

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL



Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

**"Efecto de cuatro polímeros sobre la temperatura del agua
en la producción de camarón bajo invernaderos"**

TESIS DE PREGRADO

Previa para la obtención del Título de

INGENIERO ACUACULTOR

Presentada por:

JORGE YAMIL DEL SALTO ALDAS

Guayaquil – Ecuador

2008 – 2009

VITA

Jorge Yamil del Salto Aldas, hijo de Wilson del Salto y Gladys Aldas Saltos de del Salto, nació en Guayaquil, Cantón de la Provincia del Guayas, Ecuador, el 12 de julio de 1980. En 1997 obtiene el título de Bachiller en ciencias Biológicas en la Academia Naval Almirante Illingworth en Guayaquil. En 1997 ingresa a la Universidad Superior Politécnica del Litoral y empieza sus estudios superiores en la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, en la carrera Ingeniería en Acuicultura, de donde egresa en el 2003, para después en el 2004, ser aceptado por el Doctor Jorge Calderón, para ingresar al Centro de Acuicultura e investigaciones Marinas "Edgar Arellano M.", a realizar su tesis de Pre-grado previo la obtención del título de Ingeniero Acuicultor. Desde el año 1996 hasta la actualidad se encuentra ligado a la Industria Camaronera con énfasis en la producción y comercialización debido a que se trata de un negocio familiar.

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado corresponderá a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.”

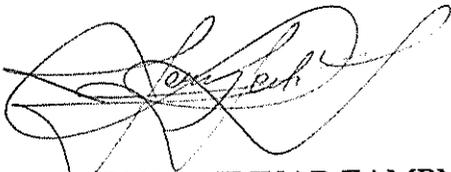
(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

Jorge Yamil del Salto Aldás

TRIBUNAL DE GRADUACION



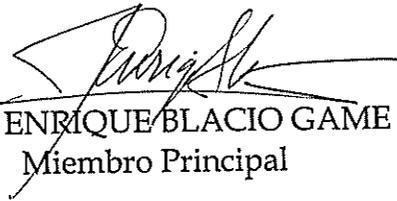
Dr. MARCELO MUÑOZ NARANJO
Presidente



M.Sc. JERRY LANDIVAR ZAMBNRANO
Director de Tesis



Bio/MARCO ALVAREZ GALVEZ
Miembro Principal



M.Sc. ENRIQUE BLACIO GAME
Miembro Principal

DEDICATORIA

Las cualidades del Hombre son el termómetro, en el que se miden los grados de madurez, experiencia, humildad y amor hacia el prójimo. Estas cualidades no son heredadas. Son transmitidas a través del amor que obtiene un hijo de parte de sus Padres.

La oportunidad brindada en la finalización de este hermoso proyecto, va a ser la única arma que voy a tener para poder defender mis ideales ante la vida. De esa manera, llenar de orgullo a cada una de las personas que hicieron de que esto sea posible.....

Gladys, Wilson y Yadira del Salto, Mis Padres y el amor de mi Vida.....

Gracias por estos 28 años maravillosos y el más lindo Amor Brindado.

AGRADECIMIENTOS

A mi Señor Jesús; por saber guiarme y orientarme en el camino del bien.

A mis Padres; por el esfuerzo y sacrificio que han dedicado en mi formación.

A mis Hermanos; por los valores morales inculcados en el diario vivir.

A mis sobrinos; por el cariño que han demostrado tenerme y considerarme como uno mas de ellos.

A mi Familia Entera; por la comprensión y amor demostrado en toda mi vida.

A Todos mis Amigos; por los gratos años que han pasado a mi lado, ayudándome siempre en las buenas y en las malas.

Al Lic. Jaime Veliz L. Gracias por siempre estar atento y presente en cada paso de mi vida Académica. Sinceramente mil Gracias.

Al CENAIM; por darme la oportunidad de formarme como Hombre y como Profesional.

Al Dr. Stanislaus Sonnenholzner; Por la paciencia y confianza demostrada.

Al Dr. Jorge Calderón; Por aceptarme en tan importante proyecto.

Al Ing. Ecuador Marcillo, por sus consejos y amistad entregada.

Al Ing. Jerry Landivar, por el último empujón. Mis más grandes agradecimientos.

A mi novia Yadira Rivadeneira, por confiar en este proyecto y en mi, te dirijo las gracias desde el fondo de mi corazón.

A la Vida; por haberme dado la oportunidad de conocer a todas estas personas e Instituciones, y el soporte que cada uno han dado en mi formación personal y profesional.

RESUMEN

Se evaluó un cultivo intensivo de *Penaeus vannamei* bajo invernaderos como estrategia para incrementar las producciones y mitigar el impacto de la mancha blanca; a través de mediciones diarias de parámetros físicos y las respectivas mediciones del componente plástico que cubren a los estanques.

Al término del cultivo se obtuvo un rendimiento aproximado de 6200 lb/Ha, y una supervivencia de 42.33%. La tasa de crecimiento específico semanal alcanzó valores hasta 0,94g. Las temperaturas del agua dentro del invernadero fluctuaron entre 33°C a 34°C (época lluviosa) y 30°C y 32°C (época seca). La producción de Oxígeno Disuelto de los estanques se mantuvo alrededor de los 8 mg/L durante el día y por la noche dentro de los 2,5 mg/L. Representando pérdidas de oxígeno directamente proporcionales a la bajas de temperatura durante la noche. El comportamiento de la luminosidad dentro de los invernaderos por componente plástico registró valores de hasta el 65% de transmisión. Resulto el invernadero I-3 (RYPF-3), como el de mejor rendimiento por componente plástico y al I-5 (RYPF-2) como el de más alto porcentaje de transmisión pero como el de más baja productividad. Se noto en este estudio que la densidad de siembra no fue factor importante en el desarrollo normal del organismo dentro del estanque.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VII
INDICE GENERAL.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	XII
INDICE DE TABLAS.....	XIV
INDICE DE ANEXOS.....	XVI
INDICE DE ABREVIATURAS.....	XVII
INTRODUCCION.....	1

CAPITULO 1.- ANTECEDENTES

1.1	MÉTODOS DE CULTIVOS TRADICIONALES: SISTEMAS EXTENSIVOS, SEMI-INTENSIVOS E INTENSIVOS EN EL ECUADOR	5
1.1.1	Situación económica en los últimos años y actual de la producción de camarón (<i>P. vannamei</i>) en el Ecuador	8
1.2	ELABORACIÓN Y DESARROLLO DE NUEVAS ALTERNATIVAS ANTE LA INCIDENCIA DEL WSSV	10
1.2.1	Estudios de Hipertermia realizados en cultivos de especies acuícolas, para el control de diferentes enfermedades como el WSSV	12
1.3	CULTIVOS ACUÍCOLAS BAJO INVERNADEROS, BREVE RESEÑA DE PRODUCCIÓN	16

CAPÍTULO 2.- MARCO TEORICO

2.1	PLÁSTICOS PARA INVERNADEROS PRESENTES EN EL MERCADO	20
2.2	EFFECTO DE LOS POLÍMEROS SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO BAJO INVERNADEROS	22

2.2.1	Efecto de los polímeros sobre las propiedades lumínicas (radiación)	22
2.3	EFEECTO DE MAYOR O MENOR PASO DE RADIACIÓN VISIBLE (Termodinámica)	24
2.4	EFEECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA FISIOLOGÍA/SALUD (camarón), CALIDAD DEL AGUA y PRODUCTIVIDAD PRIMARIA	26
2.4.1	Efecto del parámetro temperatura sobre la fisiología/salud del camarón en el cultivo bajo invernaderos	26
2.4.2	Efecto de la temperatura sobre la calidad del agua	28
2.4.3	Efecto de la productividad primaria en el cultivo intensivo bajo invernaderos	30
2.5	SISTEMAS DE ALIMENTACION UTILIZADOS EN PRODUCCIÓN DE CAMARÓN; BOLEO VS COMEDEROS	32
2.6	MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS CON RESPECTO A LA PRODUCCIÓN DE UN ESTANQUE DE CULTIVO INTENSIVO	33
2.6.1	Mediciones químicas	33
2.6.1.1	Amonio (NH ₃)	33
2.6.2	Medición de Parámetros Abióticos	34
2.6.2.1	Oxígeno Disuelto (OD)	34
2.6.2.2	Temperatura del Agua	34
2.6.2.3	Temperatura del Aire	35
2.6.2.4	Medición de Transmisión Visible	35
2.6.2.5	Medición de la nubosidad	35

CAPÍTULO 3.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	LOCALIZACION DEL ESTUDIO	36
3.1.1	Ubicación Geográfica	36

3.1.2	Diseño de la Estación Experimental CENAIM-ESPOL	37
3.2	ETAPA EXPERIMENTAL	39
3.2.1	Sistema de Producción	39
3.2.1.1	Fases	40
3.2.1.1.1	Precría	40
3.2.1.1.2	Engorde	41
3.2.1.2	Aireación	42
3.1.1.1.1	Descripción del Sistema de Aireación	42
3.1.1.1.2	Criterios para el encendido y manejo del sistema de aireación	45
3.1.1.2	Alimento Balanceado	46
3.1.1.2.1	Descripción del sistema de alimentación	46
3.1.1.2.2	Probióticos	46
3.1.1.2.3	Inmunoestimulantes	47
3.1.1.3	Criterios para el recambio de agua	47
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL	48
3.3.1	Características del Diseño Experimental	48
3.4	MEDICIÓN DE PARÁMETROS. DESCRIPCIÓN	49
3.4.1	Medición de luz visible (luxs)	49
3.4.2	Nubosidad (8 cuadrantes)	49
3.4.3	Oxígeno Disuelto	50
3.4.4	Temperatura del Agua (Dentro y Fuera de cada invernadero)	50
3.5	ANÁLISIS DE DATOS	51
3.5.1	Producción de los Estanques	51
3.5.2	Oxígeno y Recambios de Agua	51
3.5.3	Temperatura Dentro (agua y aire)	51
3.5.4	Luminosidad	52
3.5.5	Nubosidad	52

CAPITULO 4.- RESULTADOS

4.1	PRODUCCION	53
4.2	OXIGENO Y RECAMBIOS DE AGUA	55
4.2.1	Oxigeno disuelto	55
4.2.2	Recambios de agua	55
4.3	TEMPERATURA	57
4.4	LUMINOSIDAD	60
4.5	NUBOSIDAD	60
4.6	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO POR TIPO DE PLÁSTICO EN LA PRODUCCIÓN DE LOS ESTANQUES	67
CAPITULO 5.	DISCUSIÓN	68
	CONCLUSIONES	69
	RECOMENDACIONES	70
	ANEXOS	71
	BIBLIOGRAFÍA	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Tendencia para los últimos 8 años de las exportación anual de camarón	9
Figura 2	Invernaderos del Sector B de la Estación Experimental CENAIM-ESPOL	36
Figura 3	Descripción de la Estación Experimental. Movimiento de Tierra	38
Figura 4	Vista terminada de la Estación CENAIM-ESPOL	38
Figura 5	Vista desde adentro de los invernaderos ubicados en el sector B de la Estación Experimental	39
Figura 6	Equipo utilizado durante la transferencia de la fase de Precría	40
Figura 7	Sistema tipo "air lift"	43
Figura 8	Vista superior de la red de tuberías	44
Figura 9	Construcción de orificios para los tubos "air lift"	44
Figura 10	Distribución de la tubería del sistema de aireación. Nótese las características de las piscinas para los invernaderos I-4 y I-5	45
Figura 11	Nótese en la figura el cuadrante de ocho celdas imaginarias, de esta manera será dividido todo el cuerpo celeste para la medición de la nubosidad. En este ejemplo tenemos una nubosidad de seis octavos (6/8)	49
Figura 12.	Porcentajes de recambio a durante toda la corrida	61
Figura 13.	Comportamiento promedio de la nubosidad en la zona, durante la época seca y lluviosa	56

Figura 14,	Representan a un esquema de producción de los estanques,	
15, 16 y	diferenciados por tipo de plástico con respecto a las variables	
17	físicas analizadas en este estudio	62
Figura 18	Comportamiento diario de la luminosidad dentro del	
	invernadero	76
Figura 19	Comportamiento diario de la temperatura del agua dentro del	76
	invernadero	
Figura 20	Comportamiento diario de la temperatura del aire dentro del	76
	invernadero	
Figura 21	Comportamiento diario de la temperatura del aire fuera del	76
	invernadero	
Figura 22	Comportamiento diario del oxígeno disuelto del agua	76
Figura 23	Luminosidad dentro durante la fase de Engorde	77
Figura 24	Comportamiento del OD (mg/L)	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Rangos ideales de la calidad de agua para el desarrollo de organismos en acuicultura. (Boyd. 2002)	29
Tabla. 2	Dimensiones de cada uno de los estanques para cada fase de la Estación Experimental	37
Tabla 3	Descripción de los diferentes tipos de polímeros por estanque, fabricante y tipo de alimentación	42
Tabla 4	Condiciones iniciales en la que desarrollo el cultivo	54
Tabla 5	Resultados obtenidos durante la cosecha y el comportamiento de la demanda de alimento balanceado de todos los invernaderos del sector B para las dos fases	56
Tabla 6	Resumen de los datos recolectados (media \pm DS) durante toda la fase de Precia	57
Tabla 7	Descripción de parámetros (media \pm SD) durante la corrida en el sector B (siempre abiertos) durante la Época lluviosa	58
Tabla 8	Descripción de parámetros (media \pm SD) durante la corrida en el sector B (siempre cerrados) durante la Época seca	59
Tabla 9	Costos en dólares americanos USD de materiales y mano de obra para la construcción de invernaderos de 0,25; 0,5 y 1 ha. Anexo 1	71
Tabla 10	Análisis de rentabilidad de camaroneras con sistemas de invernadero 1 ha. (Estrategia de cultivo mixto). Anexos 1	72

Tabla 11	Presenta el presupuesto para el desarrollo del experimento de duración 6 meses. Anexo 1	74
----------	--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo#1	Plan de Costos	71
Anexo#2	Comportamiento diario de los parámetros abióticos tomados durante la fase de Precría I-1	76
Anexo#3	Comportamiento diario de los parámetros abióticos tomados durante la fase de engorde (I-2, 3, 4, y 5)	77

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

°C.- Grados Celsius

CENAIM.- Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas.

cm.- centímetro

CNA.- Cámara Nacional de Acuicultura

ESPOL.- Escuela Superior Politécnica del Litoral

FCA.- Factor de Conversión Alimenticia.

gr.- gramos

Ha.- Hectáreas.

HP.- Horse Power (Caballos de Fuerza)

INEN.- Instituto Nacional de Normalización

kg.- kilos

L.- Litros

lb.- libras

Lux.- Unidad de medida de luminosidad

m.- metro

mg.- miligramos

ml.- mililitros

m².- metros cuadrados.

m³.- metros cúbicos.

OD.- Oxígeno disuelto

TM.- Toneladas métricas

TSV.- Taura Syndrome Virus.

WSSV.- White Spot Syndrome Virus.

INTRODUCCIÓN

La aparición de enfermedades como el síndrome de Taúra en los años (1993-1994), el virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV), han afectado de manera negativa las producciones camaroneras en el Ecuador, causando grave desequilibrios económicos a la industria y a la economía del País (Revista Acuicultura, 2003). El WSSV (White Spot Syndrome Virus), por sus siglas en inglés, es hasta el momento la enfermedad más devastadora reportada en cultivos de camarones peneidos (Lightner, 1996; Flegel, 1997). En mayo de 1999, se detectó en Ecuador y fue asociada a mortalidades masivas (Calderón *et al*, 1999). La situación de la industria camaronera cambió de manera significativa. La Cámara Nacional de Acuicultura (CNA) reportó a finales del año 2000 que los niveles de producción disminuyeron de 114,981 TM obtenidas en 1998, a 95,018 TM en 1999; descendiendo aun más estrepitosamente a inicios del 2000, con 13,200 TM aprox. (CNA, 2006). Las pérdidas económicas provocadas por esta enfermedad ascendían a 1.200 millones de dólares, 130.000 plazas de trabajos reducidas y sólo 80,000 hectáreas de producción en actividad de las 152,000 existentes en el país (CNA, 2000).

A pesar de estos problemas, se registraron mejores producciones durante la época lluviosa (invierno tropical), donde la temperatura del agua fluctúa entre 26° a 32° C, rangos que son ideales para el desarrollo óptimo de la especie (Boyd, 2002). Según CNA, a finales de mayo del 2000, los rangos de

producción fluctuaron entre las 37,707 TM. Al mismo tiempo para el 2001, se registró un ligero incremento de 44,909 TM (CNA, 2006).

Todo esto motivó, el planteamiento y la ejecución de varios estudios, tanto a nivel de campo como de laboratorio. Vidal *et al.*, 2001 y Sonnenholzner *et al.*, 2001, reportaron un efecto positivo sobre la supervivencia del camarones infectados por el WSSV al incrementarse la temperatura del agua sobre los 31.5 °C. Otros resultados, evidencian un efecto de la temperatura del agua en la supervivencia del camarón sometido a desafíos con WSSV, y que temperaturas de 33°C, inducen una respuesta inmune en el camarón que se traduce en una supervivencia superior al 90% (Sonnenholzner, 2002). No se ha determinado aún los efectos negativos de una elevada temperatura sobre el camarón y sobre la calidad del agua. Sin embargo, observaciones en el laboratorio indican que la exposición prolongada de más de seis días a temperaturas de 35°C o superiores causó mortalidades del 100%.

A raíz de todos sus estudios de laboratorio el Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM), propuso en el año 2002, llevar estas hipótesis a trabajos de campo (Estación Experimental PESGLASA, Churute, Prov. del Guayas). Se construyeron varios invernaderos de 0.25 Ha, para desarrollar cultivos intensivos bajo invernaderos en dos Fases; Precría y Engorde; permitiendo de esta manera realizar más ciclos de producción al año, y así, determinar su viabilidad económica para la industria tan afectada hasta ese momento. En el diseño de los invernaderos se utilizaron polímeros (componente plástico) existentes en el mercado, denominado "blanco térmico",

comercializado tradicionalmente para la industria agrícola y la floricultura. Los resultados obtenidos para el año 2003 fueron representativos, con supervivencias del 65% para la Precría y del 52% para la fase de engorde. Registrando una producción final de alrededor de las 13,000 lb/Ha, donde, las producciones promedio a la misma época en cultivo tradicionales fluctuaban entre las 500 y 1000 lb/Ha (CNA, 2006). Paralelamente se identificó que los cultivos podían mejorar su producción, específicamente en la época seca del año (verano tropical), debido a que la cantidad de calor retenida por el agua, era la mínima requerida ($< 31.5^{\circ} \text{C}$), para que no se exprese el WSSV causando altas mortalidades. Sin embargo, las propiedades térmicas y lumínicas de los polímeros empleados deberían ser formulados para alcanzar temperaturas del agua superiores a 31.5°C dentro del invernadero en esta época del año. Lo cual se conseguiría maximizando las ganancias de calor por acción del paso de la radiación visible y minimizando las pérdidas de calor por escape de la radiación infrarroja. Al tiempo que también, se deben reducir las pérdidas de temperatura por evaporación, advección y conducción.

En el año 2004, CENAIM firma un acuerdo con una compañía extranjera, para realizar pruebas de campo en producción de camarones bajo invernaderos con diferentes tipos de polímeros en la nueva Estación Experimental CENAIM-ESPOL (Palmar, Prov. del Guayas). Los costos de la infraestructura de invernaderos solo se justifican, intensificando el nivel de producción del cultivo. Esto sin embargo, origina una mayor carga orgánica en el sistema, causando problemas en la calidad del agua. La principal fuente de materia orgánica en el sistema es

proporcionada por el suministro diario de alimento balanceado. El método más utilizado actualmente para alimentar camarones en cultivos intensivos y semi-intensivos es el de adición por dispersión o "al boleo", lo cual implica distribuir el alimento de tal manera que cubra por lo menos un 80 % de la superficie alimentada. La dosis de alimento suministrada "al boleo" se determina por una tasa basada en el porcentaje de la biomasa de camarones presentes en el estanque.

El objetivo de este estudio consistió por lo tanto en evaluar las radiaciones visibles que atraviesan los invernaderos, así como también, las temperaturas del agua y del aire; dentro y fuera del sistema. A su vez, demostrar si existen diferencias significativas en la utilización del sistema de alimentación con comederos vs. el sistema tradicional o "al boleo", durante el tiempo que dure una corrida de camarón. La variación de estas propiedades puede influir de una manera libre en el cultivo (producción). Partiendo de esta observación se realizarán mediciones de la productividad de oxígeno disuelto en cada estanque y crecimiento (producción de camarón *P. vannamei*).

CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES

1.1 Métodos de cultivos tradicionales: Sistemas extensivos, Semi-intensivos e intensivos en el Ecuador.

En el Ecuador, la acuicultura de camarón ha empleado fundamentalmente los cultivos extensivos y semi-intensivos. El método extensivo es el método más simple y el más común en las pequeñas y viejas camaroneras, sobre todo en provincias como El Oro, donde se originó la producción de camarón (Mc Padden 1985). Este sistema requiere bajo nivel de tecnificación, bajas densidades de siembra ($<3 \text{ ind/m}^2$) y prácticamente sin alimentación o solo la requerida dependiendo de las producciones fitoplanctónica. En este método se obviaba la fertilización y la producción se fundamentaba en la productividad natural. Las piscinas son grandes (20 Ha o más), y de forma y profundidades irregulares (de 0,4 a 1 m), pudiendo contener abundante vegetación. A veces, se agregan fertilizantes (orgánicos e inorgánicos) para aumentar el crecimiento de algas y dar más alimento a los crustáceos. La supervivencia es directamente proporcional a la densidad de siembra (Marriot, 2003). El manejo de recambios de agua y la demanda de oxígeno es bajo debido a que la biomasa de animales en el cultivo, no es significativa. Esta forma de cultivo puede arrojar rendimientos relativamente satisfactorios cuando existe un manejo apropiado, pero resulta poco rentable (Weidner et al. 1992). En 1998, el 60% de las hectáreas de producción en Ecuador estaban bajo el método extensivo de

cultivo, pero esas granjas camaroneras solo producían el 40% de la producción total de camarón (Hirono y Leslie 1992; Rosenberry 1998). Los rendimientos por hectárea (ha) se encuentra entre los 250 a 350 kg, las tallas obtenidas durante 5 meses de cultivos son 20 - 30 g. En la actualidad los precios de compra para estas tallas se encuentran entre los \$5 a \$8 el kg. según, (Referencia Personal). Obteniendo una rentabilidad aproximada del más del 50%, considerando que el costo por kg. muy bajo, alrededor de \$0.30 a \$0.40.. Por otro lado, los sistemas semi-intensivos han ido en crecimiento a lo largo de la costa ecuatoriana desde 1998, cuando alrededor del 30% de estas tenían superficies medianas y producían el 60% de la producción camaronera (Rosenberry 1998). La CNA (en prensa) indicaba que los cultivos de tipo semi-intensivo representaban el 46% del área total camaronera del Ecuador en 1999. El sistema semi-intensivo se distingue por el uso de más altas densidades de siembra (4 a 12 animales/m²). Se utiliza alimentación suplementaria y fertilización a través del ciclo de cultivo y hay un monitoreo de las variables ambientales y la biomasa de los camarones. . Las piscinas son de menor tamaño (5 - 15 ha), de dimensiones más regulares y profundidades más uniformes, que permiten un mayor control sobre la siembra de crustáceos (Marriot, 2003). En la actualidad, cultivos extensivos desarrollados por la Camaronera CORCOPRO, en la Provincia del Oro, obtienen camarón de entre 12 - 14 g, en 12 semanas de cultivo a una densidad de siembra de 8 -10 ind/m² (dependiendo de la época del año), la supervivencia final se encuentran entre el 65 - 75%, con rendimientos de 700 a 800 kg/ha. (Factor de Conversión

Alimenticia), aproximado de 0.8 – 1.2. Los precios para este tipo de tallas según (Referencia personal), fluctuaron entre 2.31 a 2.86 dólares por kilo de camarón. Registrando una rentabilidad del 40%, con un costo de \$1.2 el Kg. de camarón.

Por su parte, el cultivo intensivo en el Ecuador nace como la necesidad de amortizar los costos del invernadero y demás recursos tecnológicos empleados en la optimización de este sistema. Los cultivos intensivos se caracterizan por estar asociados con tasas altas de producción (5.000 – 10.000 kg/ha/año). El tamaño de las piscinas es relativamente pequeño (0,01 – 5 ha) y la densidad de siembra es mayor (hasta 1,4 millones juveniles/ha). Otras características de este tipo de cultivo son los sistemas mecánicos de aireación y de circulación (bombeo para recambio) del agua, el uso exclusivo de alimentación balanceada (% porcentaje elevado de proteína). La densidad de siembra es un factor de riesgo en los cultivos. Los sistemas de cultivo intensivo para camarones (altas densidades de animales por área de producción), permiten conseguir mayores producciones por metro cuadrado (m^2), siempre y cuando, el crecimiento y la supervivencia no varíen durante la corrida. La rentabilidad es directamente proporcional a este factor a diferencia los métodos de cría tradicionales. La presencia de condiciones desfavorables en alguno de estos factores durante los cultivos, limita el potencial de las prácticas convencionales, hasta el punto en que éstas lleguen a perder su interés económico. (Mundo Acuícola, 2003).

1.1.1 Situación económica en los últimos años y actual de la producción de camarón (*P. vannamei*) en el Ecuador,

Ecuador por su parte, presenta una interesante mejoría desde el año 2002, donde se reportaron producciones anuales que bordean las 46,834 TM. (CNA.. 2006). Esta cifra ha ido creciendo en relación a los últimos años. En el 2004 comenzó a repuntar la producción. Para finales del año 2005 se presentó un incremento en la producción con respecto al 2004 del 35%, con lo cual, las ventas al exterior superó los 440 millones de dólares. En la Actualidad, la supervivencia de los camarones a la mancha blanca se acerca a los niveles normales que están entre el 45% y el 50% de crustáceos sembrados que viven y se desarrollan; en el peor momento solo el 10% sobrevivía en las piscinas, según datos del CENAIM. Proyecciones de la CNA y de la Superintendencia de Bancos y Seguros, estimaron alcanzar en el primer semestre un nivel de producción de más de 70,000 TM aprox.

Para el segundo semestre del 2006, se alcanzaría la cifra record de 118,000 TM. Alcanzando así ingresos de alrededor de 500 millones de dólares (Superintendencia de Bancos y Seguros, 2006). La exportación de camarón sigue en ascenso; por lo que, en abril y mayo del presente año se han registrado récord de ventas en comparación con los mismos períodos de años anteriores. De acuerdo a la información proporcionada por el Ingeniero Acuacultor Robinson Mora, en mayo último se logró un incremento de ventas

de este tipo de crustáceo. Es así que la curva estadística subió en un 37.03%. De acuerdo al reporte de la Cámara Nacional de Acuicultura, en abril del presente año se registró un récord de exportación que llegó a cubrir una demanda de camarón por 24'909,348 lb., lo cual originó un ingreso de 55'342,963 dólares con 83 centavos.

Ahora bien, en el siguiente mes, mayo, de este mismo año, la cantidad exportada de camarón subió a 34'133,365 lb., lo que determinó un ingreso bruto de 76'911,547 dólares.

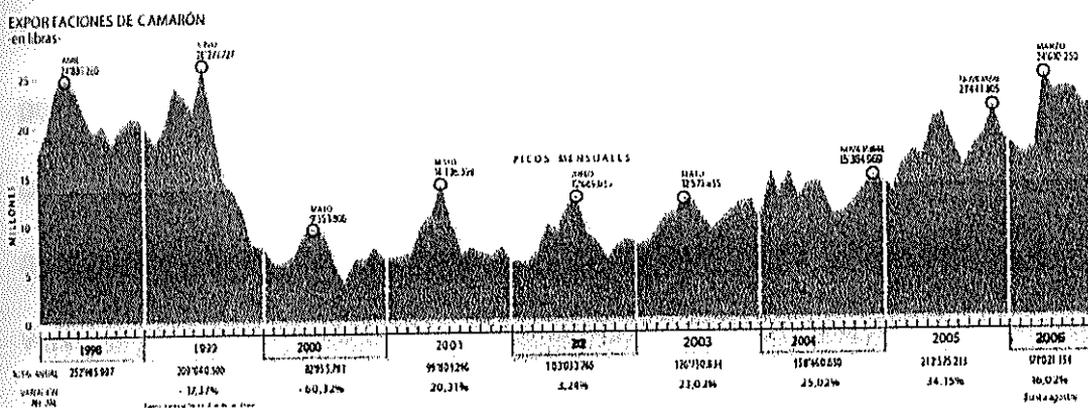


Figura 1.- Tendencia para los últimos 8 años de las exportación anual de camarón.

1.2 Elaboración y desarrollo de nuevas Alternativas ante la incidencia del WSSV

A mediados de 1999 la industria camaronera ecuatoriana se vio enfrentada a un nuevo desafío, debido a las grandes pérdidas en los cultivos que ocasionó la presencia del WSSV. Con el objeto de mitigar los efectos del WSSV en los estanques, los productores de camarón ensayaron varias metodologías técnicas y empíricas. Se implementaron estrategias de manejo, tales como: reducción en los recambio de agua, utilización de sistemas de aireación, filtración del agua, etc. Estas estrategias ayudaron a detener o excluir principalmente los vectores portadores de enfermedades, como por ejemplo, mosquillas, crustáceos, caracoles, etc. También se utilizó de una manera desmedida productos químicos de diversa índole, entre ellos: pesticidas y fungicidas (para eliminar los vectores). También se utilizaron desinfectantes (cloro, lejía, agua oxigenada, amonio cuaternario, yodo, entre otros), no existen referencias de que hayan sido efectivos, es más, contribuyen al posible deterioro y contaminación del ambiente. Adicionalmente durante los últimos tiempos se registró un incremento en la importación de antibióticos y la aplicación de los mismos en los sistemas de cultivo, el caso más común el de la oxitetraciclina, utilizado en el tratamiento de bacterias intracelulares patógenas, cuyas infecciones se consideraban un detonante en la aparición de las enfermedades, causando resistencia de estas bacterias en las piscinas de cultivo y en el ambiente. En sistemas abiertos como constituyen las camaroneras, era de esperarse que las

estrategias de bioseguridad adoptadas incluyendo las medidas de desinfección no tendrían un efecto a mediano y largo plazo. Durante ese año la industria registró un descenso en la producción del 20%, las exportaciones cayeron al 18% en volumen y al 30% en valores FOB (valor de la mercancía puesta a bordo) con respecto al año 1998 (CNA en prensa). Esta caída estrepitosa en las producciones por parte del sector camaronero, a causa del WSSV, motivaron a que en el año 2001 el CENAIM de la ESPOL, emprenda una serie de nuevos experimentos para intentar reducir la incidencia del WSSV en los cultivos de camarón en el Ecuador. Los experimentos, tenían como objetivo determinar si las elevadas temperaturas del agua ayudarían o no a combatir el virus de la mancha blanca. Realizando además experimentos como la "parcelación" (que consiste en subdividir piscinas camaroneras y aislar a los camarones en grupos relativamente pequeños para impedir la propagación general del virus de la mancha blanca) (Bayot, 2002).

Los cultivos intensivos en Ecuador se desarrollaron como una alternativa viable para amortizar (a corto plazo), el costo elevado de implementar sistemas con invernaderos para mantener la temperatura en 33° C, manteniendo de esa manera las condiciones ideales para que no se pueda desarrollar el WSSV en el sistema, como ocurría en los cultivos tradicionales (CENAIM, 2001).

El análisis referencial de costos de construcción para una hectárea de camaronera con invernadero es de \$20,000/Ha (\$2 m²). Estos valores dependen netamente de las alternativas que se utilicen en la obtención de materiales (Calderón, 2002). En la actualidad, siguiendo la inflación acumulada

en el País (Superintendencia de Bancos y Seguros, 2006), los costes por hectárea en la construcción de invernaderos puede aumentar en un 10% o 15% respecto al valor anterior, llegando a alcanzar los \$22,500/Ha. Para este tipo de cultivos, la rentabilidad acumulada en la actualidad puede alcanzar valores de hasta \$71,000/Ha/año, los cuales, son representativos para el sector.

1.2.1 Estudios de hipertermia realizados en cultivos de especies acuícolas, para el control de diferentes enfermedades como el WSSV.

Tanto en Ecuador como en los países de Centro América se han reportado mejores supervivencias durante la temporada cálida. Históricamente, las producciones han sido superiores en esta época. Los brotes y consecuente mortalidades de camarones se registraron en menor proporción durante la época caliente de la costa ecuatoriana (enero-abril). Esta época se caracteriza por mayores temperaturas del aire y del agua (27-31° C), a diferencia de la época de verano (Junio-Noviembre) en que las temperaturas del agua pueden caer a rangos de (22-26° C). Bayot *et al* (2004), encontró una asociación estadística entre la ocurrencia del (WSSV) y la temperatura, y sugiere que la variabilidad climática estacional e Inter-anual influye sobre la aparición de enfermedades. La temperatura es un factor limitante en el crecimiento de camarones marinos (Wyban 1989).

Según (Boyd, 2002), la temperatura ideal para desarrollo del camarón en un estanque de cultivo se encuentra entre los 26° a 32° C. Otros autores como (Ponce-Pelajox, 1997) reportan que la temperatura óptima para desarrollo del camarón son aquellas entre los 25-30° C. Del mismo modo las pérdidas causadas por la influencia del (WSSV) son reducidas durante los periodos cálidos (Sonnenholzner et al., 2001).

Según estudios realizados por (Chavarría, 2003), reporta una relación significativa entre la temperatura superficial del mar (TSM) con la producción camaronera del Ecuador, en el periodo posterior a la aparición de WSSV. Indicando que la alta variabilidad climática afecta a la producción camaronera y la ocurrencia de las enfermedades virales especialmente durante los episodios fríos como La Niña, considerando que en cada época la presencia de WSSV es distinta.

En la época seca-fría es menor la temperatura superficial del mar, mientras que en la época húmeda-cálida, la temperatura es mayor, existiendo entonces una menor presencia de la enfermedad de la Mancha Blanca. Maldonado *et al.* (2004). Algunos productores han planteado la posibilidad de utilizar bajos niveles de agua en los estanques para alcanzar temperaturas cercanas o superiores a los 30°C. Esta estrategia, sin embargo, también generaría una mayor pérdida de calor durante las horas de la noche y la madrugada, por ende, una mayor fluctuación diurna, Sonnenholzner *et al.* (2002).

Montesdeoca *et al* (2002), demostraron que camarones cultivados a temperaturas menores a los 33 °C, registró supervivencias de entre 0 a 28%.

Estudios realizados por, Sonnenholzner *et al* (2001), indican que el WSSV es capaz de infectar al camarón (*P vannamei*) a diferentes temperaturas; desafíos con el WSSV obtuvieron supervivencias alrededor del 95%, cuando la temperatura del agua es de 33° C; donde necesitaron 4 días, para alcanzar un estado de máxima alerta inmunitaria, obteniendo así una supervivencia mayor con respecto a pruebas de temperaturas alrededor de los 27° y 30° C.

CENAIM, en estudios realizados sobre el efecto de la temperatura del agua y sobre la supervivencia del camarón infectado con WSSV, demostraron que una temperatura constante de 33 °C por 8 días genera una respuesta inmune en el camarón, como es, la proliferación de hemocitos circulantes, infiltración de hemocitos en tejidos y órganos; presencia de proteínas de "shock" térmico (Hsp's por sus siglas en inglés). Actualmente, resultados preliminares evidencian la expresión de éstas proteínas (Hsp70) en los hemocitos circulantes, a partir de las 12 horas de exposición a hipertermia (32° C).

CENAIM. Información personal, Echeverría. F., 2006.

La alta supervivencia observada ante desafíos con WSSV en condiciones de hipertermia parece guardar relación con el grado de infección, y no con lo que prevalecía, ya que los resultados obtenidos con PCR, sugieren que el virus es capaz de infectar a los camarones a cualquier temperatura y que las supervivencias a 33 °C, no fueron causadas por inactivación viral, sino por la respuesta del camarón, Sonnenholzner *et al.* (2002). Otros autores también sugieren que la respuesta del sistema inmune podría ser la responsable de las diferencias en la susceptibilidad a las enfermedades de acuerdo a las estaciones

o la temperatura, Jiménez *et al.* (2000). Es por esto que en el camarón, las reacciones de resistencia a patógenos están basadas en el número de hemocitos circulantes en la hemolinfa. Los camarones con un alto número de hemocitos resisten mejor a la infección, que camarones con un bajo número de hemocitos, Le Moullac *et al.* (1997). Al respecto, Granja *et al.* (2003), señalan que la hipertermia facilita la apoptosis en camarones de esta especie infectados con WSSV, lo cual, podría incidir sobre la replicación viral. La apoptosis parece manifestarse en diferentes tejidos incluidos los hemocitos de animales infectados por WSSV, Rojtinnakorn *et al.* (2002). Según Granja *et al.* (2003), la expresión de los mecanismos de apoptosis sería más importante en camarones resistentes al WSSV. Está claro, que las variaciones en el medio ambiente inducen cambios en los mecanismos de defensa de los crustáceos. (Le Moullac y Haffner, 2000). El estrés provocado por variaciones de temperatura modifica el número de hemocitos y altera los mecanismos que regulan al sistema (Söderhall y Cerenius, 1998).

La temperatura determina la efectividad de la respuesta inmune. Los mecanismos celulares relacionados con el efecto beneficioso de incrementar la temperatura son actualmente objeto de estudios. Los organismos acuáticos están confinados a cuerpos de agua donde los parámetros ambientales son muy variables, Vidal *et al.* (2001). Así se encontró una correlación negativa entre la prevalencia del virus TSV y la temperatura en granjas de cultivo de camarón en Ecuador, sugiriendo que el clima frío podría ser un factor de riesgo que precipite la ocurrencia del virus, Jiménez *et al.* (2000).

1.3 Cultivos acuícolas bajo Invernaderos, breve reseña de Producción

La idea original de este tipo de cultivos bajo invernaderos inicialmente es la de alcanzar niveles de producción a escalas comerciales. Es necesario simular pruebas a nivel piloto (experimentales) para determinar factibilidad y pruebas de campo de la hipótesis. Los invernaderos para acuicultura son similares en su forma y principio a los invernaderos utilizados en cultivos agrícolas; pero con adaptaciones estructurales y tipos de materiales útiles en ambientes húmedos. Estos pueden ser ajustados y adaptados a distintas variedades de estanques acuícolas, dependiendo de la especie y de la etapa de producción en la que se encuentre. El invernadero le proporciona al estanque de cultivo una protección rentable contra condiciones atmosféricas adversas, produciendo así, un nivel de control sobre parámetros ambientales tales como temperatura, intensidad de luz, y humedad relativa, (Davis-Hodgkins, 2002).

En producción, los cultivos bajo invernaderos han desarrollado varias técnicas de manejo empleadas para una mejor optimización del espacio físico. Según, Calderón *et al.* (2002), los cultivos en dos fases procuran aprovechar la capacidad de carga del estanque desde el inicio del cultivo, también tienen el potencial para producir juveniles de mayor calidad para la siembra en sistemas con recambio limitado, operados bajo mejores prácticas de manejo.

En el Ecuador, el esquema de cultivo utilizado por CENAIM en el 2003 en la Estación Pesglasa, ubicada en la Parroquia Churute de la Provincia del Guayas,

fue diseñado en dos fases. La primera fase, denominada de Precria, puede durar entre 25 y 75 días. La densidad de siembra fluctúa entre 16 ind/m² hasta 275 ind/m². Los animales de los invernaderos de Precria son cosechados y transferidos a estanques con y sin cubierta plástica, para la segunda fase, denominada de engorde. La fase II o engorde, puede llegar a durar entre 42 y 81 días, con un rango en la densidad de siembra entre 25 y 81 ind/m². Los rendimientos del cultivo en invernaderos registrados durante la fase de Precria presentan una dependencia directa con la densidad de siembra. El mayor rendimiento registrado durante la fase de Precria ha sido de 5,255Kg/Ha, con una densidad de siembra de 275 camarones/m² y un peso final de 3.3g en 75 días. Las supervivencias registradas en la transferencia, por el contrario, no presentan relación con la densidad de siembra. Los rendimientos en la fase engorde bajo invernadero también muestran una dependencia directa con la densidad de siembra. El máximo rendimiento obtenido fue de 5,149Kg/Ha

Los rendimientos en estanques abiertos luego de permanecer bajo invernadero en una fase de Precria, por 45 a 50 días; y pesos entre 2.5 a 3.5g para transferencia, resultaron ser buenos en el cultivo realizado entre marzo y fines de abril del 2002. Significativamente los valores son menores en el cultivo realizado entre septiembre a diciembre del 2002 (Calderón y Sonnenholzner, 2002). Partiendo de este principio, datos de Producción obtenidos por (Calderón, 2002), de una corrida en dos fases: Precria y Engorde, bajo invernaderos y; una corrida a través del sistema Mixto, se pudo extraer el siguiente análisis:

Precría y Engorde:

- ◆ Fase de Precría, densidad de siembra de 250 ind/mt², supervivencia proyectada de 65%, factor de conversión alimenticia (FCA 1.2), y peso de cosecha para transferencia de 2.5 gr. Es decir, 1'625,000 animales/ciclo¹, serán transferido a la fase de engorde durante 6 ciclos (8 semanas/ciclo), dando un total de 9'750,000 animales/año.
- ◆ Fase de engorde, densidad de siembra aprox. de 80 ind/m², supervivencia proyectada de 75%, (FCA 1.2) y peso a la cosecha de 10 a 11 g. Obteniendo una producción final de alrededor de las 13,000 lb/Ha

Cultivo Mixto:

Precría: modo de cultivo intensivo bajo invernadero, similar.

Engorde: desarrollada en piscinas externas (cultivo tradicional) de 8 hectáreas c/u (en este caso), con una densidad de siembra de 20 ind/mt². La supervivencia proyectada es del 50%, (FCA 1.2) y peso de cosecha 17 gr. obteniendo una producción de 863.3 kg/Ha/ciclo.

En la actualidad, se han desarrollado varios sistemas de cultivos intensivos bajo invernaderos denominados heterotróficos, los cuales pueden ser bifásicos (Precría y engorde) y trifásicos (siembra en tanques de recirculación o "raceways", Precría y engorde). Los cultivos heterotróficos requieren un manejo cuidadoso de la alimentación, de la aireación y circulación de la productividad natural y los procesos del ciclo de carbono, puesto que son los que finalmente determinan la calidad del agua de cultivo, Schneider *et al.* (2004).

CAPÍTULO 2 MARCO TEORICO

2.1 Plásticos para Invernaderos presentes en el Mercado

La importancia del material de cobertura en un cultivo bajo invernadero, radica en que constituye como un agente modificador del clima natural de la zona en donde se lo vaya a construir. La selección del material de cobertura dependerá de una serie de criterios o indicadores, que interaccionados entre sí, ayudarán en la elección del material apropiado (Matallana y Montero, 1993). Las cualidades necesarias que debe reunir una película plástica (polímero), para que sea utilizado con fines acuícola, es la de tener una alta capacidad de retención de radiación infrarroja y mayor paso de radiación visible. Como una desventaja presentada sobre las propiedades lumínicas en la fabricación de los plásticos, pueden ser los valores de energía que corresponden a las longitudes de ondas de la región UV, son suficientes para romper algunos enlaces químicos presentes en el polímero. Existen diferentes tipos de película plásticas que se manejan en función a sus características estructurales y propiedades lumínicas, éstas últimas dadas por algunos de los aditivos que se llevan incorporados. Los aditivos pueden ser colocados en cualquiera de las capas que conforman la estructura del filme, dependiendo netamente de las propiedades lumínicas requeridas por el fabricante. En el caso de las películas del tipo anti-polvo y anti-estático, los aditivos son colocados en la capas externas. Por su

parte, las películas del tipo antigoteo, utilizan los aditivos aplicados directamente en las capas internas de la película (FilmAmérica. LTDA, 2003).

Los polímeros presentes en el mercado más utilizados (bases) para invernaderos son:

- Polietileno de baja densidad (LDPE) y;
- Lineal de baja densidad (LLDPE).

A continuación una breve descripción de las características del tipo de películas plásticas disponibles en el mercado:

Películas monocapa.- las características son definidas entre los componentes plásticos.

Películas tricapa (coextrusión).- Formulados bajo los requerimientos del productor. Abarca gran radio de acción; es más funcional que el monocapa.

Películas claros y difusores; son de menor espesor en la estructura de la película útil en la fabricación de invernaderos circulares

Películas de color natural o amarillo; son de mayor espesor, útiles en la fabricación de invernaderos planos.

Películas luminiscentes;

Películas térmicas;

Películas antigoteo;

Películas foto selectivos (UV); etc.

2.2 Efecto de los Polímeros sobre el funcionamiento de los Sistemas de Cultivo bajo Invernaderos

Las fluctuaciones de calor que se producen entre las estructuras del invernadero dependen en sí de la radiación térmica del medio ambiente.

Esta radiación hace que la temperatura fluctúe en las dos superficies del mismo, es decir, entre la capa del filme plástico y la capa de aire en el interior.

La densidad del flujo de calor entre la cubierta del invernadero y el espacio dentro, influye fuertemente en la formación de las capas de vapor, impidiendo la salida de calor producto del efecto invernadero, Zhu *et al.* (1998).

2.2.1 Efecto de los polímeros sobre las propiedades lumínicas (Radiación)

La utilización de diferentes componentes plásticos como el polietileno, provocó un aumento en la temperatura de alrededor de 5°C, registrando pérdidas nocturnas de alrededor de 3°C con respecto a la temperatura ambiente fuera del invernadero. Para diferenciar con respecto a los compuestos plásticos utilizados normalmente en los invernaderos para cultivos agrícolas, Zhu *et al.* (1998). La influencia de los polímeros sobre el mejoramiento de las propiedades lumínicas de las películas, como en el caso de los (LDPE), que es el material de mayor empleo para la fabricación de filmes agrícolas, cuya característica principal es la transparencia a la radiación infrarroja en ese intervalo. A este

polímero es necesario introducirle a su composición algo que lo convierta en un filme térmico, es decir, que bloquee la transmisión de esa radiación y reduzca el escape fuera del invernadero. Las soluciones adoptadas por la industria para dotarlo de mayor oscuridad IR han sido fundamentalmente dos:

Adición de cargas minerales y/o;

Aumento del contenido de copolímeros etil-acetato de vinilo (EVA).

Dependiendo de los requerimientos del productor se le puede conjuntar ambas formulaciones, mejorando así, las condiciones internas del sistema (radiación, temperaturas, necesidad de transmisión de luz de turbidez, etc.).

Así, se pueden encontrar en el mercado compuestos basados en LDPE y en EVA de hasta un 18% de compuestos plásticos en base de acetato de vinilo (AV), con contenidos en cargas minerales entre un 1% y un 10% en peso.

Habitualmente no se utilizan polímeros base con más de un 12-14% de AV para filmes debido a los problemas de acumulación o persuasión de polvo. Los copolímeros con contenido superiores se utilizan en las capas intermedias de los filmes multicapa. Díaz, *et al* (2002).

2.3 Efecto del Mayor o Menor paso de Radiación Visible (Termodinámica)

La cantidad de luz visible que incide durante el día en la cubierta del invernadero, una parte es perdida por efecto de la reflexión con el plástico y otra es absorbida por el material del cerramiento (las pérdidas por conducción dependen de las características de cada material).

Causando así, un déficit en el paso de radiación térmica a causa de la capa de agua que se forma en el exterior del filme plástico, provocada por la condensación en el interior del invernadero. La energía total ganada dentro del sistema, se destina al calentamiento de los elementos que componen el armazón estructural y del cerramiento, a su vez, del agua y del suelo, además del sostenimiento de los procesos de evaporación y fotosíntesis. Uno de los principales problemas al considerar producto del paso de radiación visible a través de los filmes es el efecto de los rayos UV sobre los polímeros, es la intensidad en relación con: ozono estratosférico, nubes, altitud, posición de la altura del sol (hora del día y época del año) y reflexión. Díaz, *et al* (2002).

Las 4 principales pérdidas de calor y sus porcentajes según (Lund, 1998), son;

- Evaporación – 50 - 60 % o menos (en un sistema abierto). En cultivos bajo invernaderos, la acción del viento dentro del sistema reduce las pérdidas de calor por evaporación hasta un 30%.
- Convección (Transporte de masa de aire) – 2nd gran pérdida. 10 – 20 %

- Radiación – (3rd gran pérdida) 5 – 10%. En invernaderos existen dos tipos de radiación:

a.) la emisión de radiación infrarroja que emite el cuerpo de agua y el aire al calentarse, y;

b.) Por la reflexión de la luz, donde esta no llega a calentar el cuerpo de agua o suelo.

Otras pérdidas

- Conducción (20 – 30%).

Pérdidas por filtración a los lados (2 -5% o menos).

2.4 Efecto de la Temperatura sobre la Fisiología / Salud (Camarón), Calidad del Agua y Productividad Primaria

El camarón *P. vannamei* como cualquier otro crustáceo es poiquilotermo, quiere decir que no es capaz de regular por si solo su temperatura corporal. La temperatura del camarón esta normalmente en equilibrio por la temperatura del agua. Esto tiene profunda consecuencias en la fisiología del camarón a causa de los rangos en que se manejan sus procesos bioquímicos dependen netamente de la temperatura. Boyd, 1995.

2.4.1 Efecto del parámetro Temperatura sobre la Fisiología/salud del camarón en el Cultivo bajo Invernaderos.

Los rangos metabólicos son directamente proporcionales con la temperatura por este motivo, las dosis de alimento son incrementados a medida que aumente la temperatura. El mínimo letal es aproximadamente 15°C, a su vez, el camarón puede sobrevivir a rangos bajos de temperatura por corto tiempo. La más alta temperatura registrada como una limitante es de 35°C por un espacio prolongado de tiempo.

Está claro, que las variaciones en el medio ambiente inducen cambios en los mecanismos de defensa de los crustáceos (Le Moullac y Haffner, 2000). Como se conoce, los crustáceos no poseen un sistema inmunitario específico ni con

capacidad de memoria (Berger, 2000). El sistema de defensa de los crustáceos está basado en efectores celulares humorales, los cuales se conjugan para eliminar microorganismos potencialmente infecciosos. Los hemocitos son cruciales en estas reacciones inmunitarias siendo capaces de fagocitosis, encapsulación, formación de nódulos y de citotoxicidad (Söderhäll y Cerenius, 1992).

Por su parte, los organismos acuáticos están confinados a cuerpos de agua donde los parámetros ambientales son muy variables, Vidal *et al.* (2001). Así se encontró una correlación negativa entre la prevalencia del virus TSV y la temperatura en granjas de cultivo de camarón en Ecuador, sugiriendo que el clima frío podría ser un factor de riesgo que precipite la ocurrencia del virus, Jiménez *et al.* (2000).

La temperatura influye también sobre la síntesis de proteínas y sobre la acción dinámica específica (SDA por sus siglas en inglés), cambiando el tiempo y la magnitud de la respuesta de las reacciones. Whitley *et al.* 1996.

El estrés provocado por variaciones de temperatura modifica a su vez, el número de hemocitos, Sánchez *et al.* (2001), y altera los mecanismos que regulan al sistema circulatorio del camarón. (Söderhall y Cerenius, 1998).

Es así que, los invernaderos pueden significar una ayuda en el crecimiento del animal, ya que ayuda a mantener la temperatura dentro de los rangos óptimos de crecimiento en cultivos intensivos. Por citar un caso, estudios previos en peces con diferente rangos de temperatura, indican que las variables de (SDA) cambian con el hábitat en el que se desarrolla la especie. Las altas

temperaturas pueden ser consideradas un problema, durante los meses de invierno en nuestro país ya que fácilmente excede los 35°C. y las bajas temperaturas durante el verano pueden ser una limitante en la aparición de enfermedades, Van Wyk *et al.*, (2004).

A esto se debe que los mecanismos celulares del camarón *P. vannamei* relacionados con el efecto beneficioso de incrementar la temperatura son actualmente objeto de estudios.

2.4.2 Efecto de la temperatura sobre la calidad del agua.

Todo proceso bioquímico depende de la temperatura. Procesos biológicos (metabólicos) como la respiración (oxígeno (O₂) animales, dióxido de carbono (CO₂) fitoplancton) y el crecimiento, pueden aumentar hasta un 100% (el doble de lo normal) cuando la temperatura se incrementa en 10° C (ley de Van Hoff), Boyd, 1995.

Es decir, el camarón puede desarrollarse doblemente a temperaturas cercanas a los 30° C, que a los 20° C, significa que la temperatura del agua afecta directamente el metabolismo del animal. (Boyd, 2002). El mismo efecto sucede con el consumo de (O₂), al presentar incrementos de temperatura en el estanque de cultivo mayores a los 30° C, la demanda de (O₂) tiende a aumentar hasta un 100% del consumo normal. Boyd, 1995.

La solubilidad de los gases como: CO_2 , O_2 , Amonio (NH_3), etc., se ven afectados por el incremento de la temperatura en los estanques, a mayor temperatura, menor es la solubilidad de los gases. Boyd, 1995.

La respiración y el crecimiento de otros organismos que habitan los estanques, como son; plancton (zoo y fitoplancton), bacterias y otros microorganismos; además de las reacciones químicas producto de la interacción entre el suelo y el agua, son también afectados con el aumento de la temperatura.

A su vez, los factores ambientales y particularmente las variables de la calidad de agua son objeto de cambios críticos (Boyd, 2002). Los rangos ideales en cultivos intensivos para variables de calidad de agua a temperaturas entre los $25^\circ - 32^\circ \text{C}$, están resumidos en la siguiente tabla #1;

Tabla 1.- Rangos ideales de la calidad de agua para el desarrollo de organismos en acuicultura. (Boyd, 2002).

Variables	Rangos ideales en g/L (ppt).
Oxígeno (O_2)	5 -15
Salinidad	5 - 35
pH	7 - 9
Nitrógeno: N_2	Saturación o menos
(NH_4^{++})	0.0002 - 0.002
(NH_3)	< 0.0001
(NO_3^-)	0.0002 - 0.001
(NO_2^-)	< 0.00023
Carbono (CO_2)	0.01 - 0.001
Calcio (Ca^{+2})	0.1 - 0.5
Azufre (SO_4^{-2})	0.05 - 0.3
(H_2S)	No detectado

El incremento de la temperatura sobre los 4°C en la superficie del agua, disminuye la densidad del agua del estanque, causando una estratificación térmica entre la superficie y el fondo del mismo (Boyd, 2002). Este fenómeno es muy común en cultivos intensivos bajo invernaderos, ya que, influye en la productividad natural de la superficie del estanque, aumentando los niveles de

oxígeno durante el día (blooms de algas excesivos) y los consumos del mismo durante la noche.

2.4.3 Efecto de la productividad primaria en el cultivo intensivo bajo invernaderos.

En sistemas de producción intensivos se adiciona alimentos sintéticos de alto valor proteínico como fuente principal de nutrientes para el desarrollo del camarón en cultivo. Bajo estas condiciones, el fitoplancton puede contribuir muy poco a la nutrición del camarón, Burford *et al.* (2003). Sin embargo el fitoplancton constituye parte fundamental de la comunidad microbiana crítica para mantener condiciones ambientales adecuadas para el crecimiento animal (Boyd y Tucker, 1998). El fitoplancton influye sobre los niveles de oxígeno disuelto (OD) en el agua, la penetración de la luz, los niveles bacterianos, la biomasa del zooplancton y la calidad del animal cosechado a través de la producción de compuestos que generan mal sabor (off flavor) (Paerl y Tucker, 1995); (Boyd y Tucker, 1998). La concentración del fitoplancton está estrechamente relacionada con la turbidez de la columna de agua, de tal manera que el incremento en la concentración de fitoplancton limita la penetración de la luz, limitando su crecimiento en un fenómeno conocido como auto-sombreado (Boyd y Tucker, 1998). Además, el fitoplancton asimila amonio como una fuente de nitrógeno para su crecimiento actuando como el mayor factor controlador en la acumulación de amonio no ionizado, el cual

puede ser tóxico para el camarón (Tucker *et al.*, 1984; Tucker, 1996; Hargreaves, 1998). Además de nutrientes inorgánicos tales como C, N y P, el fitoplancton requiere al menos el 1% de la intensidad de la luz solar incidente para su desarrollo. La profundidad a la cual se da esta condición delimita la zona afótica de un cuerpo de agua y la parte de la columna de agua donde el crecimiento del fitoplancton puede darse (Boyd, 2001). En sistemas de cultivo bajo invernadero, la influencia de altas temperaturas ($>31,5^{\circ}\text{C}$) atribuyen cambios en el metabolismo de los organismos dentro del estanque, Granja *et al.* (2003). La productividad primaria dentro del sistema, se incrementa con el ciclo de cultivo, ya que, aumenta el alimento manufacturado, desarrollando así, altas concentraciones de fitoplancton (blooms), donde, los nutrientes se acumulan en el sistema como consecuencia indirecta de la alimentación de los camarones. (Tucker, 1996). El recambio de volúmenes de agua mayores al 5% o 10%, en los sistemas de cultivo ha permitido la evacuación del fitoplancton y la dilución de las concentraciones del mismo en los estanques, en detrimento de la calidad del medio ambiente, por la descarga de estos efluentes (Boyd y Tucker, 1998).

2.5 Sistemas de Alimentación utilizados en Producción de Camarón; Boleo vs Comederos

El método más utilizado para alimentar camarones en cultivos extensivos, semi-intensivos e intensivos ha sido la adición por dispersión o "al voleo", lo cual implica tener que distribuir el alimento de tal manera que cubra por lo menos un 80 % de la superficie alimentada. La dosis de alimento suministrada a voleo se determina por una tasa basada en el porcentaje de la biomasa de camarones presentes en el estanque; sin embargo, de acuerdo con los investigadores, no existen tablas universales de alimentación, ya que ciertas variables, tales como; La composición del alimento utilizado, la disponibilidad del alimento natural, la calidad del agua y las características de la especie y del tipo de cultivo; no permiten su estandarización. El empleo de bandejas de alimentación, también llamados comederos, es conocido como el método de alimentación más eficaz por que permite ajustar la ración diaria de acuerdo al consumo aparente de alimento observado en los comederos, proporcionando además un mayor control sobre el estado biológico y de salud de la población de camarones cultivados. Según (Bador, 1998), la práctica de la utilización de charoles (comederos) para suministrar el alimento, tiene la ventaja de permitir una estimación del alimento consumido por los camarones, en un momento determinado. De acuerdo a este consumo aparente, las raciones pueden ser ajustadas.

2.6 Métodos para la Evaluación de los Parámetros con respecto a la Producción de un Estanque de Cultivo Intensivo

Para evaluar el efecto de la cubierta plástica sobre los parámetros Físico-Químico y Biológicos del ecosistema de cada uno de los invernaderos, se proponen las siguientes mediciones:

2.6.1 Mediciones Químicas

2.6.1.1 Amonio (NH_3):

Es analizado a manera de Nitrógeno Amoniacal Total (TAN por sus siglas en inglés). El NH_3 , es uno de los derivados de nitrógeno inorgánico que en altas concentraciones es letal (0.3 mg/lit. es el rango mínimo letal) para un sistema de cultivo. Es el producto de la degradación de la materia orgánica especialmente del balanceado (alimento artificial 16 % N), de la respiración de los organismos acuáticos y del metabolismo microbiano. Por este motivo, es necesario realizar análisis periódicos, para de esa manera, obtener registros de cantidad acumulada o producida de TAN en el sistema. De esa forma, poder desarrollar estrategias de manejo, para así, mantener el cultivo dentro de los rangos óptimos.

2.6.2 Medición de Parámetros Abióticos

2.6.2.1. Oxígeno Disuelto (OD)

Crítico en sistemas intensivos bajo invernaderos. El incremento de la temperatura causa un efecto negativo en los niveles de oxígeno disuelto en el agua, aumentando el metabolismo y la respiración de los organismos del sistema.

También acelera la degradación de la materia orgánica y las reacciones química que demandan de este parámetro para su correcto equilibrio oxidativo. 3 mg/lit., es nivel mínimo letal para un estanque de cultivo. La medición de este parámetro, determina si los componentes plásticos afectarían o no, sobre la productividad primaria y el ecosistema del estanque.

2.6.2.2. Temperatura del Agua

Importante para medir el efecto de la hipertermia, al que son sometidos los organismos de cultivo, a través del efecto causado por los diferentes componentes plásticos que cubren el invernadero sobre la fisiología y el medio ambiente. Útil para medir la diferencia de temperatura alcanzada por el sistema invernadero con respecto a un estanque sin cubierta.

2.6.2.3. Temperatura del Aire

Permite estimar la cantidad de calor que pueda ser retenida por la cubierta plástica para ser transferida a la columna de agua. Es indispensable para monitorear los rangos de temperatura durante el día, el cual, tiene que ser superior a los 31.5°C.

2.6.2.4. Medición de Transmisión Visible:

Registra las diferencias en el paso de radiación visible con respecto a la luminosidad fuera del invernadero. Denota si existe diferencia entre componente plástico (polímero), diferente en 4 estanques de cultivo.

2.6.2.5. Medición de la Nubosidad:

Determina bajo qué condiciones atmosféricas y climáticas (del cuerpo celeste) están expuestos cada uno de los invernaderos parte de este estudio. También, ayuda a determinar los porcentajes de transmisión de luz visible por la película plástica.

CAPÍTULO 3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del Estudio

3.1.1 Ubicación Geográfica

El presente trabajo se realizó a partir del 20 de Enero del 2004, en el **Sector B** de la **Estación Experimental "CENAIM-ESPOL"**; la misma que se encuentra localizada en el Km. 32 de la vía a San Pedro-Manglar Alto en la Provincia del Guayas.



Figura 2.- Invernaderos del Sector B de la Estación Experimental CENAIM-ESPOL
La figura 2, muestra una vista panorámica de los invernaderos ubicados en el sector B, la foto fue captada desde el sector C en la Estación Experimental.

3.1.2 Diseño de la Estación Experimental CENAIM-ESPOL

La estación experimental se encuentra dividida en 3 sectores con un total de 97 piscinas correspondiente a 17,25 ha de espejo de agua (ver figura 3 y 4).

La altura promedio de la columna de agua en todas las piscinas es de 1,0 m.

Las piscinas tienen pendientes hacia el lado de la salida, permitiendo así un drenaje eficiente.

De acuerdo a la altura de la columna de agua y la pendiente, los volúmenes de agua para cada tipo de piscina, así como también, las dimensiones, declive del fondo se demostrara a continuación en la Tabla 2;

Tabla.-2: Dimensiones de cada uno de los estanques para cada fase de la Estación Experimental

Piscinas (ha)	Ancho (m)	Largo (m)	Declive del fondo (cm)	Pendiente fondo (5)	Volumen agua (m ³)
0,05	20	25	20	0,8	376
0,1	20	50	30	0,6	801
0,25	30	84	40	0,5	2,189
0,3	30	100	40	0,4	2,621
0,5	30	165	60	0,4	4,376
0,8		Forma irregular			8,000
1,00	50	200	60	0,3	9,216

Fuente: Tomado de la Tesis de Pre-grado realizada por Ma. Elena Quevedo, 2004.

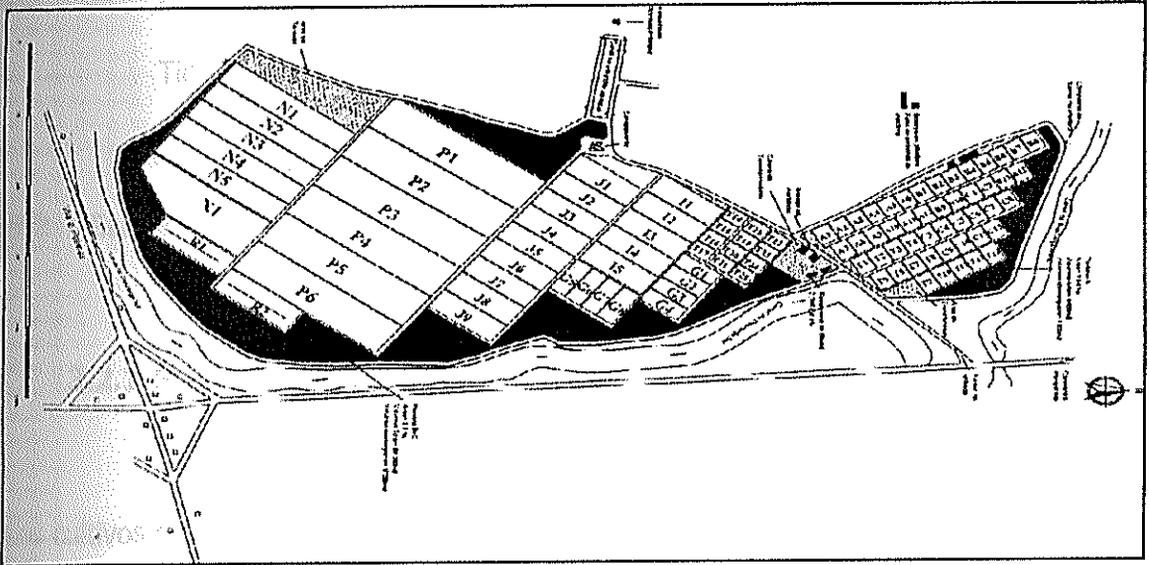


Figura 3- Descripción de la Estación Experimental. Movimiento de tierra.

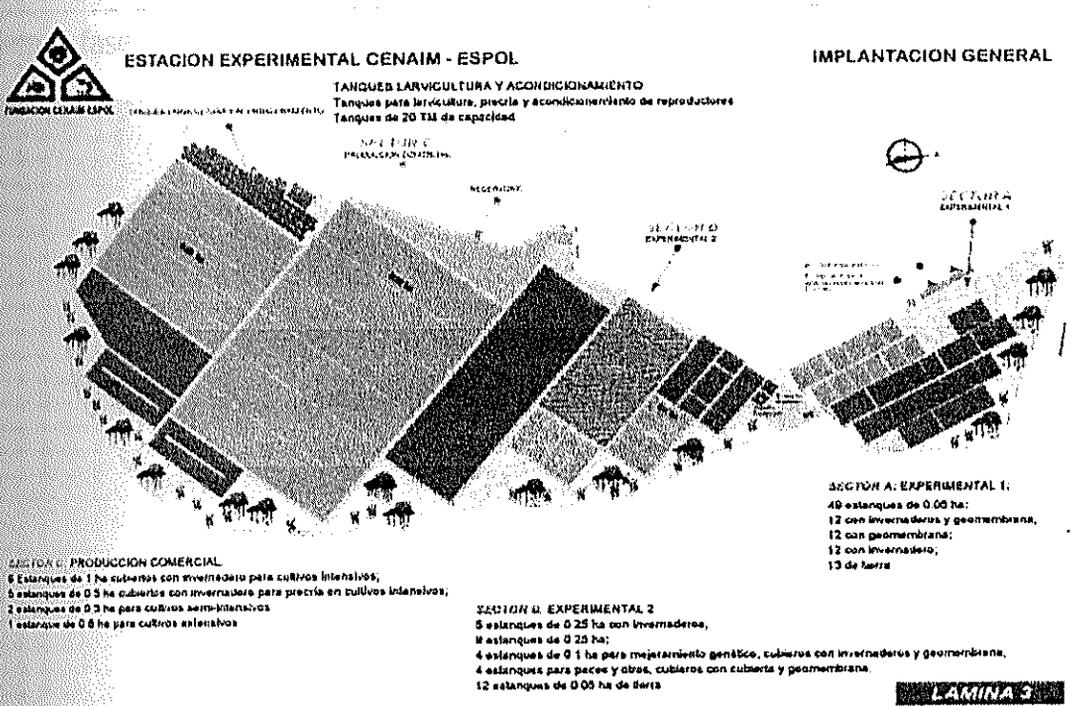


Figura 4- Vista terminada de la Estación CENAIM-ESPOL

Las dimensiones y características de los estanques 1 al 5 del sector B, objeto de nuestro estudio, son las siguientes:

Área de los estanques	2500 mt ²
Área de Cubierta total del plástico (+10%)	2750 mt ²

Volumen de Agua por estanque (0.25 Ha)	2189 mt ³
Tiempo de llenado (Aprox.)	11 h 41 min.

3.2 Etapa Experimental

3.2.1 Sistema de Producción

Los cultivos se desarrollaron en dos fases **Precría y Engorde**.

Se utilizaron 5 estanques de 0.25 hectáreas para las dos fases, un invernadero para la fase de Precría y los cuatro restantes para la fase de engorde

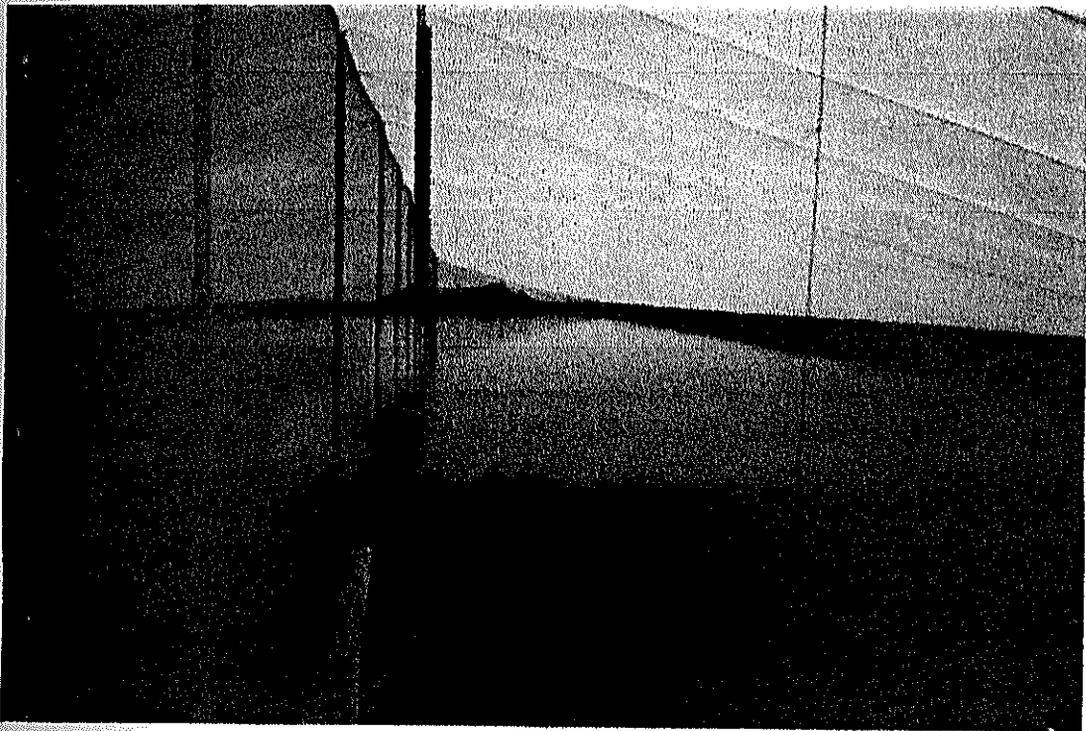


Figura 5.- Vista desde adentro de los invernaderos ubicados en el sector B de la Estación Experimental

La figura 5, fue captada desde el interior del estanque de Precría (I-1), en la compuerta de desagüe. Nótese las entradas totalmente abiertas, de esa manera

existe una libre circulación de aire, lo cual ayuda al control de la temperatura con el objeto de que no sobrepase los 34°C durante la época invernal. La fuente de agua fue directamente tomada de un brazo de mar, con salinidad promedio de entre 36 a 38 ppt.

3.2.1.1 Fases

3.2.1.1.1 Precría

Para esta fase se utilizó el invernadero I -1 del sector B. La densidad de siembra fue de 800,000 postlarvas (PL. 25), colocados en un área estimada de 2,500 m². Luego de seis semanas se realizó la transferencia. La cubierta plástica utilizada para este invernadero fue del Tipo Blanco Térmico (Plastigomez S.A.).

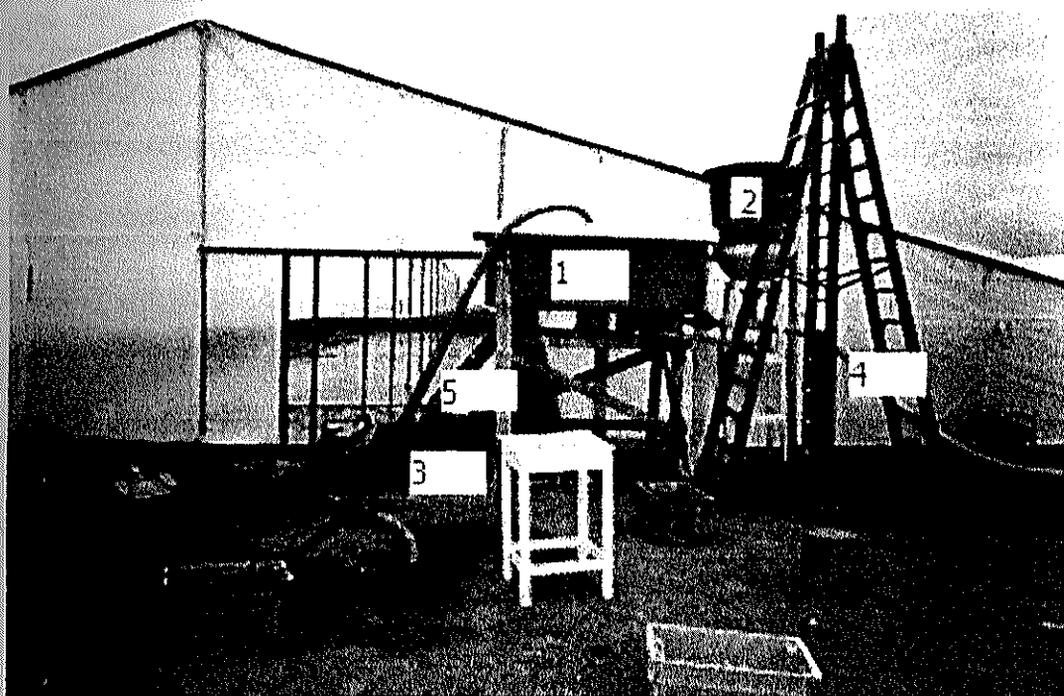


Figura 6.- Equipo utilizado durante la transferencia de la fase de Precría.

La figura 6, demuestra el sistema empleado durante la transferencia desde el estanque de Precría, los animales fueron hacia los invernaderos siguientes que serán utilizados para la fase de engorde. A continuación la descripción por componente;

- 1.- Tanque rectangular de 1000 L, "Cabezal de Presión".
- 2.- Tanque de 500 L cónico, va a ser depositado los animales que salen del bolso de pesca, e enviados al sistema de transferencia.
- 3.- Bomba de 3" que va a ayudar con el llenado del tanque de 1000 L.
- 4.- Manguera de 3" para llenado de los tanques.
- 5.- Manguera flexible anillada de 3", para transferencia a los invernaderos de engorde.

3.2.1.1.2 Engorde

La biomasa resultante del estanque de Precría, fue dividida en cuatro estanques de 0.25 hectáreas (2500 m²) del sector B, con fondo de tierra. Los polímeros plásticos utilizados en la cubierta de los invernaderos I-2 – I-5, fueron formulados por la compañía Repsol YPF, España, y fabricados por la compañía Plastigomez S.A., y fueron asignados a las piscinas de la fase de engorde según la siguiente tabla:

Tabla 3.- Descripción de los diferentes tipos de polímeros por estanque, fabricante y tipo de alimentación.

INVERNADEROS	TIPO PLASTICO	Densidad de siembra (gr/m ²)
I-2	RYPF-1	31.3
I-3	RYPF-3	30.6
I-4	Blanco Térmico	31.4
I-5	RYPF-2	30.9

3.2.1.2 Aireación

3.2.1.2.1 Descripción del Sistema de Aireación

Se utilizaron dos tipos de aireadores para suplir la demanda de oxígeno de los estanques;

Un sistema principal de difusión de aire profunda, generado por un soplador del tipo "Rotary Lobe", marca Zhagai Works, modelo RPC- 100 e impulsado por un motor a diesel de 22 Hp. El volumen de aire generado por el soplador es conducido a los estanques mediante unas redes de tuberías de pvc, diseñado para abastecer a un sistema intensivo de producción de camarón en un área de 1.25 Ha, dividido en 5 estanques de 0.25 Ha cada uno.

La información técnica del equipo indica un suministro de volumen de aire 0 a 7 Psi. El aire es distribuido por una tubería principal (ver figura 7), colocados alrededor de cada estanque entre los muros de 1.5 metros de alto, con una pendiente del talud de 1.2 y el de ancho de la corona de 1.5 metros. Esta línea

consta de una tubería de pvc (para presión) de 4" (pulgadas), para la distribución de aire desde el "blower" hasta los estanques.

El aire ingresa a la columna de agua a través de tres tubos de 2", los cuales, van a abastecer a través de mangueras de $\frac{3}{4}$ " a 18 tubos "Air lift" de 6", colocados en 3 líneas de 6 tubos c/línea, a lo largo del estanque.

Separados entre sí cada 15 m por tubo, estos se encuentran enterrados a una profundidad de 3 m. (Figuras 7 y 8).

El sistema secundario o "suplementario" de aireación, consto de aireadores de paleta. Movidos por un motor a diesel de 8 Hp, marca Pioneer, modelo Shore Type 8Hp Multi-impeller, Tipo PA-222B-8/8. Estos aireadores fueron colocados en la parte posterior de los estanques.

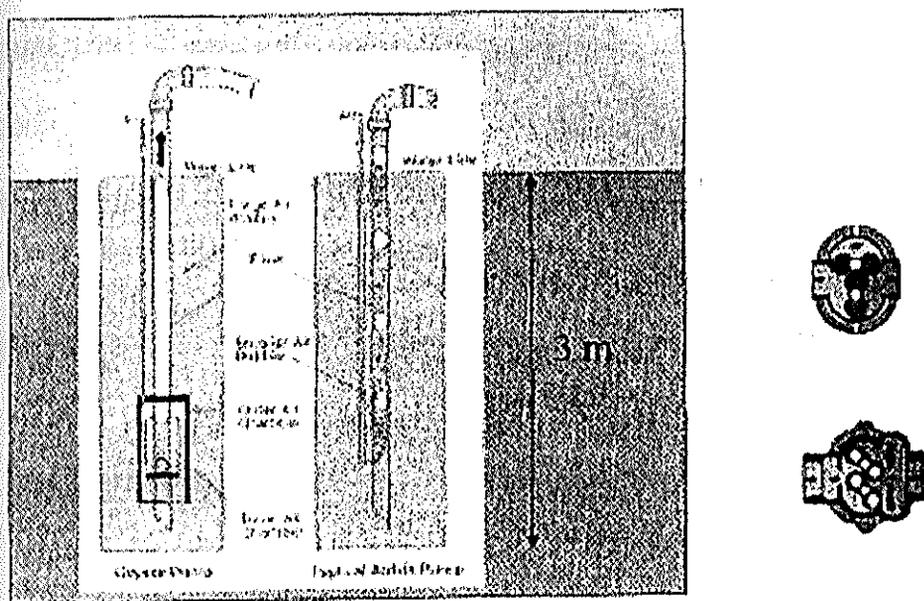


Figura 7.- Sistema tipo "air lift".

En la figura 7, se describe el modo de acción del sistema tipo "Air lift".

Los tubos se encuentran enterrados a 3 metros, en cada uno de los estanques (5) que son objeto de nuestro estudio.

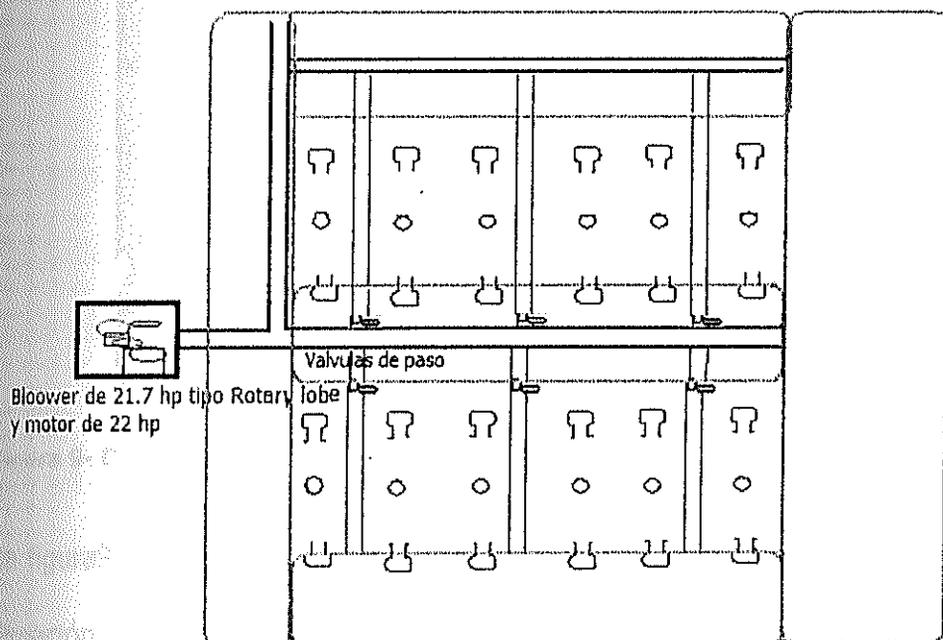


Figura 8. Vista superior de la red de tuberías

En la figura 8, se detalla la red de tuberías del sistema de aireación principal. La forma como fueron distribuidos dentro de los estanques, así como también, la distancia en la que se encuentra cada uno de los tubos tipo "Air lift" dentro de los estanques; Nótese la forma como se realizó la recirculación en contra de las manecillas del reloj.

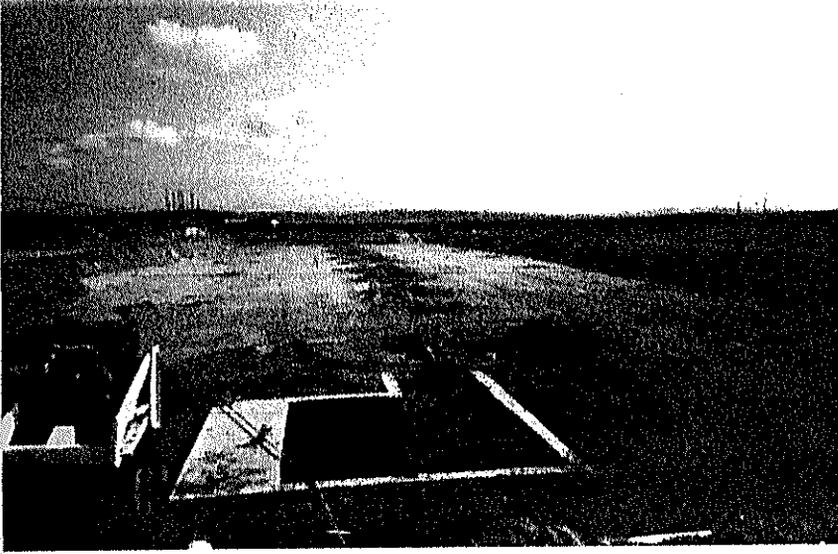


Figura 9- Construcción de orificios para los tubos "air lift".

La figura 9, demuestra durante la fase de construcción del sistema principal de aireación. Nótese las excavaciones realizadas (18) para cada estanque en las cuales van a ser colocados los tipo "Air lift".



Figura 10.- Distribución de la tubería del sistema de aireación. Nótese las características de las piscinas para los invernaderos I-4 y I-5.

La figura 10, demuestra como quedo el estanque después de la cosecha realizada, las flechas indican los 18 tubos tipo "Air lift" ya colocados en su respectivo lugares.

3.2.1.2.2 Criterios para el encendido y manejo del sistema de aireación

El sistema principal fue encendido a las 7 PM hasta las 6-7 AM del día siguiente. Dependiendo de los niveles de oxígeno durante la noche y/o madrugada se encendió también la aireación suplementaria (paletas).

3.2.1.3 Alimento Balanceado

3.2.1.3.1 Descripción del sistema de alimentación

Se suministró 4 dosis de balanceado granulado para postlarvas de camarón, en la fase de Precría, del tipo 3/32 al 35% de proteína de la marca comercial ABA. Las dosis fueron distribuidas en cuatro periodos de tiempo desde 8:00 AM, 12:00 PM, 18:00 PM y 20:00 PM horas, las dosis fueron repartidas en 20, 30, 20 y 30% respectivamente. La cantidad de alimento fue detallada en una tabla alimenticia desarrollada previamente por CENAIM (2002).

Para la fase de engorde se suministraron también 4 dosis diarias de balanceado comercial de la marca ABA, tipo 3/32 al 35% de proteína, desde las 8:00 AM, 12:00 PM, 18:00 PM y 20:00 horas. El sistema de alimentación para esta fase es similar a la Precría y consiste en dispersar la dosis equivalente obtenido de

los estanques con comedero y distribuidas homogéneamente por todo el estanque.

3.2.1.3.2 Probioticos

Se aplicaron las cepas Probióticas del tipo P62 (*Vibrio* sp.) y P64 (*Bacillus* sp.), durante la primera quincena del mes de abril hasta fines del mes de mayo del 2004.

La dosis empleada fue de 0.5 ml de la cepa P62 y 0.5 ml de la cepa P64, por cada 3 Kg. de alimento.

Las cepas fueron diluidas en 1 L de agua de la piscina a alimentar. El preparado acuoso del probiótico fue aplicado sobre el alimento balanceado en forma manual y fue mezclado continuamente para homogenizar el prebiótico sobre el alimento. Posteriormente se añadió 1 L de aceite de pescado mediante rocío, para fijar y darle atractrabilidad al alimento. Vale recalcar, que el alimento fue preparado en fresco para cada ración diaria de alimento.

3.2.1.3.3 Inmunoestimulantes

Para la aplicación de Inmunoestimulantes, Betaglucanos del tipo comercial, producidos por la marca Macro Gard, fue aplicado durante el mes de abril y mayo. Las dosis fueron de 500mg/Kg de balanceado, diluido en 1 L de agua de la piscina, rociando posteriormente aceite de pescado; aplicado de la misma

forma que las cepas probióticas. Lo recomendado por CENAIM (2006), es aplicar alrededor de 150 a 250 mg/Kg de balanceado como dosis de mantenimiento.

3.2.1.4 Criterios para el recambio de agua

Se realizó recambio de agua para reducir la carga fitoplanctónica. Los recambios fueron realizados 1 o 2 veces por semana, aproximadamente en un 30 al 40% del volumen de la piscina

3.3 Diseño Experimental

3.3.1 Características del Diseño Experimental

- Las cubiertas plásticas no estuvieron replicadas en los estanques, motivo por el cual, no pudimos determinar estadísticamente la existencia de diferencias entre los sistemas de producción (por efecto del polímero).
- Se construyeron series de tiempo con frecuencia diurnas para las variables físico-químicas medidas durante el experimento para ser analizadas mediante la utilización de una estadística descriptiva.
- El factor producción mediante estadística descriptiva será analizado versus las variables temperatura del agua y luminosidad dentro de los invernaderos.

3.4 Medición de Parámetros. Descripción.

Los parámetros analizados fueron luminosidad, oxígeno disuelto, temperatura del aire y del agua, dentro y fuera del invernadero, así como, crecimiento y producción del estanque.

3.4.1 Medición de luz visible (lux)

Se utilizó un luxómetro marca Sper Scientific, Modelo LX1. Rango de 1 a 150,000 lux. Las mediciones se realizaron cada 3 horas, desde las 9 AM, hasta las 6 PM. Las mediciones se realizaron dentro y fuera de los invernaderos.

3.4.2 Nubosidad (8 cuadrantes)

La esfera celeste fue dividida en 8 cuadrantes imaginarios, y la cobertura de nubes fue estimada en función de la cobertura de los cuadrantes. Ver figura 11.

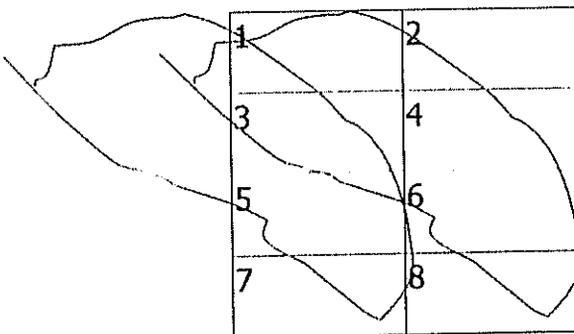


Figura 11.- Nótese en la figura el cuadrante de ocho celdas imaginarias, de esta manera será dividido todo el cuerpo celeste para la medición de la nubosidad. En este ejemplo tenemos una nubosidad de seis octavos (6/8).

3.4.3 Oxígeno Disuelto

Las mediciones fueron realizadas con un oxigenómetro marca YSI, modelo 85, con compensación de salinidad. El oxígeno disuelto fue medido cada 3 horas durante todo el día.

3.4.4 Temperatura del Agua (Dentro y Fuera de cada invernadero)

La medición de la temperatura del agua dentro de cada invernadero, fue realizada con termómetros (tipo balde) de mercurio, marca Boeco (Germany), con graduación $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Estas mediciones fueron realizadas en el mismo punto que el oxígeno disuelto. Para la medición de la temperatura del agua sin invernadero, se tomó la temperatura diaria de un reservorio colindante a los estanques del sector B.

3.5 Análisis de Datos

3.5.1 Producción de los Estanques

Se determinó el crecimiento semanal, la supervivencia, biomasa semanal, cantidad de balanceado acumulado semanalmente, la adición de aditivos, la biomasa final, porcentajes de recambio, manejo del alimento y manejo de la aireación.

3.5.2 Oxígeno y Recambios de Agua

Se determinó las concentraciones promedio de las lecturas durante el día, desde las; 9 AM, 12, 15 y 18 PM y durante la noche desde las; 21 PM, 24, 3 y 6 AM. Así como también las pérdidas y ganancias entre el día y la noche. Para la fase de engorde las concentraciones de oxígeno fueron divididas entre las épocas lluviosas y secas en las que se desarrollo el cultivo.

3.5.3 Temperatura Dentro (agua y aire)

Se determinaron las variaciones y diferencias de temperatura entre invernaderos y reservorio basados en los promedios de las lecturas durante el día y noche. Se estimaron las ganancias de calor en el sistema, así como también, los máximos y mínimos valores de temperatura durante toda la

corrida. A su vez, los resultados de la acumulación de calor del aire entre invernaderos fueron determinados utilizando los datos promediados, así que también utilizando la media y desviación estándar. Para el Oxígeno Disuelto, las diferencias entre los picos máximos y mínimos, así como la fluctuación diaria fueron analizadas con la ayuda de los promedios diarios.

3.5.3 Humedad

3.5.4 Luminosidad

3.5.4.1 Descripción:

Se realizó una estadística descriptiva para determinar la media y desviación estándar de los niveles de intensidad luminosa por invernadero, así como también, los promedios diarios y total de transmisión a través de los filmes plásticos durante toda la corrida del experimento por 180 días.

3.5.5 Nubosidad

Se determino los promedios diarios durante la mañana del comportamiento del cuerpo celeste durante la duración del todo experimento. Diferenciados para las épocas lluviosas y seca.

CAPITULO 4 RESULTADOS.

4.1 Producción

Se obtuvieron registros de crecimiento semanal de hasta 1g promedio. En rendimiento individual, el invernadero I-2 fue el más alto, con una supervivencia del 54%, dejando como el invernadero más bajo al (I-5) con el 15%. No se encontró diferencias significativas entre los invernaderos alimentados en comederos (I-2 e I-3) y los invernaderos alimentados al voleo (I-4 y I-5); todos alimentados con balanceado al 35% de proteína. La biomasa de cosecha, peso promedio, supervivencia y factor de conversión por piscina y de más se presenta en la tabla 4 y 5.

Tabla 4.- Condiciones iniciales en la que desarrollo el cultivo

Invernaderos	Tipo de plástico	Densidad de siembra (animales/mt ²)	Talla inicial (Animales/g.)	Biomasa inicial (Kg/0.25 Ha)	Tipo de Alimentación
Fases Engorde					
		Animales (Pl. 24)			
I-2	RYPF 1	31.3	2.3	180	Comedero
I-3	RYPF3	30.6	2.3	176	Comedero
I-4	Blanco	31.4	2.3	181	Volero
I-5	RYPF 2	31.9	2.3	183	Volero

Tabla 5.- Resultados obtenidos durante la cosecha y el comportamiento de la demanda de alimento balanceado de todos los invernaderos del sector B para las dos fases.

Invernaderos	Densidad de Siembra (ind/m ²)	Peso Promedio (g)	Supervivencia (%)	Crecimiento Semanal (g/sema)	Alimento total suministrado (Kg.)	Biomasa Final (Kg.)	Conversión Alimenticia	Semanas cultivo
I-2 (engorde)	31.3	14.40	53.3	0.93	2041.3	598.8	3.4	13
I-3 (engorde)	30.6	16.67	49.0	0.94	2146.3	621.8	3.45	15
I-4 (engorde)	31.4	15.86	52.0	0.93	2313.3	645.5	3.58	15
I-5 (engorde)	30.9	16.74	15.0	0.99	1857.9	204.5	9.8	15

4.2 OXIGENO Y RECAMBIOS DE AGUA

4.2.1 Oxígeno disuelto

La concentración de Oxígeno promedio durante el día para todos los invernaderos en la época lluviosa, registro un valor de 8.5 ± 1.8 mg/L y de 3 ± 1 mg/L, por la noche. En algunos estanques se registró caídas a partir de la 5 semana de cultivo, valores < 1 mg/L, por la noche y por la mañana registraron picos máximos > 11 mg/L. En la época seca, el comportamiento del oxígeno fluctuó con un valor de 7.5 ± 2 mg/L, durante la mañana y de 2.8 ± 0.55 mg/L por la noche. En esta época se registraron valores máximos > 9 mg/L y mínimos < 0.9 mg/L. (Tablas 7 y 8).

El gráfico del comportamiento de la serie de tiempo para todos los estanques se encuentra en Anexos 1 y 2.

4.2.2 Recambios de agua

Los porcentajes de recambio de agua durante la fase de engorde para todos los estanques fueron desde el 10% al 25% durante las dos épocas en las que se desarrolló el cultivo. Ver Figura 12.

PORCENTAJES DE RECAMBIO TODOS LOS INVERNADEROS

■ I-2 ■ I-3 □ I-4 □ I-5

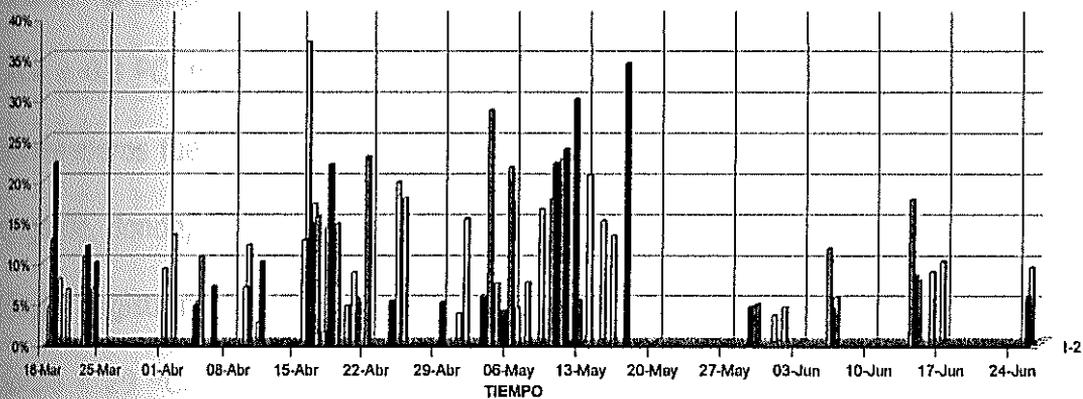


Figura 12.- Porcentajes de recambio a durante toda la corrida

El incremento en los porcentajes de recambio que representa la figura 12, para los meses de abril y mayo. Concuerta con el incremento de la tasa de alimentación (alrededor 28 kg. Diarios) y crecimiento; (7 a 11 gr). Así como con la baja de oxígeno promedio diario nocturno 2.5 mg/L.

4.3 Temperatura

Durante la época lluviosa, se registraron valores de temperatura promedio de 33.8 ± 0.8 °C, mientras que en la época seca valores de 31.6 ± 1.5 °C. Los invernaderos fueron cerrados a partir de la 5 semana de cultivo en la fase de engorde, donde, se notó claramente la transición climática entre épocas (Abril – Mayo), registrando así, picos máximos durante el día > 34.5 °C y durante la noche < 29 °C. El invernadero con menores pérdidas de calor fue el I-2 (1), (Tabla 6,7 y 8). El gráfico del comportamiento de la serie de tiempo para todos los estanques se encuentra en Anexos 3.

Tabla 6. Resumen de los datos recolectados (media \pm DS) durante toda la fase de Precría.

Parámetros	Promedios época lluviosa		Pérdidas nocturnas de calor
	Día	noche	
Temperatura agua termómetro dentro del invernadero (°C)	33.7 ± 0.9		1.7 ± 0.6
Temperatura agua fuera del Invernadero. (Control °C)	29.5 ± 0.45		
Temperatura ambiente dentro del invernadero (°C)	34.8 ± 1.98		
Temperatura ambiente fuera del invernadero (°C)	28.3 ± 1.3		
Oxígeno disuelto del agua dentro del invernadero (mg/ L)	7.9 ± 1.93	2.6 ± 0.5	
Luminosidad dentro del invernadero (lux)	<u>$46,859 \pm 10,115$</u>		Porcentaje de transmisión 68 %
Luminosidad fuera del invernadero (lux)	$68,882 \pm 6,167$		
Nubosidad	3.61 ± 1.62		

EPOCA LLUVIOSA

Tabla 7.- Descripción de parámetros (media \pm SD) durante la corrida en el sector B (siempre abiertos) durante la Época lluviosa.

PARAMETROS	I-2		I-3		I-4		I-5	
	Día	Noche	Día	noche	Día	Noche	Día	Noche
Temperatura agua dentro del invernadero ($^{\circ}$ C)	33.9 \pm 0.72		33.3 \pm 0.1		33.8 \pm 0.84		33.9 \pm 0.62	
Temperatura agua fuera del invernadero (control $^{\circ}$ C)	28.3 \pm 0.58		28.3 \pm 0.58 1.7 \pm 0.7		28.3 \pm 0.58 1.9 \pm 0.82		28.3 \pm 0.58 2.1 \pm 0.8	
pérdidas nocturnas de calor	3.21 \pm 1.14							
temperatura aire dentro del invernadero ($^{\circ}$ C)	36.1 \pm 1.66	27.9 \pm 2.35	36.1 \pm 1.9	28.3 \pm 1	34.3 \pm 1.73	28.2 \pm 1.1	34.4 \pm 2.3	28.3 \pm 1.4
temperatura aire fuera del invernadero ($^{\circ}$ C)	30.3 \pm 1.6	24.1 \pm 1.115	30.3 \pm 1.6	25.3 \pm 1	30.3 \pm 1.6	25.3 \pm 1	30.3 \pm 1.6	25.3 \pm 1
Oxígeno Disuelto (mg/L)	8.5 \pm 1.8	2.85 \pm 0.865	8.2 \pm 1.8	3.2 \pm 1.1	8.3 \pm 1.92	3.2 \pm 1.1	9.1 \pm 2.1	3.1 \pm 1.2
Luminosidad dentro del invernadero (lux)	39,439 \pm 10,294	<u>Porcentaje transmisión</u>	38,530 \pm 10,086	<u>Porcentaje transmisión</u>	39,266 \pm 9,845	<u>Porcentaje transmisión</u>	41,936 \pm 11,134	<u>Porcentaje transmisión</u>
Luminosidad Fuera del invernadero (lux)	60,943 \pm 15,980	64 %	60,943 \pm 15,980	63%	60,943 \pm 15,980	64%	60,943 \pm 15,980	69%
Nubosidad	4.02 \pm 1.97		1.97288308					

EPOCA SECA

Tabla 8.- Descripción de parámetros (media \pm SD) durante la corrida en el sector B (siempre cerrados) durante la Época seca

PARAMETROS	I-2		I-3		I-4		I-5	
	Día	noche	Día	noche	Día	Noche	Día	noche
temperatura agua dentro del invernadero ($^{\circ}$ C)	32.1 \pm 1.14		31.2 \pm 1.52		31.5 \pm 1.5		31.6 \pm 1.72	
temperatura agua fuera del invernadero (control $^{\circ}$ C)	26.2 \pm 1.6							
Pérdidas nocturnas de calor	1.1 \pm 0.48		1.1 \pm 0.4		1.2 \pm 0.55		1.4 \pm 0.58	
Temperatura aire dentro del invernadero ($^{\circ}$ C)	33.5 \pm 1.2	27.3 \pm 1.2	32.5 \pm 3.63	26.7 \pm 1.4	32.1 \pm 2.9	27 \pm 1.3	31.7 \pm 3.3	27.1 \pm 1.71
Temperatura aire fuera del invernadero ($^{\circ}$ C)	26.4 \pm 1.74	22.9 \pm 1.23						
Oxígeno Disuelto (mg/L)	7.4 \pm 2.0	2.6 \pm 0.63	7.5 \pm 1.63	2.8 \pm 0.53	7.5 \pm 1.55	2.9 \pm 0.57	7.9 \pm 2.3	3 \pm 1
Luminosidad dentro del invernadero (lux)	21,792 \pm 12,883	<u>Porcentaje transmisión</u>	20,633 \pm 12,002	<u>Porcentaje transmisión</u>	20,772 \pm 11,931	<u>Porcentaje transmisión</u>	21,986 \pm 14,400	<u>Porcentaje transmisión</u>
Luminosidad Fuera del invernadero (lux)	51,927 \pm 44,224	<u>42 %</u>	51,927 \pm 44,224	<u>40 %</u>	51,927 \pm 44,224	<u>40 %</u>	51,927 \pm 44,224	<u>42 %</u>
Nubosidad	5.21 \pm 2.24							

4.3 Luminosidad

Durante este ensayo, se registraron valores promedio de luminosidad de $39,500 \pm 10,300$ lux para la época lluviosa, con picos máximos de $>52,000$ lux y un porcentaje de transmisión promedio de 65% entre invernaderos. La época seca reportó valores de $21,500 \pm 13,000$ lux, con un porcentaje de transmisión promedio del 41%. La mínima intensidad luminosa fue registrada hacia las últimas semanas de cultivo, con valores $< 9,000$ lux. El mejor invernadero con porcentaje de transmisión ideal para las dos épocas fue el I-5 (2), (Tabla 7 y 8). El gráfico del comportamiento de la serie de tiempo para todos los estanques se encuentra en Anexos 3.

4.4 Nubosidad

Los registros de nubosidad promedio durante la época lluviosa fluctuaron entre 4.02 ± 1.97 cuadrantes. Dejando para la época seca datos promedios de 5.21 ± 2.24 cuadrantes. Denotando así, claramente la disponibilidad de radiación solar entre épocas, que desde el punto de vista de producción bajo invernaderos es más rentable trabajar en la época lluviosa. (Tablas 11 y 12). A continuación, la figura 13, demuestra el comportamiento de la nubosidad promedio entre las dos épocas.

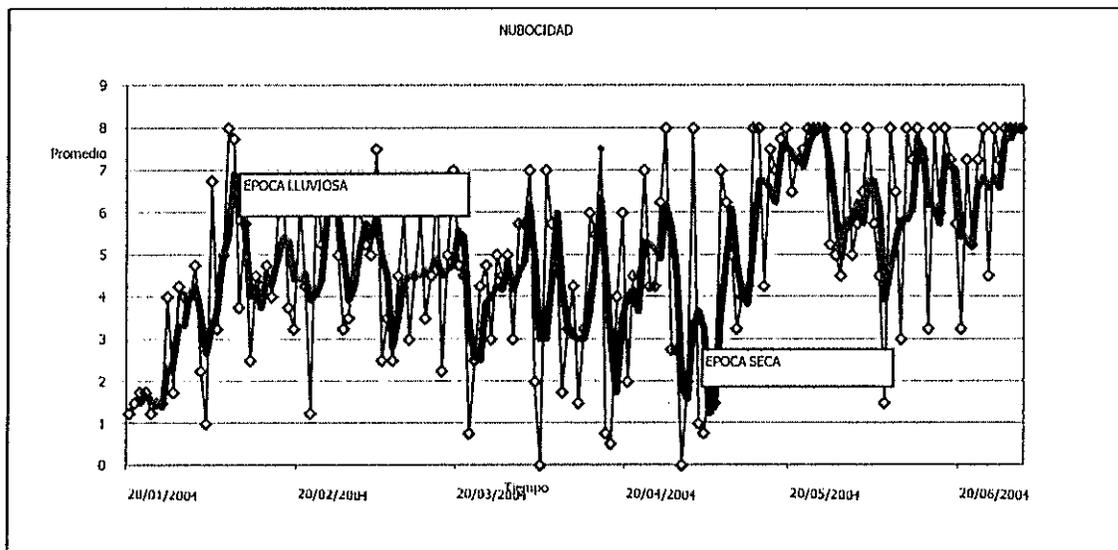
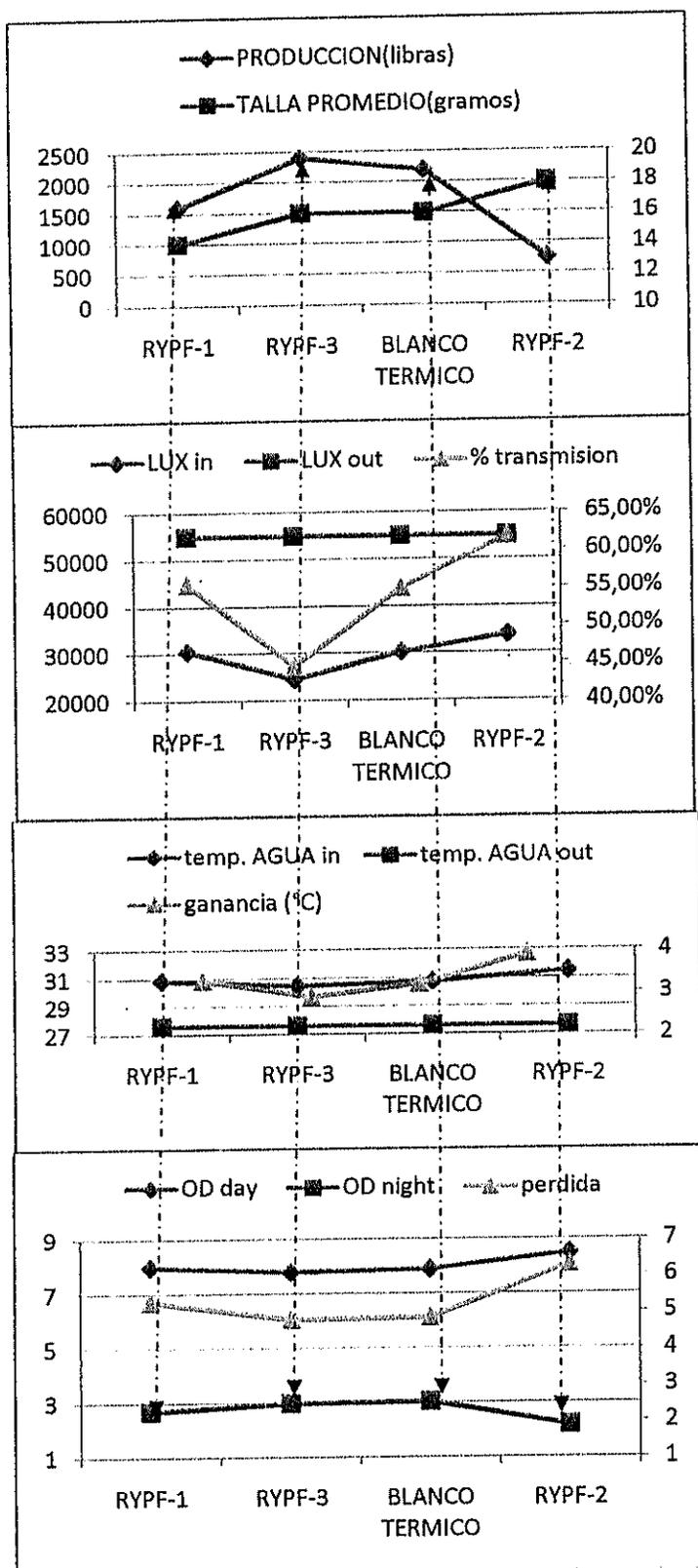


Figura 13. Comportamiento promedio de la nubosidad en la zona, durante la época seca y lluviosa

4.6 Análisis del Comportamiento por Tipo de Plástico en la Producción de los Estanques.

Nótese, (ver **Figura; 14, 15, 16 y 17.**) que por componente plástico, el que mantiene un mejor comportamiento en producción es el RYPF-3 que pertenece al invernadero 3, con respecto a la variación de temperatura y producción de oxígeno disuelto presentó una baja fluctuación diaria.

El invernadero 5, al que le pertenece el tipo de plástico RYPF-2, fue el más bajo debido a su alta producción de oxígeno durante el día por efecto de la fotosíntesis, causando bajones del mismo durante la noche.



Figura; 14, 15, 16 y 17.- Representan a un esquema de producción de los estanques, diferenciados por tipo de plástico con respecto a las variables físicas analizadas en este estudio.

CAPITULO 5.- DISCUSION.

La producción final registrada por nuestro estudio en la cosecha de la fase de Engorde, fue de 2,093 Kg./Ha, con una densidad de siembra promedio de 32 ± 0.6 ind/m². El peso promedio fue de 14.5 ± 2.5 g/ind, con un incremento semanal promedio de 0.9 g/semana y una supervivencia de 42 %/Ha; después de 103 días de cultivo. Tasas de crecimiento semanal de camarón para cultivo extensivo y semi-intensivos se asemejan a las obtenidas en este estudio. Datos obtenidos por la Camaronera CORCOPRO. Información personal, 2006.

En la provincia del El Oro, registraron crecimientos semanales entre 0.7 y 1.2 g/semana en cultivos extensivos durante los meses de enero hasta junio. Otros reportes de producción, realizados en sistemas intensivos en Belize por Boyd y Jory, (2002); desarrollados en estanques de 650, 1,350 y 16,000m², obtuvieron rendimientos de entre 4,000 Kg/Ha y 5,000 Kg/Ha/cosecha, con densidades de siembra aproximadas de 120 ind/m².

La similitud en los valores de crecimiento entre este tipo de cultivo y el nuestro, determina que no necesariamente el crecimiento diario depende directamente de la densidad de siembra. Sino de una serie de factores externos como puede ser la influencia de la temperatura producto de la época en que se desarrollo el cultivo, proveniencia de la larva, tipo de alimentación, porcentaje de proteína en el alimento balanceado, entre otra causales más.

Por otro lado, los valores de producción reportados en este estudio, se encontraron por debajo de los valores promedio reportados generalmente para

sistemas intensivos (>2.500 kg/ha; Boyd y Tucker, 1998; Tacon *et al.*, 2002). Las consecuencias fueron principalmente las condiciones en las que se desarrolló nuestro estudio; partiendo de que se trató del primer cultivo realizado en la nueva Estación Experimental.

Además de que se probó el funcionamiento del nuevo sistema principal de aireación implementado por CENAIM, el cual, no fue suficiente para mantener las condiciones normales en la calidad de agua; ya que el diámetro de las tuberías utilizadas en general por el sistema no eran lo suficiente para mantener el OD por encima de 3 mg/L.

De solucionarse estas inconvenientes se pueden proyectar rendimientos de producción de hasta un 50% más durante la época lluviosa.

El FCA obtenido fue de 5.06 ± 3.16 . Las supervivencias promedio estuvieron alrededor del 50%, salvo en el I-5 (RYPF-2), que registro supervivencia del 15%. El alto valor de FCA fue a consecuencia de altas mortalidades en los estanques producto de fallas mecánicas y de distribución de aire del sistema principal de aireación y de la forma en que se distribuyó el alimento. Las dos formas de distribuir el alimento durante la fase de engorde, no registró diferencias significativas entre los invernaderos con comederos y los alimentados al "boleo" en este ensayo.

No se pudo determinar la eficiencia de la metodología utilizada en la alimentación producto de los índices de mortalidad antes reportados.

De esa manera, (Calderón, 2003) considera que la alimentación de los sistemas intensivos con invernaderos requiere de atención particular, dado que las

condiciones de calor y humedad imponen serias restricciones al método manual tradicional de distribuir el alimento.

La temperatura es una variable que induce varios efectos que se expresan en la salud y desarrollo en camarón. (Ponce-Palafox *et al.* 1997), indican que la temperatura estimula el crecimiento de juveniles de *P. vannamei*, y reportan como rangos óptimos 25 a 35°C para el crecimiento de estos organismos. Durante el desarrollo de este trabajo se registraron temperaturas del agua que alcanzaron los 33.5 ± 0.5 °C, representando un incremento de más de 6 ± 1 °C promedio con respecto al exterior durante la época lluviosa. En la época seca se alcanzó temperaturas de entre los 32 ± 1.9 °C, incrementando así con el exterior en más de 4 ± 1.5 °C. Por este motivo, Wyban *et al.* (1995), en trabajos realizados con *P. vannamei*, con temperaturas que fluctuaban alrededor de 23, 27 y 30° C, observaron que durante el incremento de la temperatura el animal incrementaba su actividad alimenticia.

Por su parte, durante la época lluviosa el crecimiento promedio reportado por este estudio fluctuó entre 0.8 y 1.2 g/semana, teniendo diferencia significativas cuando se cruzó a la época seca, manteniéndose entre 0.5 y 0.7 g/semana, además que la salud del animal se vió afectada por la variación de temperatura que llego hasta 5° C entre épocas, notándose un decrecimiento en el consumo de alimento balanceado cambiando de esa forma las condiciones del medio en la calidad del agua. Al tiempo que, (Miao y Tu, 1995), en estudios realizados bajo condiciones de laboratorio determinaron que la temperatura y la tasa de

crecimiento presentan una relación directamente proporcional. Es importante anotar que a pesar de estos cambios climáticos (variaciones de temperatura) no fueron encontrados animales positivos a WSSV y ningún tipo de virus que cause mortalidades significativas en cada uno de los estanques durante el tiempo que duro este estudio.

Las concentraciones de oxígeno disuelto promedio fluctuaron entre 8.2 ± 1.8 mg/L durante el día y por la noche 3.2 ± 1.1 mg/L, respectivamente. Los valores mínimos y máximos fueron 2.5 y 20 mg/L durante el día, estos picos máximos fueron registrados durante las primeras semanas de cultivo; lo que expresa el comportamiento de la productividad primaria en días de máxima intensidad luminosa; es por esto que se registraron picos menores de 1.2 y 4 mg/L durante la noche. McGraw *et al.* (2001) demostraron que manteniendo un mínimo de 50% de saturación del oxígeno disuelto, se incrementaba de manera significativa el nivel de producción; en el caso del presente estudio fue ideal mantener una concentración mínima de 3 mg/L.

Los niveles de OD obtenidos en nuestro estudio por el funcionamiento del sistema principal de aireación (Rotary Lobe), en conjunto con los aireadores de paleta fluctuaban entre los 3 mg/L durante los periodos críticos en la noche (desde las 0 horas en adelante). Los registros nocturnos del OD durante el periodo de transición entre épocas (segunda semana de abril a tercera semana de mayo), demarcaron niveles críticos de hasta de 1mg/L. Las condiciones que se pudieron notar a lo largo de este estudio para que existan estas fluctuaciones de OD tan marcadas eran:

- El aumento de la intensidad luminosa llegando a registrar valores de entre 120,000 a 140,000 lux al medio día. Por citar un caso, los porcentajes de transmisión de luz para la época lluviosa en el I-2 (RYPF 3) alcanzó el $64 \pm 12\%$ y para la época seca del $42 \pm 25\%$. El componente plástico utilizado por el I-5 (RYPF-2), alcanzó el registro más alto con el $69 \pm 24\%$, dejando con el registro más bajo promedio al I-3 con $63 \pm 18\%$, estos porcentajes ayudaron al sistema a obtener ganancias de temperatura del agua de hasta 4°C promedio, durante todo el cultivo; es decir un 20% menos a los registrados en el citado estudio anterior.
- Pese a no tener réplicas entre componente plástico ni de realizar un análisis estadístico, el porcentaje de transmisión para los distintos componentes plásticos si obtuvieron diferencias en el promedio como en el caso del I-3 (RYPF 3) y del I-5 (RYPF 2), a pesar de que las ganancias de temperatura no sean tan marcadas entre tipo de plástico por invernadero.
- El incremento de la temperatura en la superficie del estanque, que registro valores de hasta 36° durante la época lluviosa;
- Así como también el aumento de la biomasa de entre 1 y 2% diario;
- Y, de la ración alimenticia diaria.

Por este motivo y con el propósito de bajar la carga fitoplanctónica para eliminar las fluctuaciones que esta produce en las producciones y demanda de oxígeno se realizó un programa de manejo para los recambios de agua que

registraron valores de entre el 15 al 25% (del nivel) después de las 4 primeras semanas de cultivo. Datos registrados durante el desarrollo de la Tesis de Pregrado por (Aguayo, 2006), en estanques de tierra con diferente densidad de siembra y área de los estanques, reportó porcentajes de recambio que alcanzaron valores del 40% y 50% del volumen total de cada piscina es decir 150 m³ a 188m³ de agua aproximadamente. Al tiempo que, Boyd, (1998), considera a los recambios de agua como una manera de eliminar las excesivas cantidades de nutrientes, materia orgánica y fitoplancton del fondo de los estanques. Esta alternativa es viable para eliminar el excesivo blooms de algas, desechos metabólicos tóxicos como el Amonio, niveles excesivos de salinidad durante las épocas secas pueden ser eliminados; factores ocasionados en los cultivos intensivos, producto de la saturación del sistema. De esta manera se pudo estabilizar el sistema y alcanzar valores de OD hasta 3 mg/L, durante la madrugada, después de los recambios

CONCLUSIONES

- ◆ El sistema de aireación principal tal como fue diseñado, no fue capaz de abastecer a los estanques de cultivo. Evidenciado por las bajas de oxígeno y altas mortalidades registradas durante el mismo.
- ◆ Se observó una correlación positiva entre la producción (lb/Ha), temperatura (°C), transmisión de radiación visible (Luxs) y producción de oxígeno disuelto (mg/L), para el componente plástico RYPF-3 perteneciente al I-3, sin embargo no se lo pudo demostrar estadísticamente por no haber réplicas.
- ◆ El invernadero 3 (I-3) resultó con mejores resultados en el rendimiento de lb/Ha y del comportamiento de la producción de oxígeno, que los demás invernaderos, sin embargo no se lo pudo demostrar estadísticamente por no haber réplicas
- ◆ Las pérdidas de calor fueron superiores durante la época lluviosa que durante la época seca.
- ◆ La supervivencia obtenida en los 3 invernaderos (>50%) durante la fase de engorde, denota la capacidad intrínseca de producción de los cultivos intensivos bajo invernaderos superiores a cualquier otro sistema de cultivo ya probado. Donde, la rentabilidad del sistema será regulada por el número de ciclos que se den al año y la talla final cosechada.
- ◆ Los rendimientos de producción y crecimiento no fueron diferentes a estudios previos realizados por CENAİM.

RECOMENDACIONES

- ◆ Los niveles de los estanques deben de mantenerse superior al metro altura, de esa forma se registrara una temperatura constante durante la época lluviosa.
- ◆ Debe probarse la influencia en la profundidad de los estanques, manteniendo la variable tipo de invernadero como variable fija.
- ◆ Los conteos de fitoplancton realizados de forma periódica, ayudara a determinar como una estrategia de manejo, la influencia directa o indirecta de la luminosidad y temperatura dentro del sistema intensivo de cultivo.
- ◆ Realizar mezclas periódicas de las capas de agua del estanque, durante cortos periodos especialmente a partir de las 3 PM, ayudaría a regular la concentración de OD durante el día, evitando así las caídas estrepitosas durante la noche.
- ◆ La medición de los parámetros físicos dentro de los estanques debe de ser en distintos puntos, para de esa manera tener una matriz de datos representativa para futuros análisis.

ANEXOS.

ANEXO 1. PLAN DE COSTOS.

El análisis de costos para la construcción de invernaderos de 2,500 mt², 5,000 mt² y 10,000 mt² se lo detalla en la tabla 9.

Las proyecciones económicas utilizando el sistema de cultivo mixto en una camaronera de 16 ha aproximadamente, con una supervivencia de 65% en la fase de Precría (conservadora en comparación con los resultados obtenidos en el campo) y de 50% en la fase de engorde (también conservadora), en un escenario pesimista la rentabilidad sería de USD 85.000,00 al año (al 2006).

El caso para el cultivo de tipo intensivo es similar, con supervivencias estimadas en 65 y 75% en cada fase, una utilidad de aproximadamente USD 100.000,00 al año para una camaronera de 9 ha. Tomado de la tesis de Grado de Chalén, D. (2005). Basado en datos reales de Calderón, J. (2002), Tecnología para Invernaderos. Análisis de la Estación Experimental CENAIM-ESPOL.

Tabla 9.- Costos en dólares americanos USD de materiales y mano de obra para la construcción de invernaderos de 0,25; 0,5 y 1 ha.

	Materiales	Obra	Materiales	Obra	Materiales	Obra
Anclas laterales	278,85	484,77	537,68	930,93	1052,48	18246,8
Anclas compuertas	171,6	185,9	171,6	185,9	171,6	185,9
Pilares	660,6	191,62	1424,28	413,27	31016,7	900,9
Estructura Metálica	1042,47	572	19548,1	1072,5	37794,9	2073,5
Estructura de cabos	466,18	193,05	933,79	386,1	18675,8	772,2
Techo	26.541	663,52	5205,2	1299,87	103088,7	25754,3
Puertas	28,6	64,35	28,6	64,35	28,6	64,35
Subtotal	57.103	23552,1	102559,6	43529,2	203102,9	83969,6
TOTAL	76.577		146088,8		287072,5	
Costo x m²	3		2,92		2,87	

En cultivos intensivos se utilizan invernaderos para la fase de Precría y de Engorde. La tabla. 10, se puede notar una duración de ciclo de 15 semanas. La fase de Precría (realizada en tres hectáreas) a 250 individuos/m², con una supervivencia de 65%, FCR 1,2 y peso a cosecha de 3,0 g. La fase de engorde (en seis hectáreas) se realiza a una densidad de 80 individuos/m², con una supervivencia proyectada de 75%, FCR 1,2 y peso de cosecha de 10 g. Ver detalle en la tabla 10.

Tabla 10.- Análisis de rentabilidad de camarónicas con sistemas de invernadero 1 ha. (Estrategia de cultivo mixto).

Costos de producción Precría : 1 ciclo			
Fase I 1 ha	10,000	m2	
Duración del ciclo I	7 semanas		
Peso estimado de cosecha	2.5 g		
Supervivencia	65%		
Densidad de siembra (ind/m ²)	80		
Individuos a sembrarse	800,000		
FCA	1.5		
Alimento (40 Kg./saco)	23	\$ 0.875/Kg	\$ 5,635.00
Diesel (4 aireadores)	16 gal/día	\$ 1.04/gal	\$ 815.36
Larva (millar)		\$ 1.30	\$ 1,040.00
<hr/>			
DEPRECIACIÓN	COSTO (USD)	T VIDA (AÑOS)	COSTO/CICLO
Invernaderos (1)			
<i>Plástico</i>	\$ 11.15	2	\$ 22.31
<i>Estructura</i>	\$ 15.73	4	\$ 62.92
Aireadores (4 x 8 HP)	\$ 12.49	5	\$ 62.46
SUBTOTAL COSTOS			\$ 147.69

Costos de producción – Engorde 1 CICLO			
Fase II 1 ha	10,000	m2	
Duración del ciclo II	7 semanas		
Peso estimado de cosecha	14	gr.	
Supervivencia	65%		
Densidad de siembra (ind/m ²)	52		
Individuos a sembrarse	520,000		
FCR	1.5		
Alimento	10,920	\$ 0.875/kg	\$ 9,555.00
Diesel (4 aireadores)	16 gal/día	\$ 1.04/gal	\$815.36

DEPRECIACIÓN	COSTO (USD)	T VIDA (AÑOS)	COSTO/CICLO
Invernaderos (4)			
<i>Plástico</i>	\$ 11.15	2	\$ 929.5
<i>Estructura</i>	\$ 15.73	4	\$ 654.54
Aireadores (4 x 8 HP)	\$ 12.49	5	\$ 416,13
SUBTOTAL COSTOS			\$ 8,000.68

En base a este análisis de los costos para desarrollar un cultivo intensivo bajo invernaderos.

La **tabla. 11**, presenta el presupuesto desarrollado para la presente tesis los valores fueron los siguientes;

Tabla 11.- Presenta el presupuesto para el desarrollo del experimento de duración 6 meses:

PRUEBA DE DIFERENTES PLASTICOS EN UN CULTIVO INTENSIVO DE CAMARON			
Sistema "0" recambio CENAIM-REPSOL YPF			
DIMENSION DEL PROYECTO			
5 ESTANQUES DE 0.25 Ha cada uno			
DESCRIPCION:	Costo Unitario \$	COSTO INCREMENTAL CANTIDAD	COSTO TOTAL
LARVA PL. 25 (millar CENAIM)	\$ 4.3		\$ 3,440
EQUIPOS DE MEDICION			
Tipo			
LUX/FC METER (luxómetro)	\$ 300	1	\$ 300
Oxígenometro Mo. YSI (85/50) FT	\$ 1,800	1	\$ 1,800
Termómetros de mercurio	\$ 10	15	\$ 150
Salinómetro	\$ 100	1	\$ 100
Disco Secchi	\$ 100	1	\$ 100
	\$ 20		\$ 20
ALIMENTO BALANCEADO			
Cantidad (sacos)			
Tipo			
Balanceado Granulado 35% Prot. (40Kg./saco)	\$ 36,5	20	\$ 730
Balanceado Pelletizado 35% Prot. (40Kg/saco)	\$ 35	276	\$ 9,660
SISTEMA DE AERACION ROTARY LOBE TIPO "AIRLIFT"			
Consumo (gal.) de diesel por Invernadero			
I-1	\$ 1.04	15	\$ 15.6
I-2	\$ 1.04	96	\$ 99.84
I-3	\$ 1.04	95	\$ 98.8
I-4	\$ 1.04	96	\$ 99.84
I-5	\$ 1.04	96	\$ 99.84
SISTEMA DE AERACION DE PALETAS PROPULSADO POR MOTOR A DIESEL			
Consumo (gal) de diesel por Invernadero			
I-1	\$1.04	80	\$ 83.2
I-2	\$ 1.04	283	\$ 294.32
I-3	\$ 1.04	326	\$ 339.04
I-4	\$ 1.04	325	\$ 338
I-5	\$ 1.04	265	\$ 275.6
QUIMICOS			
Sulfato de cobre (50 kg/saco)	\$ 15	1	\$ 15
Urea (50 kg/saco)	\$ 7	1	\$ 7

Súper fosfato (50 kg/saco)	\$ 20	1	\$ 20
Carbonato de calcio (50 kg/saco)	\$ 10	1	\$ 10
	\$ 3	1	\$ 3

ADITIVOS PARA ALIMENTO

Probióticos cepa P62 y P64	\$ 34 (lit.)	2 (Gal)	\$ 272
Betaglucanos	\$ 17.5 (lib)	2 (lb)	\$ 35

OTROS

Atarraya de área 2 mt2	\$ 60	1	\$ 60
Balanza marca "OHAUS" tipo sl 25	\$ 300	1	\$ 300
CANOAS	\$ 200	4	\$ 800

PERSONAL

Administrador	\$ 600	1 (6 meses de trabajo)	\$ 4,600
Técnico	\$ 320	1 (6 meses de trabajo)	\$ 1,920
Operarios	\$ 140	3 (6 meses de trabajo)	\$ 2,520

TOTAL USD	\$ 25,102.08
------------------	---------------------

ANEXO 2.

COMPORTAMIENTO DIÁRIO DE LOS PARÁMETROS ABIÓTICOS TOMADOS DURANTE LA FASE DE PRECRÍA I-1

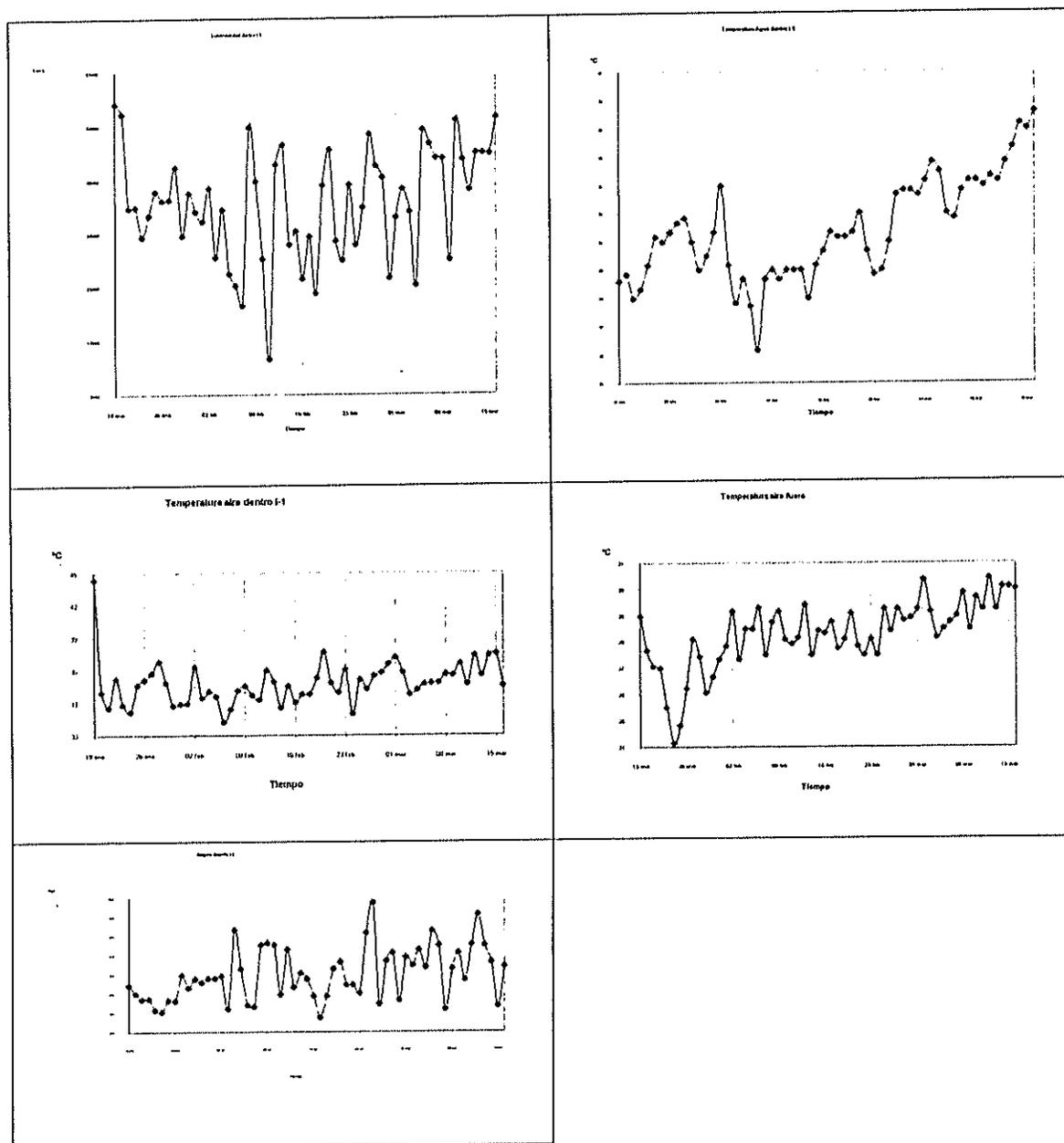


Figura 18. Comportamiento diario de la luminosidad dentro del invernadero.

Figura 19 Comportamiento diario de la temperatura del agua dentro del invernadero.

Figura 20. Comportamiento diario de la temperatura del aire dentro del invernadero.

Figura 21 Comportamiento diario de la temperatura del aire fuera del invernadero.

Figura 22. Comportamiento diario del oxígeno disuelto del agua.

ANEXO 3.

COMPORTAMIENTO DIÁRIO DE LOS PARÁMETROS ABIÓTICOS TOMADOS DURANTE LA FASE DE ENGORDE (I-2, 3, 4, 5)

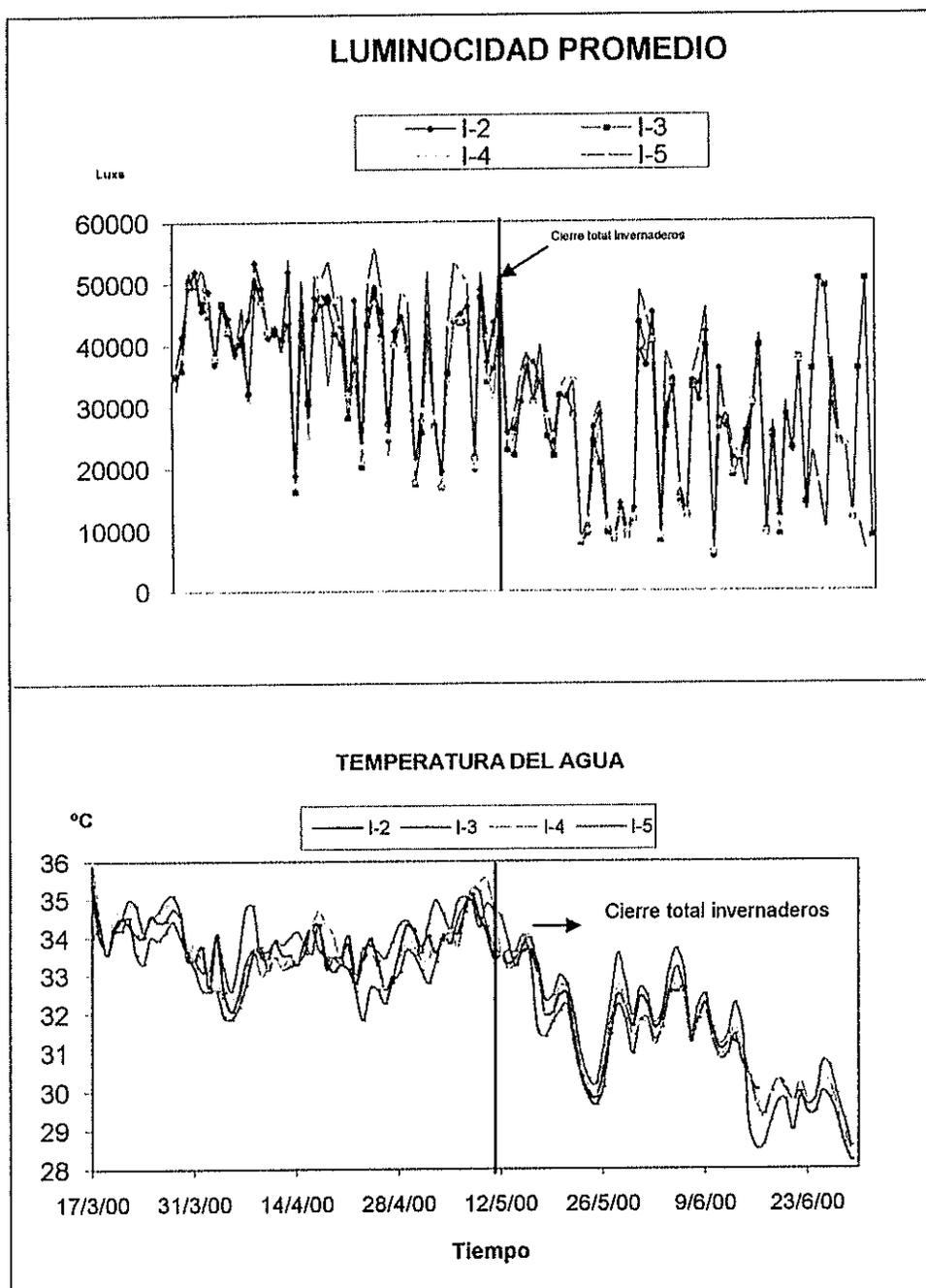


Figura 24. Luminosidad dentro durante la fase de Engorde.

Figura 25. Comportamiento del OD (mg/L).

BIBLIOGRAFÍA

1. **Acuaculture Magazine Jul./Aug 2001. Volumen 27, Number 4.** Coments on biosecurity and shrimp farming.
2. **Akiyama, D. y B. Polanco. 1995.** Semi-intensive shrimp farm management. *En B. Polanco (Ed).* Technical manual. American Soybean Association.
3. **Bador, R.F. 1998.** Uso de charolas de Alimentación para el cultivo de Camarón en Sudamérica. IV Simpoium Internacional de Nutrición Acuícola. Manuscritos de Conferencias Parte 1. Noviembre 15 - 18. 1998. La Paz, Baja California Sur, Mexico.
4. **Bayot, B. 2004.** Efectos del WSSV sobre el sector camaronero. Datos de producción.
5. **Boeuf, G. y Yves Le Bail., P. 1999.** Does Light have an influence on growth fish?. *Aquaculture* 177: 129-152.
6. **Boyd, C.E. 1995. Bottom Soils, Sediment, and Pond Aquaculture.** Kluwer Academic Publishers, Boston, EE.UU.
7. **Boyd, C.E. 2001. Water Quality – A primer.** Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, EE.UU.
8. **Boyd, C.E. 2002. Soild and Water Quality Considerations in Shrimp Farming–** Departament of Fisheries and Allied, Aquacultures. Auburn University, Alabama 38849 USA: 1-6.
9. **Boyd, C.E. y Clay, J. 2002. Evaluation of Belize Aquaculture LTD: A Superintensive shrimp Aquaculture System-** Departament of Fisheries and Allied, Aquacultures. Auburn University, Alabama 38849 USA: 1-6. y World Wildlife Fund, 1250 Twenty fourth Street, NW Washington, D.C. 20037 USA. Pag. 3.
10. **Boyd, C.E., R.P. Romaine, y E. Johnston. 1978.** Predicting early morning dissolved oxygen concentrations in channel catfish ponds. *Transactions of the American Fisheries Society* 107(3):484-492.

11. **Boyd, C.E., y C.S. Tucker. 1998.** Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, EE.UU.
12. **Burford, M.A., P.J. Thompson, R.P. McIntosh, R.H. Bauman, y D.C. Pearson. 2003.** Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture* 219:393-411.
13. **Calderón, J. 2001.** Análisis de una Traumática Experiencia: El WSSV en Ecuador. *El mundo Acuícola*. 8 (1): 20 –24.
14. **Calderón, J. 2002.** Proyección Económica del uso de Invernaderos en Cultivo de camarones Vol.. Info.. Quid. No 62. 15 de Agosto del 2002. CENAIM.
15. **Calderón, J. 2003.** Tecnología de Invernaderos. Estrategias para su uso en Acuicultura. VII Congreso de Acuicultura. Guayaquil – Ecuador del 23 al 27 de Octubre del 2003.
16. **Calderón, J. y Sonnenholzner S., 2002.** Uso de los Invernaderos como una Alternativa de Producción Camaronera en el Ecuador, *Mundo Acuícola* Vol. 8, Nº 2.
17. **Calderón, J., B. Bayot, I. Betancurt, and V. Alday de Graindorge. 1999.** **Monitoreo del virus de la mancha blanca en Ecuador.** *El Mundo Acuícola* 5, 211-214.
18. **Cámara Nacional de Acuicultura (CNA). 2000.** Efecto del Virus de la Mancha Blanca (WSSV) en la industria camaronera ecuatoriana. Resumen de los records de producción. Periodo 2000-2001.
19. **Cámara Nacional de Acuicultura (CNA). 2006.** Análisis del sector camaronero publicado en el mes de agosto. Datos actualizados para el periodo 2006-2007.
20. **CENAIM. 2001 Boletín Informativo Quincenal No 40.** Bioensayos de desafíos al virus "Mancha Blanca" en camarones juveniles *Penaeus vannamei* bajo diferentes temperaturas.
21. **CENAIM. 2001 Boletín Informativo Quincenal No 49.** Resultados Prometedores den las pruebas técnicas en el Campo: Fase Precria.

22. **Chavarria., 2003.** Revista aquaclima. CENAIM. Reporte climático de la temporada 1998-1999. Efectos del comportamiento de la temperatura del agua en la costa ecuatoriana.
23. **Corporación Colombia Internacional. Inteligencia de Mercados. Documento publicado en el 2006.** Cultivo de Camarón. Perfil del producto No.20.
24. **Davis-Hodgkins, M. Greenhouse Construction. Harbor Branch Oceanographic Institution 2002.** Manual Harbor Branch Recirculation. Capitulo 3. Pág. 51.
25. **Díaz T., Espí E., Foncheta A., Jiménez J., Salamerón A., López J. 2002.** Los filmes plásticos en la Producción Agrícola. Repsol YPF. Los Polímeros. Capitulo 1. Pág. 17 - 23. Los Invernaderos. capitulo 7. Pág. 237 - 239.
26. **FILMAMERICA LTDA. 2003.** Características filmes plásticos. Fabricación..
27. **Flegel, T.W. 1997. Special Tepic review, mayor viral diseases of the black tigre prawn *Penaeus monodon* in Thailand.** World Journal of Microbiology and Biotechnology 13, 433 – 442.
28. **Giacomelli, G.A. 2002. Considerations for Energy Management of Greenhouse Heating and Cooling.** Southern Greenhouse Vegetable Growers Association Conference. July 19-20, 2002.
29. **Granja, C., L. F. Aranguren., O. M. vidak, L. Aragón, y M. Salazar. 2003. Does hypertemia increase apoptosis in white spot síndrome virus (WSSV) infexted *Litopenaeus vannamei*.** Diseases of Aqatic Organims 54: 73-78.
30. **Grillo F. M., E. Grillo de Vega, D.M. Dugger and D.E. Jory. 2000. Zer-exchange, Biosecure,** Intensive shrimp produccton in a WSSV-Infected Area in Panama. Global Aquaculter Advocate 3(6): 55-56.
31. **Hargreaves, J.A. 1998.** Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. Aquaculture 166:181-212.
32. **Hirono, Y. and Leslie, M., 1992.** Shrimp culture industry in Ecuador. Developments in aquaculture and fisheries science **ISSN 0167-9309 CODEN DAFSDF** 1992, vol. 23, pp. 783-815 (15 ref.).

33. **Jenkins G., Watts D. Spectral Analysis and its applications. 1988.** The Spectrum. Cap. 6. Pág. 209 – 381
34. **Jimenez R., R. Barniol, L. de Barniol y M. Machuca. (2000).** Periodic occurrence of epithelial viral necrosis outbreaks in *Penaeus vannamei* in Ecuador. Diseases of Aquatic Organisms. 42 (2), pp. 91-99.
35. **John W. Lund. Geo-Heat Center Published 2000.** Oregon Institute of Technology Klamath Falls, OR.
36. **Jory, D.E. and H.C. Clifford. 1999. Proper pond manager for prevention of white spot virus in shrip culture.** Part 1 Aquaculture Magazine 25(5): 92-95.
37. **Le Moullac, G. M., Le Groumellec, M., Ansquer, D., Froissard, S., Levy, P., y Aquacop. 1997.** Haematological and phenoloxidase activity changes in the shrimp *Penaeus stylirostris* in relation with the moult cycle: protection against vibriosis. Fish and Shellfish Immunology, 7: 227-234.
38. **Le Moullac, G. y P. Haffner. 2000.** Environmental factors affecting immune responses in crustacea. Aquaculture 191: 121-131.
39. **Lightner, D.V. 2003. The Penaeid Shrimp Viral Pandemics due to IHNV, WSSV, TSV and YHV: History in the Americas and Current Status.** Department of Veterinary Science and Microbiology. University of Arizona, Tucson, AZ 85721 USA.
40. **Ligtner, D.V. 1996. Handbook of pathology and diagnostic procedures for diseases of penaid shrimp.** World Aquaculture Society, Balton Rouge, L.A. EE.UU.
41. **Lund., John W. 1996** Balneological use of thermal waters. Geo-Heat Center Klamath Falls, OR
42. **Maldonado, G. 2002.** Evaluación de la supervivencia a infección masiva de mancha blanca en prejuveniles de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Manabí. Facultad de Ciencias Veterinarias, Manabí, Ecuador.

3. **Maldonado., M. Rodríguez., J., De Blas., I. 2004.** El camarón de cultivo frente al WSSV, su principal patógeno. Revista AquaTIC, nº 21, pp. 78-91. Año 2004.
4. **Management magazine. 2002.** Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, EE.UU. Massachusetts, EE.UU.
5. **Marriot G., F. 2003. Apuntes de Economía No 29. Dirección General de Estudios. Análisis del Sector Camaronero.** 12-30.
6. **Matallana A., Montero J.L. 1993.** Invernaderos. Diseño, construcción y ambientación. Ed. Mundi-Prensa, 297 pp.
7. **Miao, S., y S. Tu. 1995.** Modeling thermal effect on growth of chinese shrimp. *Penaeus chinenses* (Osbeck). Ecological Modelling 80:187-196.
8. **Molina, C., E. Cadena, y F. Orellana. 2000.** Alimentación de Camarones en Relación a la Actividad Enzimática como una respuesta al ritmo circadiano y ciclo de muda. Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 19-22 Noviembre, 2000. Merida, Yucatán, Mexico.
9. **Montesdeoca M. 2002.** La respuesta inmunitaria celular del camarón *litopenaeus vannamei* al wssv y su utilidad en el control de la enfermedad en los estanques.
10. **Mundo Acuícola (Vol. 8. No 1 pag#50). 2003.** Supervivencia y Respuesta Inmune de camarones juveniles *L.vanannamei* desafiados por vía oral de wssv a diferentes temperaturas.
11. **Schneider. O, Sereti. S, E.H. Eding and J.A.J. Verreth 2004.** Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. Wageningen University, Department of Animal Sciences, Fish Culture and Fisheries, P.O. Box 338, 6700 AH Wageningen, The Netherlands Received 14 September 2004; accepted 14 September 2004. Available online 22 October 2004.
12. **Paerl, H.W., y C.S. Tucker. 1995.** Ecology of blue-green algae in aquaculture ponds. Journal of the World Aquaculture Society 26(2):109-131.
13. **Parker, N.C., 1983. Air lift pumps and another aeration thecniques in water quality in channel catfish ponds.** In: Tucker,C.S. Jr. (Ed.) Southern

- Cooperative Bulletin, vol. 290. Agriculture and Forestry Experiment Station, Mississippi State University.
- . **Ponce-Palafox, J., C.A. Martínez-Palacios, y L.G. Ross. 1997.** The effects of salinity and Temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp. *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. *Aquaculture* 157:107-115.
- . **Revista Acuicultura. 2003.** Plásticos para invernaderos de camarón: Tipos ventajas y desventajas. **Edición 49. Pág. 44-48**
- . **Riofrío Briceño., M. 2004.** "Optimización de la Información de Temperatura y Salinidad, y Caracterización Termohalina de la Estación Oceanográfica *El Pelado*".
- . **Robertson, L., A. Lawrence, y F. Castille. 1993.** The effect of feeding frequency and feeding time on growth of *Penaeus vannamei* (Boone). *Aquac. Fish. Manage.* 24:1-6.
- . **Rodriguez Jenny., PHD, Echeverria Fabrizio., Biolg. 2001.** Influencia de la Hipertermia sobre la respuesta Inmunológica del *Litopenaeus vannamei* en un cultivo bajo invernadero. CENAIM. 6-12
- . **Rojtinnakorn, J., I. Hirono, T. Itai, Y. Takahashi, y T Aoki. 2002** Gene expression in haecocytes of Kurua prawn, *Peneus Japonicus*, in response to infection whit WSSV by EST apprach. *Fish and Shellfish Immunology* 13(1):69-83.
- . **Rosenberry. B. 1998.** Worlds shrimp farming review. 1998.
- . **Sandifer, P. A., J.S. Hopkins, y A.D. Stokes. 1988.** Intensification of shrimp culture in earthen ponds in South Carolina: progress and prospects. *J. World Acuacult. Soc.* 19 (4):218-226.
- . **Söderhäll, K., y L. Cerenius. 1992.** Crustacean immunity. *Annual review of Fish disease* 1, 3-23.
- . **Söderhäll, K., y L. Cerenius. 1998.** Role of the prophenoloxidase-activating system in invertebrate inmunity. *Curr. Opin. Inmunol* 10: 23-28.
- . **Somocho, T.M., Patnaik, S., Gandy, R.L. Heterothrophic Intensification of Pond Shrimp Production, Publication May/Jun 2006;** The Fith International conferencie of Recirculating Aquaculture. Del Departamento de

- ciencia, alimento y tecnología del Instituto Politécnico de Virginia y de la Universidad del Estado de Virginia. Panorama Acuícola Magazine. Pag 40-50.
5. **Sonnenholzner, S. 2002.** desafío con WSSV bajo fluctuaciones de Temperatura. Vol.. Info.. Quid. No 63. 30 de Agosto del 2002 CENAİM.
 6. **Sonnenholzner, S. 2002.** Invernaderos: Seguimiento de Temperatura y Oxígeno. Vol.. Info.. Quid. No 65. 30 de Septiembre del 2002. CENAİM.
 7. **Sonnenholzner, S. 2002.** Tolerancia de Temperatura. Vol.. Info.. Quid. No 64. 15 de Septiembre del 2002. CENAİM.
 8. **Sonnenholzner, S. y Rodríguez, J., 2001.** Bioensayos de desafío al virus de la Mancha Blanca" en camarones juveniles *Litopenaeus vannamei*. Bajo diferentes temperaturas del agua. Vol. Info. Quid. CENAİM.
 9. **Sonnenholzner, S., Rodríguez, J., Perez, F., Betancourt, I., Echeverría, F. y Calderón, J., 2001.** Supervivencia y Respuesta Inmune de Camarones juveniles *L. vannamei* desafiados por vía oral a WSSV a diferentes temperaturas, Mundo Acuícola 8(1):50-55.
 70. **Sonnenholzner., S. 2003.** Cultivo Intensivo de Camarón en Invernaderos. VII Congreso de Acuicultura. Guayaquil – Ecuador, del 23 al 27 de Octubre.
 71. **Sonnenholzner., S. Rodríguez, J., F. Pérez, I. Betancourt, F. Echeverría y J. Calderón. 2002.** Supervivencia y Respuesta Inmune de camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* desafiados por vía oral a WSSV a diferentes temperaturas. El Mundo Acuícola 8 (1): 50- 55.
 72. **Superintendencia de Bancos y Seguros. Subdirección de Estudios. Estudios Sectorial y Crediticio. (Publicado en el 2006).** Análisis del a Industria Camaronera y su Comportamiento crediticio. Pág.: 1
 73. **Tacon, A.G.J., J.J. Cody, L.D. Conquest, S. Divakaran, I.P. Forster, y O.E. Decamp. 2002.** Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. Aquaculture Nutrition 8:121-137.
 74. **Tucker, C.S. 1996.** The ecology of channel catfish culture ponds in northwest Mississippi. Reviews in Fisheries Science 4(1):1-55.

75. **Tucker, C.S., S.W. Lloyd, y R.L. Busch. 1984.** Relationships between phytoplankton periodicity and the concentrations of total and unionized ammonia in channel catfish ponds. *Hydrobiologia* 111:75-79.
76. **Van Wyk., P., Scarpa., J. 2004.** Water Quality Requirements and Management. Harbor Branch Oceanographic Institution. Capitulo 8. Pag 146-147.
77. **Vidal, O.M., C.B. Granja, F. Aranguren, J.A. Brock, y M. Salazar. 2001.** A profound effect of hyperthermia on survival of *Litopenaeus vannamei* juveniles infected with White Spot Syndrome Virus. *Journal of the World Aquaculture Society* 32(4):364-372.
78. **Weidner, D. and Rosenberry. B. 1992.** Worlds shrimp farming review. 1992. Pag# 2-5.
79. **Wyban, J.A. y J.N. Sweeney. 1989.** Intensive Shrimp growout trials in a round pond. *Aquaculture* 76:215-225
80. **Zhu. S, Deltour. J. and Wang. S. 1998.** Modeling the thermal characteristics of greenhouse pond systems. ^a Department of Agricultural Engineering, Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029, P.R. China ^b Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, B-5030 Gembloux, Belgium