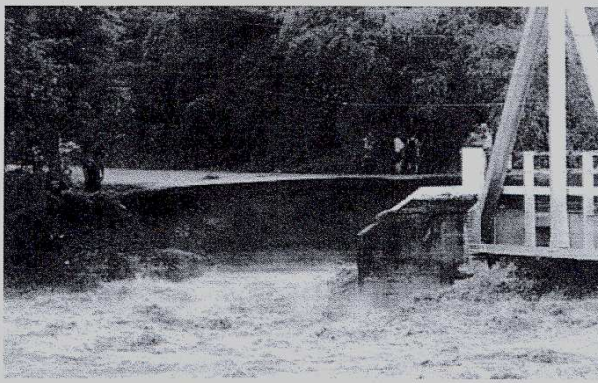
Lo peor es que Honduras y Nicaragua, que exportan buena cantidad de granos básicos al país, también han tenido problemas con sus cosechas.

ALGUNOS DAÑOS

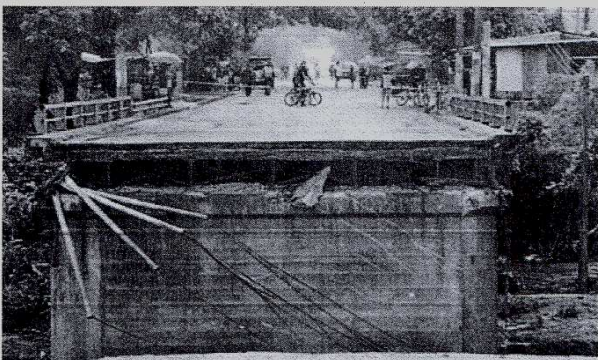
COSECHAS ANEGADAS Y PUENTES DESTRUIDOS



Un total de 250 mil 872 manzanas de cultivos de maíz, frijol, arroz y sorgo quedaron anegadas por las lluvias. Las pérdidas son millonarias, según el Ministerio de Agricultura.



El puente de San Francisco Menéndez, en Ahuachapán, es una vía principal de paso hacia y desde Guatemala. Su reparación requerirá millones de dólares para reactivarlo.



Este es el puente de Ateos, en La Libertad. Por esta vía transitan muchos camiones de carga que comercializan todo tipo de productos. MOP tendrá que reconstruirlo por completo.

“Las consecuencias de no invertir en infraestructura aumentan la vulnerabilidad del país. Esto definitivamente le va a restar a la economía del país”

ÁLVARO TRIGUEROS
Analista económico Fusades

“Se espera un regreso a mayores precios para granos y hortalizas, regresando el costo de la canasta básica a sus picos de meses anteriores”

AMY ÁNGEL
Gerente agrícola Fusades



Este tramo de la carretera San Salvador-Ciudad Arce quedó totalmente afectado por las lluvias.

“Hemos regresado al punto desde donde partimos”

Analistas de Fusades aseguran que la economía del país se verá afectada de nuevo pues el país necesitará más recursos para reconstruirse.

Las altas expectativas de crecimiento económico que el país se había trazado para este año se movieron completamente con los estragos que ocasionó la depresión tropical 12E.

El mismo presidente del Banco Central de Reserva, Carlos Acevedo, reconoce que aún sin tener una evaluación completa de los daños, el crecimiento económico se verá afectado.

Álvaro Trigueros, gerente de la sección macroeconómica de Fusades, aseguró que la depresión tropical llegó en un mal momento para el país.

“Nos agarró en un momento de muchas debilidades”, dijo. El bajo nivel de empleos, el gasto público ineficiente, la situación fiscal apretada y una inversión muy baja tendrán sus efectos en la economía nacional.

“No hemos usado los recursos públicos para fortalecerlos”, dijo. No ha habido inversión pública y eso nos pasará la factura. “Si el país hubiera invertido en reforzar bordas o puentes, no tendríamos tantos daños ahora. Seríamos un país más resistente a este tipo de fenómenos”, dijo el analista.

Por su parte, Amy Ángel, gerente de la sección de recursos naturales de la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (Fusades), dijo que los estragos en el sector productivo han regresado al país al punto desde el cual partió pues según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) se ha perdido un 35 % de las cosechas. “Podemos volver a tener un mercado regional complicado durante el próximo año, con restricciones a las exportaciones por parte de estos países. Igualmente, sería necesario buscar un suministro de países como Etiopía, origen de buena parte de las importaciones de frijol de los últimos 12 meses”, dijo.

Anexo 6. Especial sobre estragos de lluvias IV parte. Lección de la tormenta 12-E: Más recursos y más preparación

6 // NACIONAL

www.elsalvador.com • Jueves, 27 de octubre de 2011 El Diario de Hoy

ESPECIAL SOBRE ESTRAGOS DE LLUVIA. IV Parte

ALGUNOS DANOS

FUERZA ARMADA TRABAJÓ EN LAS EVACUACIONES



Además del transporte los efectivos de la Fuerza Armada realizaron tareas de seguridad en los camiones y en los refugios. Fueron apoyados por camiones de Obras Públicas.



En algunas zonas los soldados tuvieron que hacer las decenas de evacuaciones a pie, debido a que no entraron los camiones y las lanchas de la Fuerza Naval.



En zonas como Garita Palmera, en Ahuachapán, las evacuaciones se tuvieron que hacer con transporte proporcionado por los mismos afectados.

Munguía Payés asegura que se necesita lanchas pantaneras y conciencia en la gente para que no espere a que el agua les llegue hasta el cuello para evacuar

Lección de la tormenta E-12: Más recursos y más preparación

Óscar Iraheta
Jorge Beltrán
sucesos@eldiariodehoy.com

Sin rodeos el ministro de la Defensa, general David Munguía Payés, acepta que hacen falta más recursos materiales y más preparación del recurso humano para atender los fenómenos naturales que en los próximos 10 años podrían golpear con más intensidad a El Salvador debido a los efectos del cambio climático que experimenta el planeta.

Los miles de refugiados de decenas del Bajo Lempa saben perfectamente que Munguía Payés tiene razón en cuanto a la carencia de lanchas y la preparación del personal cuyo deber es proteger a la población civil durante cualquier desastre.

El Diario de Hoy fue testigo de que a las comunidades afectadas en el municipio de San Marcos Lempa, los militares llegaron tres días después de que esa zona comenzara a ser afectada por la tormenta tropical E-12.

Antes fue la Cruz Roja, Cruz Verde y Comandos de Salvamento quienes ayudaron a evacuar a las personas con la única seguridad que puede proporcionar una cuerda o una cadena hecha con brazos humanos.

El colmo fue que el sábado 15, dos lanchas con la que los militares habían realizado evacuaciones en la propia emergencia se quedaron sin combustible.

Cientos de personas de la Bahía de Jiquilisco, tuvieron que esperar a que el alcalde de ese

EN CIFRAS

11

DÍAS duró la tormenta E-12, que dejó daños en siete departamentos. Puentes, viviendas y carreteras de todo el país fueron afectados.

34

VÍCTIMAS MORTALES y tres desaparecidos causó la tormenta E-12, según cifras oficiales. El huracán Ida, en cambio, ocasionó 199 muertos.

municipio llevara el combustible a los militares para que pudieran auxiliar a los habitantes de diversas comunidades de la Bahía de Jiquilisco.

Mientras eso sucedía, las lanchas quedaron varadas durante ocho horas con personal militar y socorristas que nada podían hacer. Ni siquiera regresar a tierra firme.

Los cuerpos de socorro expresaron que en la zona del Bajo Lempa, en Usulután, las evacuaciones se dificultaron desde el cuarto día de las emergencias, ya que no tenían vehículos o lanchas apropiadas para poder efectuar los rescates.

Es más, en la comunidad Babilonia, miembros de la Cruz Roja desafiaron la fuerte crecida del Lempa en la noche del miércoles 12. Momentos después, la corriente rompió la borda y quedaron aislados con todo y las ambulancias.

Dificultad para evacuar

"La experiencia nos dice que necesitamos más gente; vamos a solicitar equipos más eficientes de rescate. Hablamos de lanchas pantaneras que no tenemos en este momento, vehículos con llantas más grandes, de tal manera que la altura aumente y podamos ingresar con mayor facilidad a esas zonas anegadas", afirmó el funcionario durante una entrevista en un canal de televisión.

De acuerdo con Munguía Payés, en la zona del Bajo Lempa tuvieron dificultades para hacer evacuaciones de comunidades aisladas, debido a que cuando los niveles del agua no estaban muy altos, se hizo la advertencia a la gente que se saliera hacia los refugios.

No obstante, pocos atendieron la alarma y fue hasta que el agua les llegó al cuello que optaron por ser evacuados. Según el jefe castrense, en algunos lugares tuvieron que evacuar gente hasta en la noche lo cual dificultaba la labor y aumentaba el riesgo.

A diferencia de lo que pasó en el Bajo Lempa, en comunidades afectadas por el desborde del río Paz, la presencia de la Unidad de Rescate Humanitario de la Fuerza Armada fue desde el martes 11, según

CONTINUA EN LA PÁGINA 8 ►

Fuente: El Diario de Hoy, Octubre 2011

Anexo 7. Especial sobre estragos de lluvias IV parte.

8 // NACIONAL

www.elsalvador.com • Jueves, 27 de octubre de 2011 El Diario de Hoy

ESPECIAL SOBRE ESTRAGOS DE LLUVIA. IV Parte



Los socorristas realizaron rescates en la comunidad Ciudad Romero, en el Bajo Lempa, en lanchas que son las adecuadas.

► VIENE DE LA PÁGINA 6

constató El Diario de Hoy. El mismo alcalde del municipio de San Francisco Menéndez, Narciso Ramírez, fue beneficiado por el oficial que comandaba esa unidad. Ambos pasaron la noche subidos a un árbol debido a una repunta que los tomó por sorpresa cuando se encontraban instando a los pobladores de varias comunidades a que permitieran ser evacuados a los refugios.

Pero tanto en las desembarcadas de los ríos Lempa y Paz, los encargados de las evacuaciones solo contaban con chalecos flotadores, cuerdas y cascos.

Ida, la lección aprendida
No obstante, las dificultades y las carencias que detalló Munguía Payés, el procurador para la Defensa de los Derechos Humanos, Óscar Luna, hace una valoración positiva del desempeño gubernamentales en el manejo de las alertas en zonas de riesgo, la coordinación de evacuaciones y la atención a personas que estaban lugares de riesgo.

“Me pareció oportuna porque a pesar de la magnitud del evento, la cantidad de personas fallidas, que es de lamentarlo, no tan elevado como pudo haber sido si no se hubiese actuado con la debida oportunidad”, afirmó. Luego del huracán Ida, que



afectó el territorio salvadoreño a principios de noviembre de 2009, la Procuraduría de Derechos Humanos (PDDH) hizo señalamientos al Gobierno porque, según reza un informe de esa entidad, no se actuó con la “debida diligencia” y “no adoptaron políticas oportunas” en materia de protección civil, prevención y mitigación de desastres.

De acuerdo con registros oficiales, el huracán Ida provocó la muerte de 199 salvadoreños, decenas de desaparecidos a consecuencia de deslaves y derrumbes.

De acuerdo con fuentes de El Diario de Hoy, la negligencia de la entonces Dirección de Protección Civil llegó al grado de mofarse de un informe que la Fuerza Armada les hizo llegar, en el que se advertía de la magnitud del fenómeno natural y la gravedad de los daños que podría ocasionar.

Para rematar, el manejo de la ayuda a los damnificados era tortuosa por parte de Protección Civil, entonces dependencia del Ministerio de Gobernación, lo cual derivó en que el presidente Mauricio Funes resignó esa tarea, como en otras ocasiones, a la Fuerza Armada para tenerle más agilidad y efectividad a la asistencia, según indican las fuentes.

Crítica a algunos alcaldes
Pese a la “evaluación positiva” que Luna hace sobre el manejo de las alertas y la coordinación de evacuaciones, el funcionario detalló la falta de coordinación en la distribución de viveres en los albergues, lo cual achaca a la “falta de voluntad” de algunos alcaldes como el del de Teotepeque.

Agregó que le constaba que en un albergue del cantón Mízata, la gente no había recibido asistencia porque estaban en un albergue que el alcalde no había autorizado.

“Nos presentaron denuncia escrita contra el alcalde porque éste, hasta ese momento, no les había querido dar alguna ayuda argumentando que él no había autorizado ese albergue”, aseguró Luna.

También hace énfasis en la falta de recursos y preparación del personal de instituciones involucradas en la atención de emergencias.

Munguía Payés, por su parte, hizo una invitación a todas las instituciones que son parte del Sistema Nacional de Protección Civil a capacitarse a través de simulacros y puso a disposición un sistema computarizado de simulación de situaciones de riesgo instalados en el Comando de Doctrina y Educación Militar. Esas actividades, según el jefe castrense, les ayudará “a seguir afinando la buena coordinación”, expresó.

Militares varados durante cuatro horas en el Bajo Lempa

Una lancha donde viajaban un grupo de soldados para efectuar rescates sufrió desperfectos y tuvo que ser remolcada por otra embarcación.

La falta de equipos necesarios para realizar los rescates en las zonas fangosas, quedó evidenciada el pasado miércoles 19, cuando una lancha donde viajaba un grupo de militares quedó varada en las aguas de la Bahía de Jiquilisco.

Un equipo de El Diario de Hoy que acompañaba la embarcación evidenció los problemas que tuvieron los militares de la Fuerza Naval con una lancha de dos motores.

Los soldados salieron del cantón La Canoa, en el Bajo Lempa a repartir viveres a la isla Montecristo.

Después de recorrer varias horas en las fuertes corrientes la lancha sufrió algunos problemas en los dos motores.

Sin embargo, los militares cumplieron con el objetivo y entregaron los sacos de frijol, arroz, azúcar y otros artículos de primera necesidad a los pobladores de la isla Montecristo, quienes no habían tenido ayuda desde que iniciaron las lluvias.

Minutos después de haber iniciado el regreso los motores de la lancha comenzaron a fallar y después de varios minutos se apagaron.

Los militares dijeron que un banco de arena que estaba en la zona había provocado el desperfecto en los dos motores de la lancha.

Otros dijeron que los motores ya cumplieron con la vida útil y no están aptos para recorrer grandes distancias.

Los militares tuvieron que esperar cuatro horas aproximadamente para que otra lancha de la Fuerza Naval los auxiliara.

Lanchas no apropiadas

Las evacuaciones en las comunidades La Pita, Rancho Viejo, Ciudad Romero, El Zambrano, Ciciaguayo y otras más de San Carlos Lempa y San Marcos Lempa, se dificultaron por la falta de equipo adecuado.

La Fuerza Armada y los cuerpos de socorro no tenían lanchas pantaneras para entrar a zonas fangosas, donde el agua había dejado a su paso ramas, troncos y otros obstáculos.

En la entrada a San Carlos Lempa los militares no pudieron entrar a ningún lugar, debido a que las lanchas no eran aptas para las zonas.

El agua deterioró las calles principales y tampoco hubo acceso con los camiones de la Fuerza Armada.

La falta de equipo necesario para realizar las evacuaciones y las tareas de rescate, hace más dificultoso y pesado el trabajo para los socorristas.

Por ejemplo en la zona de San Carlos Lempa, algunos socorristas tuvieron que caminar más de cinco kilómetros en el agua para buscar las víctimas. También en Garita Palmera los voluntarios caminaron más de ocho kilómetros para hacer rescates.



Militares bajan viveres en la Isla Montecristo. FOTO EDH / ARCHIVO

Fuente: El Diario de Hoy, Octubre 2011

Anexo 8. Especial sobre estragos de lluvias. Última entrega.

ESPECIAL SOBRE ESTRAGOS DE LLUVIA. Última entrega.



El parque San Andrés fue el más afectado por las aguas del río Sucio, que lo bordea. Dos años podrían tardar las obras de reparación, aunque el sitio estaría abierto al público en los próximos días, solo con acceso a las pirámides. FOTOS: EDH / CORTESÍA SEC

Invierno colapsó el patrimonio nacional

- Sitios culturales del país sufrieron daños graves
- El parque San Andrés quedó inundado, mientras que Joya de Cerén está en peligro

Jhoel Díaz
comunidades@eldiariodehoy.com

Al menos 850 mil dólares es la cifra preliminar que la Secretaría de la Cultura de la Presidencia (SEC) calcula sobre los daños en la infraestructura del patrimonio cultural, ocasionados por las últimas lluvias que azotaron el territorio nacional.

El director de Patrimonio Cultural, Ramón Rivas, efectuó ayer un recorrido por los sitios San Andrés y Joya de Cerén, en La Libertad, donde las piezas y estructuras arqueológicas no resultaron afectadas, pero sí las instalaciones para el público.

San Andrés registró la situación más crítica, ya que el des-

borde del río Sucio inundó el museo, anfiteatro, sala de exposiciones y el obraje colonial de añil. También hubo pérdidas en museografía (elementos estéticos y de exhibición del museo).

La SEC ha utilizado bombas para extraer el agua, y unos 27 empleados trabajan en remover el lodo. Pero el mayor perjuicio se dio en el muro lateral del parque, cuya débil fundación no resistió el azote del río y colapsó.

Esta misma corriente afectó al cercano sitio Joya de Cerén, reconocido por ser el único Patrimonio de la Humanidad declarado por la Unesco que posee el país.

La quebrada generó derrumbes en el paredón que da

EN SAN ANDRÉS

\$180

MIL DÓLARES. Este es el monto preliminar que se necesita para reactivar solo la infraestructura del parque San Andrés, sin contar la restauración.

con el parque, el cual conserva restos de una aldea precolombina y los cuales hoy están en peligro de caer.

El peruano Gorki Cuavoy, consultor enviado por el Centro de Patrimonio Mundial, realiza el recuento de los daños.

“Elaboraremos un informe que se enviará en su momento con las recomendaciones, para que la dirección del patrimonio las resuma”, aseguró, sin dar más detalles.

La ayuda internacional es la

única alternativa que Rivas encuentra para esta situación, pues explicó que el Estado no cuenta con un presupuesto para sufragar todos los estragos ocurridos.

“En la Secretaría de Cultura no poseemos fondos para este tipo de calamidades. Es inconcebible. Se debería designar un presupuesto para las obras que tienen que ver con salvaguardia del patrimonio, pero en este país nunca ha existido”, denunció.

Para la reparación el museo de San Andrés, el funcionario indicó que el Instituto Brasileño de Museos ya se ofreció a dar su apoyo. De momento, las piezas arqueológicas se encuentran en el Museo David J. Guzmán.

VEA UN VIDEO DE LOS DAÑOS PROVOCADOS POR LAS LLUVIAS PASADAS EN LOS PARQUES ARQUEOLÓGICOS DEL PAÍS

www.elsalv...

PREOCUPACIÓN

VARIOS ESTRAGOS EN RUTA MAYA



El río agudizó la cárcava en Joya de Cerén, por lo que urge un muro antes del próximo invierno.



Ramón Rivas muestra la inundada sala de exposiciones de San Andrés. Las filtraciones de agua continúan.

TRAS LLUVIAS

Cálculos preliminares sobre los daños en el patrimonio

La Dirección de Patrimonio Cultural de la Secretaría de Cultura dio a conocer los primeros cálculos del dinero que necesitaría para reparar los sitios en todo el país.

Monumentos emblemáticos	\$123,000
Museos nacionales en edificaciones patrimoniales	\$130,000
Casas de la cultura en edificaciones patrimoniales	\$75,000
Infraestructura en parques arqueológicos	\$410,000
Museografía	\$75,000
Ex cines nacionales	\$10,000
Templos católicos con valor cultural	\$27,000
Total	\$850,000

(cifras no incluyen labores propias de restauración)

“En la Secretaría de Cultura no poseemos fondos para este tipo de calamidades. Es inconcebible... en este país eso no ha existido nunca”

“Estamos muy preocupados con Joya de Cerén porque hay daños muy serios, el río se ha convertido en nuestro peor enemigo”

RAMÓN RIVAS
Director de Patrimonio Cultural

Fuente: El Diario de Hoy, Octubre 2011

9. GLOSARIO

- Ablación: Acción y efecto de cortar, separar o quitar. En la medicina, hace referencia específica a la separación o extirpación de cualquier parte del cuerpo.
- Acuicultura: cría de organismos acuáticos, comprendidos peces, moluscos, crustáceos y plantas. La cría supone la intervención humana para incrementar la producción; por ejemplo: Concentrar poblaciones de peces, alimentarlos o protegerlos de los depredadores. La cría supone asimismo tener la propiedad de las poblaciones de peces que se estén cultivando.// Actividad que tiene por objeto la producción de recursos hidrológicos organizada por el hombre. Es el cultivo de organismos acuáticos, que incluye peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas.
- Aclimatación: es el proceso por el cual un organismo se adapta fisiológicamente a los cambios en su medio ambiente, que en general tienen relación directa con el clima. Se suele usar este término para referirse a procesos que ocurren durante un período corto, como la vida de un organismo individual o grupo.
- Aforar: añadir disolvente (agua por ejemplo) a un recipiente que tiene una marca que nos indica el volumen conocido y precisamente medido que cabe en dicho recipiente hasta esa marca.
- Aguas servidas: las aguas servidas o aguas negras son los desechos líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial. Llevan disueltas o en suspensión una serie de materias orgánicas e inorgánicas. Proviene de la descarga de sumideros, fregaderos, inodoros, cocinas, lavanderías (detergentes), residuos de origen industrial (aceites, grasas, curtiembres, etc.).
- Aguas estuarinas: son aguas de un sistema estuarino producto de la mezcla del agua dulce proveniente de la tierra, con el agua del mar.
- Albina: área naturalmente desprovista o con escasa vegetación arbórea, cercana a fuentes de aguas salobres, la cual se inunda periódicamente por influencia del flujo de las mareas
- Anegar: inundar con agua o con cualquier otro líquido un objeto o un lugar; ahogar en agua.
- Anoxia: Falta de oxígeno
- Antimicrobiano: compuestos químicos o naturales (antibióticos) obtenidos de microorganismos, plantas o por vía sintética, utilizados para matar (bactericidas) o

inhibir el crecimiento (bacteriostáticos) de microorganismos como bacterias, hongos y protozoarios. Su uso en acuicultura debe estar sujeto a la susceptibilidad del agente a tratar y a la aprobación que exista para ser utilizado en terapias curativas.

- Antropogénico: se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana. Normalmente se usa para describir contaminaciones ambientales en forma de desechos químicos o biológicos como consecuencia de las actividades económicas, tales como la producción de dióxido de carbono por consumo de combustibles fósiles.
- Algas: diversos organismos autótrofos de organización sencilla, que hacen la fotosíntesis productora de oxígeno (oxigénica) y que viven en el agua o en ambientes muy húmedos. Pertenecen al reino Protista.
- Atractante: Hace referencia a atraer o unir diferentes materiales o cosas.
- Arrecife de coral: Banco o bajo formado en el mar a flor de agua, por corrales y rocas.
- Bandejas de alimentación: accesorio donde se coloca el alimento del camarón evitando que el mismo entre en contacto con el sedimento y permitiendo estimar con mejor resultado el consumo de alimento.
- Buenas prácticas acuícolas: procedimientos rutinarios y de adopción voluntaria, aplicados en las granjas y cuyo objetivo es alcanzar una producción aceptable en términos de inocuidad precio y calidad, sin comprometer negativamente el ambiente.
- Bioseguridad: según la FAO y la OIE, consiste en el estado ideal en el que se establecen medidas para prevenir la introducción y la propagación de la enfermedad, o el enfoque o los principios utilizados para lograr esta circunstancia.
- Bentos: comunidad formada por los organismos que habitan el fondo de los ecosistemas acuáticos. El bentos se distingue del plancton y del necton, formados por organismos que habitan en la columna de agua. // Organismos que permanecen o están fijados al fondo del mar o de aguas dulces. Comunidades de animales o plantas que viven en el suelo submarino y sobre el mismo, pero en estrecha relación con él
- Biodegradable: se le llama al producto o sustancia que puede descomponerse en elementos químicos naturales por la acción de agentes biológicos, como el sol, el agua, las bacterias, las plantas o los animales.

- **Biomasa:** materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.// es la abreviatura de masa biológica, cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie terrestre, o por organismos de un tipo específico.
- **Biota:** conjunto de especies de plantas, animales y otros organismos que ocupan un área dada; se puede designar al repertorio de especies de un compartimento del ecosistema, como el suelo, la rizósfera o el fondo en un ecosistema acuático.
- **Biotopo:** Espacio limitado en el que vive una colectividad de seres vivos
- **Bordas:** Son las áreas alrededor de un estanque en acuicultura, constituidas por agrupaciones de tierras o sedimentos, usado para que el agua no traspase los límites del estanque.
- **BPM:** Manual de buenas prácticas de manejo
- **Cadena de frío:** es la continuidad de los medios empleados sucesivamente para mantener la temperatura de conservación de los camarones desde la cosecha hasta el consumidor final.
- **Cadena trófica:** (del griego throphe: alimentación), es el proceso de transferencia de energía alimenticia a través de una serie de organismos, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente. También conocida como cadena alimenticia, es la corriente de energía y nutrientes que se establece entre las distintas especies de un ecosistema en relación con su nutrición.
- **Cal:** producto calcáreo de uso acuícola, como el Hidróxido de Calcio, Carbonato de Calcio y Óxido de Calcio.
- **Calidad del agua:** es la suma de las características físicas, químicas y biológicas así como de factores bióticos y abióticos, que influyen sobre el uso de un cuerpo de agua en función del desempeño de las especies que en este se mantengan.
- **Carbonato cálcico o carbonato de calcio:** es el producto obtenido por molienda fina micronización de calizas extremadamente puras, por lo general con más del 98.5% de contenido en CaCO_3 .
- **Capacidad de carga:** es el nivel de población que puede soportar un medio ambiente dado, sin sufrir un impacto negativo significativo (número máximo de individuos que puede soportar una superficie). Se determina cuando el crecimiento de los organismos en cultivo, se detiene debido a un incremento en la densidad de

individuos y el alimento disponible es sólo suficiente para mantener una población limitada.

- Corona del muro: es la parte superior de la sección transversal del muro de una granja camaronera que permite el paso de vehículos y, en ocasión, es revestida con material selecto (tosca) para facilitar el movimiento permanente de equipo liviano y pesado.
- Columna de agua: Se refiere a un área vertical de agua dentro de un cuerpo de agua, ya sea estanques, lagos, etc.
- Cosecha: temporada en que se recogen los frutos o productos de un cultivo determinado.
- CPLs: Centros de producción larval
- Crash de algas: también se le conoce como quiebre de algas o quiebre del fitoplancton y consiste en la muerte masiva y súbita de microalgas en un cuerpo de agua (ej: estanque). Como consecuencia, aumenta la demanda bioquímica de oxígeno (BOD) por la acción de bacterias que degradan las algas muertas y disminuye la producción de oxígeno en este cuerpo de agua por falta de microalgas (fotosintéticas). Este evento puede hacer colapsar peligrosamente a una población en cultivo, debido a la rápida caída de la concentración de oxígeno disuelto y a cambios bruscos en el pH.
- Cuarentena: medida que consiste en mantener un grupo de animales acuáticos aislados, sin ningún contacto directo o indirecto con otros animales acuáticos, para someterlos a observación durante un período de tiempo determinado y, si es necesario, a pruebas de diagnóstico o a tratamiento, con inclusión del tratamiento también de las aguas efluentes.
- Cuerpo de agua: es una masa o extensión de agua como un lago, mar u océano que cubre parte de la Tierra u otro planeta. Algunos cuerpos de agua son artificiales, como estanques, pero la mayoría son naturales. Pueden contener agua salada, dulce o salobre.
- d.e: diluida/o en
- Desovar: La acción de las hembras de peces y anfibios de depositar sus huevos.
- Depredador: organismo que mantiene un tipo de relación interespecífica consistente en la caza y muerte que sufren algunas especies (presa) por parte de especies generalmente de mayor tamaño (depredadores). En el caso de las granjas

camaroneras, los depredadores serían las aves, algunos crustáceos, peces y lagartos, entre otros; su presa sería el camarón.

- Depleción: es una reducción gradual de una sustancia dentro de un organismo determinado.
- Desarrollo sostenible: de acuerdo con la FAO es el manejo y la conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional de tal manera que se asegure la continúa satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Este desarrollo sostenible (en los sectores agrícola, forestal y pesquero) conserva la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales, no degrada el medio ambiente y es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable.
- Desinfección: reducción, por medio de agentes químicos y/o métodos físicos, de una cantidad de microorganismos en el medio ambiente, a un nivel que no comprometa la inocuidad ni la aptitud de los alimentos.
- Detritos orgánicos: restos vegetales y animales en descomposición. Capa de material que se encuentra compuesta de hojas muertas de plantas, alimento que no ha sido consumido, excrementos de camarones o peces, mudas, algas muertas, etc.
- Diatomeas: son una clase de algas unicelulares microscópicas y uno de los más comunes tipos de fitoplancton. Muchas diatomeas son unicelulares, aunque algunas de ellas pueden existir como colonias en forma de filamentos o cintas, abanicos, zigzags o colonias estrelladas. Las comunidades de diatomeas son una herramienta recurrentemente usada para la vigilancia de las condiciones medioambientales, pasadas y presentes, son también usadas para el estudio de la calidad del agua.
- Dinoflagelados: corresponden a un grupo del fitoplancton marino de carácter cosmopolita. Sus características morfológicas y requerimientos nutritivos los hacen exitosos desde el punto de vista reproductivo y de crecimiento, en aguas tropicales, donde la estabilidad en la columna de agua es mayor y la concentración de nutrientes más baja.
- Disco Secchi: es un instrumento estándar utilizado para medir la visibilidad relativa o la profundidad de penetración de la luz en el agua en centímetros. En un canal, reservorio o un estanque de cultivo de camarones, permite conocer la turbidez del agua dada por la concentración de sólidos en suspensión, principalmente fitoplancton (microalgas).
-

- **Ecosistemas:** es un sistema natural que está formado por un conjunto de organismos vivos y el medio físico donde se relacionan (biotopo). Un ecosistema es una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat. Los ecosistemas suelen formar una serie de cadenas que muestran la interdependencia de los organismos dentro del sistema.
- **Efluentes:** Descarga al ambiente de contaminantes en su estado natural o tratados parcial o totalmente. Descarga de aguas residuales a ríos, lagunas, etc.
- **Encalado:** proceso mediante el cual se aplica cal sobre el fondo de un estanque, aunque eventualmente se hace en el agua de estanques llenos a manera de lechada (cal diluida en agua).
- **Endémicos:** en epidemiología, una endemia es un proceso patológico que se mantiene a lo largo de mucho tiempo en una población o zona geográfica determinada. Generalmente se trata de patologías infecciosas.
- **Epibionte:** organismo no parásito que vive por lo menos una fase de su ciclo vital encima de otro de mayor tamaño, al cual generalmente no le causa ningún problema.
- **Epífitas:** se refiere a cualquier planta que crece sobre otro vegetal usándolo solamente como soporte, pero que no lo parasita.
- **Erradicar:** aplicación de medidas zoonosanitarias para eliminar una plaga de un área de producción dentro de una granja camaronera.
- **Estanque:** es una de las estructuras que componen una granja acuícola, la cual es diseñada y construida bajo especificaciones técnicas, que permiten el cultivo eficiente de organismos acuáticos. En granjas camaroneras los estanques están conformados por un muro, una meseta, canales de cosecha, estructuras de entrada, de salida y de cosecha.
- **Estuario:** la palabra estuario vino a nuestro vocabulario del latín, *aestuarium*, que quiere decir un área bajo las influencias de las mareas. Se define como un área de la costa donde el agua dulce proveniente de la tierra, se mezcla con el agua del mar produciendo variaciones amplias en la salinidad con los cambios de marea. El mangle es la especie vegetal que predomina, así como una gran variedad de especies marinas y terrestres adaptadas perfectamente a estos cambios.
- **Eutrofización:** enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema. El uso más extendido se refiere específicamente al aporte más o menos masivo de nutrientes inorgánicos en un ecosistema acuático. Incremento de sustancias nutritivas en aguas dulces de

lagos y embalses, que provoca un exceso de fitoplancton.// Designa el enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema. El uso más extendido se refiere específicamente al aporte más o menos masivo de nutrientes inorgánicos en un ecosistema acuático.

- Exoesqueleto: es el esqueleto externo continuo que recubre toda la superficie de los animales del filo artrópodos (arácnidos, insectos, crustáceos, miriápodos y otros grupos relacionados), donde cumple una función protectora, de respiración y otra mecánica, proporcionando el sostén necesario para la eficacia del aparato muscular.
- FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, por sus siglas en inglés)
- Fertilizante: producto químico que aporta nutrientes a las plantas; puede ser orgánico e inorgánico, natural o sintético y es aplicado al suelo, al follaje de las plantas o en el agua para el caso de cultivos acuícolas. También se le llama abono. // Sustancia que al ser añadida al agua incrementa la producción de organismos naturales que pueden servir de alimento a los peces.
- FDA: U.S. Food and Drug Administration (Administración de los Estados Unidos para los Alimentos y Fármacos, por sus siglas en inglés)
- Filtración: uso de bolsos de tela o de mallas para retener partículas y organismos durante la fase de llenado de un canal reservorio o un estanque. Así mismo, consiste en el uso de mallas en las estructuras de salida, para evitar la fuga de camarones y el ingreso de organismos foráneos durante las mareas altas.
- Fitoplancton: en biología marina y limnología, es el nombre dado al conjunto de los organismos acuáticos autótrofos del plancton, que tienen capacidad fotosintética y que viven dispersos en el agua. // El componente vegetal del plancton
- Flóculos (flocs): en sistemas de cultivos acuícolas, se pueden definir como aglomeraciones de partículas orgánicas en suspensión, altamente ricas en bacterias heterotróficas y constituidas como una importante fuente de alimento natural para los camarones. Su conformación y flotabilidad, está altamente relacionado con los sistemas de aireación constante instalados en los estanques.
- Finos (alimento): micro-partículas de alimento peletizado producidas por el roce del alimento durante el empaque, almacenamiento y transporte de los sacos con pellets.

- **Fotosíntesis:** Proceso metabólico específico de ciertas células de los organismos autótrofos, por el que se sintetizan sustancias orgánicas a partir de otras inorgánicas, utilizando la energía lumínica.
- **GAA:** Global Aquaculture Alliance (Alianza Mundial de Acuicultura, por sus siglas en inglés)
- **Hidroestabilidad:** es la propiedad física que tienen los pellets de mantenerse intactos dentro del agua sin perder su forma o estructura. Suele medirse en horas y se evalúa in vitro utilizando un beaker con agua de mar y sin agitación. No debe ser inferior a 2 horas.
- **Hipoxia:** condición de un organismo viviente o de una parte de este, en la cual hay privación de un suministro adecuado de oxígeno.
- **Inocuidad alimentaria:** consideraciones y procesos de producción que buscan garantizar que el consumo de los alimentos no cause daño en la salud de los consumidores.
- **Inocuo:** se refiere a aquello que no hace daño o no causa actividad negativa a la salud humana, animal o vegetal.
- **Limnología:** es la rama de la ecología que estudia los ecosistemas acuáticos continentales (lagos, lagunas, ríos, charcas, marismas y estuarios), las interacciones entre los organismos acuáticos y su ambiente, que determinan su distribución y abundancia en dichos ecosistemas.
- **Liner:** anglicismo que hace referencia a una membrana plástica de espesor variable, utilizada en acuicultura para cubrir el fondo y la parte interior de los muros, en estanques de cultivo de organismos acuáticos. Los liners tienen el objetivo de evitar la infiltración del agua y/o de aislar los organismos en cultivo, del sedimento del fondo del estanque.
- **LMR:** Límites máximos de residuos.
- **Macrofitas:** Constituyen formas macroscópicas de vegetación acuática. Comprenden las macroalgas, las pteridofitas (musgos, helechos) adaptadas a la vida acuática y las angiospermas.
- **Maduración del agua:** período de tiempo que se deja un cuerpo de agua (reservorio o estanque) antes de la siembra de camarones (postlarvas o juveniles) para cultivo, durante el cual se promueve el crecimiento de fitoplacton y zooplancton mediante la fertilización con productos químicos ambientalmente aceptables.
-

- Manglar: Es un tipo de ecosistema considerado a menudo un tipo de bioma, formado por árboles muy tolerantes a la sal que ocupan la zona intermareal cercana a las desembocaduras de cursos de agua dulce de las costas de latitudes tropicales de la Tierra.
- Microalgas: algas acuáticas unicelulares, fitoplancton.
- Melaza: producto derivado del procesamiento de la Caña de Azúcar, de coloración oscura, textura espesa y rico en diferentes azúcares. Se utiliza en acuicultura como fuente de Carbono para bacterias y microalgas de la columna de agua, favoreciendo el crecimiento de microorganismos que utilizan el azúcar como fuente de energía.
- Metabolismo: consiste en todas las reacciones físicas y químicas de los nutrientes/substratos absorbidos por los organismos vivos, las cuales tienen lugar en las células con el fin de obtener los componentes necesarios para el mantenimiento de la vida.
- Nivel trófico: en ecología hace referencia a cada uno de los conjuntos de especies o de organismos de un ecosistema, que coinciden por el turno que ocupan en la circulación de energía y nutrientes, es decir, a los que ocupan un lugar equivalente en la cadena trófica (cadena alimenticia).
- OD: Oxígeno disuelto
- OIE: Organización Mundial de Sanidad Animal
- OIRSA: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria
- OSPESCA: Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano
- Ovada: es la deposición de huevos por la hembra de una especie ovípara.
- Palatabilidad: conjunto de características organolépticas de un alimento, independientemente de su valor nutritivo, que hacen que para un determinado individuo sea más o menos placentero al comerlo.
- Patógeno: microorganismo capaz de producir enfermedad en personas, animales o plantas. Incluye principalmente a virus, bacterias, hongos y protozoarios.
- Pediluvio: baño de pies tomado con fines desinfectantes. Consiste en una bandeja, recipiente o foso lleno de una solución desinfectante que se pone a la entrada de la granja, para que los visitantes desinfecten su calzado antes de ingresar.
- Pellet: es una denominación genérica del idioma inglés, utilizada para referirse a pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido. El término es utilizado en

acuicultura para referirse a alimento procesado y listo para ser suministrado a los animales en cultivo (producto terminado).

- Peletizado: proceso mediante el cual las materias primas son finamente divididas - algunas veces en polvo, impalpables y difíciles de manejar-, transformándolas en partículas más grandes y de naturaleza estable gracias a la aplicación de calor, humedad y presión mecánica, dando como resultado la formación de pellets.
- Pesca: la FAO designa con este término la obtención de tres tipos de especies acuáticas: peces, crustáceos y moluscos. Esta puede conseguirse mediante captura por métodos artesanales o industriales.
- pH: es la medida de acidez o alcalinidad de una sustancia.
- Pirita férrica: también conocida como Pirita de hierro, consiste en el sulfuro de hierro (FeS_2) que aparece con relativa frecuencia en la naturaleza sólo o mezclado con otros minerales.
- Plaga: cualquier especie, raza o biotipo animal, o agente patógeno dañino para el hombre, los insumos de la granja, el agua de consumo y de producción y, para el mismo camarón de cultivo (ej.: roedores, aves, insectos y especies acuáticas [peces y crustáceos]).
- Plancton: Organismos microscópicos (animales y plantas) suspendidos en el agua y que sirven de alimento a otros animales acuáticos.
- PLs: Postlarvas
- Prebióticos: a diferencia de los probióticos (compuestos de microorganismos vivos), son generalmente hidratos de carbono no digeribles, que estimulan el crecimiento y la actividad de bacterias beneficiosas.
- Probióticos: son microorganismos vivos que se adicionan a un alimento que permanecen activos en el intestino y ejercen importantes efectos fisiológicos.
- Profiláctico: proceso o producto que sirve para prevenir y proteger un individuo o una población del embate de una enfermedad.
- Prueba de estrés: evaluación física que permite obtener una medida de la calidad de las postlarvas de un lote (tanque, embarque) y consiste en someterlas a cambios drásticos de temperatura y/o salinidad, para medir luego su supervivencia y condiciones físicas (nado, actividad, reflejos).
- Rastreadabilidad (trazabilidad): es una herramienta utilizada para rastrear el origen del producto y sus insumos dentro de la cadena de abastecimiento de alimentos, ya que
-

permite identificar y registrar cada producto desde su origen hasta el final de la cadena de comercialización.

- Registro: documento que presenta los resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.
- Rodiluvio: baño de llantas para vehículos utilizado para la desinfección de las superficies rodantes expuestas. Consiste en un foso (vado, surco, batea) generalmente ubicado en los lugares de acceso a una granja y que contiene una solución desinfectante para limpiar y desinfectar las ruedas de los vehículos.
- Rotovator: apero agrícola para la labranza del suelo, que consiste en un arado rotativo con un eje de cuchillas de forma variable, que al girar remueven y desmenuzan la tierra.
- Roturación: acción de labrar (arar) la superficie del terreno con una profundidad no superior a unos 30 centímetros. Con esta tarea se consigue oxigenar el terreno y se permite la incorporación de elementos agregados al suelo por acción humana o natural.
- Salineras: Espacios de tierras en forma de estanques de poca profundidad, usados para la evaporación de agua marina y obtención de sal.
- Seguridad alimentaria: la FAO define la seguridad alimentaria como el acceso material y económico de todos los miembros de la población en todo momento, a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y llevar una vida activa y sana.
- Sostenibilidad: se refiere al uso de tecnologías y servicios adecuados a las condiciones del ambiente y a la prevención de los impactos negativos, sean ellos sociales, económicos o ambientales, buscando la eficiencia en la producción de alimentos y la conservación de recursos naturales. Puede ser viable con la obtención de elevados niveles de productividad, tornándose necesario desarrollar e incorporar más tecnología.
- Suelos Eriazos: Tierra o campo sin cultivar, ni labrar
- Talud del muro: corresponde a la pendiente de la sección transversal del muro. Generalmente se recomienda una relación de 2.5:1 hasta 3.5:1; para evitar que el muro sea erosionado por el oleaje o escorrentías de las lluvias.

- TCBS: agar selectivo principalmente (pero no exclusivamente) para especies bacterianas del género *Vibrio*, constituido por Tiosulfato, Citrato, Bilis (sales biliares) y Sacarosa.
- Textura: se refiere a la composición granulométrica del suelo, en función de la proporción (%) de arena, limo y arcilla que contenga.
- Tiempo de retiro: días que se deben esperar entre el momento de suspender un fármaco utilizado en animales para consumo humano y el momento del sacrificio de los mismos. Respetar este tiempo de retiro, permitirá que los animales sacrificados no lleven residuos del fármaco y que mantengan los estándares de seguridad alimentaria.
- Turbidez: es el grado de transparencia que presenta un líquido por la presencia de partículas suspendidas en este.
- UFC: Unidades formadoras de colonia.
- Vacío sanitario: interrupción de la producción camaronera después de cada ciclo de cultivo, para dejar reposar el ambiente y conseguir un secado (total o parcial) de los estanques, cortar el ciclo de las enfermedades y tener tiempo para realizar mejoras o reparaciones de la infraestructura de producción de la granja camaronera.
- Vector mecánico: cualquier elemento móvil como personas, animales, vehículos o equipos, en donde puede adherirse un agente patógeno y ser transportado de un lugar a otro, contaminando instalaciones que se encontraban libres de dicha infección.
- Voleo: se refiere a sembrar lanzando la semilla por el aire con la mano.
- Zona intermareal: es la parte del litoral situada entre los niveles conocidos de las máximas y mínimas mareas.
- Zooplancton: Componente animal del plancton. Conjunto de animales que se encuentran en el plancton. Constituyentes del plancton. Porción animal de los organismos planctónicos.