

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

Y ZOOTECNIA

**ANÁLISIS PRELIMINAR DEL CULTIVO DE CAMARÓN BLANCO
DEL PACÍFICO *Litopenaeus vannamei* EN AGUA DE BAJA
SALINIDAD EN TRES REGIONES DEL ESTADO DE YUCATÁN
COMO UNA ALTERNATIVA PARA LOS PRODUCTORES DE
TILAPIA.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

RAFAEL IVÁN RODRÍGUEZ ROCHERR

Asesores:

M. en A. Manuel Valenzuela Jiménez

MVZ Leticia Gómez García

M. en C. Fernando Yahir García Gómez

México, D. F.

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A mis padres, por todo su amor, enseñanzas, apoyo, sacrificio y comprensión, que a lo largo de mi vida me han forjado para ser un hombre de bien.

A mis hermanos por motivarme, corregirme, enseñarme, apoyarme y compartir muchos momentos, buenos como malos y seguir adelante.

A los productores y la gente trabajadora del campo, ya que ellos son la base y el pilar principal del sustento de la sociedad.

AGRADECIMIENTOS

A los Dioses, por brindarme la oportunidad de llegar, crecer, aprender y desarrollarme en esta vida.

A mi madre Leonor Rocherr y a mi padre Esteban Rodríguez, por su amor, apoyo moral y económico incondicional desde el comienzo de mi existencia.

A mis hermanos Esteban, Argelia y Pavel, por ser un gran apoyo no sólo en este trabajo sino en toda mi vida.

A mis asesores de tesis: Al M. en A. Manuel Valenzuela, por permitirme conocer a fondo el maravilloso mundo de la acuicultura y que sin él, este trabajo no hubiera sido posible. Por brindarme tanta, pero tanta paciencia y por confiar en mi desde el principio, por no dudar en poder llegar hasta el final y motivarme a no claudicar. Al M. en C Fernando García, por quien sin conocerme en un inicio me aceptó y brindó su total apoyo para asesorarme en mi trabajo, por su ayuda en innumerables situaciones y ánimos. A la MVZ Leticia Gómez, por su gran conocimiento y asesoría sobre el trabajo de campo en comunidades rurales, por darme su confianza para unirse a este trabajo y por ser mi profesora desde hace tiempo.

A mis sinodales: MVZ Rafael Meléndez, la Bióloga María Elena Loeza, MVZ Andrés Castro y a la MVZ Natalia Hernández, quien junto con mis asesores, me ayudaron a realizar esta tesis y que sin su ayuda, este trabajo estaría hecho con lápices de colores.

A la UNAM, por brindarme la mejor educación posible y a la FMVZ, por darme la mejor formación como Médico Veterinario zootecnista.

A la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, UMDI, por permitirme conocer el campo de investigación y el panorama de la acuicultura en México.

Al Proyecto de CONACYT, Ciencia Básica. Evaluación de la Alimentación y Nutrición de camarón en proceso de domesticación, en la UNAM, YUCATÁN, 60824, por el apoyo otorgado.

A las tres Sociedades Cooperativas del estado de Yucatán dueñas de las granjas: Rancho Santa Lucía, Acuicultores Mulchechén y Granja Lembalchac. En particular a Don Miguel, a su hijo Miguel y a la familia Burgos, quienes me ayudaron a realizar el trabajo duro en su granja, quienes me enseñaron muchísimo de la acuicultura en la vida real y que me brindaron la confianza para entrar a su casa y comer junto a ellos. A la familia España, quien me brindó la oportunidad y me abrió las puertas para trabajar en su granja. A doña Lucía, quien me dio la oportunidad de ocupar el poco espacio que tenía en su granja para mi proyecto y por darme la valiosísima oportunidad de integrarme al equipo de trabajo del CESAY.

A todos ellos, por caminar de la mano y aprender juntos, tanto en aciertos como errores, en el cultivo del camarón.

Al profesor Evaristo Barragán por ayudarme resolver todo lo relacionado con la estadística.

A mis amigos Alejandro Cruz, Daniel Rocher, Gustavo Martínez y Gabriel Díaz por todos esos momentos gratos y nefastos que vivimos juntos.

A Carlos Trejo, por ayudarme a darle el toque final a mi trabajo.

A mis compañeros del CESAY por ayudarme a conocer los problemas de Yucatán y por su esfuerzo por ayudar a solucionarlos.

A toda la familia Rocher de la ciudad de México y de Yucatán, por darme el apoyo y las facilidades para vivir tan lejos de mi casa.

A Erika Alvarado por sus incontables ánimos, por ayudarme a poner los pies sobre la tierra tantas veces y por su apoyo incondicional para no desesperarme y rendirme.

A mis amigos Víctor Hernández, Aldebarán Chairez, por su apoyo y ánimos para concluir mi trabajo.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Cultivo de camarón blanco <i>L. vannamei</i> en baja salinidad.....	8
1.1.1 Cultivo de camarón en baja salinidad y sustentabilidad.....	9
1.1.2 Antecedentes del cultivo en baja salinidad.....	10
1.1.3 Cultivos en baja salinidad.....	12
1.1.4 Sistema de cero recambio con uso de Biofloc.....	12
1.2 Biología del camarón blanco del pacífico <i>L. vannamei</i>	15
1.2.1 Taxonomía.....	15
1.2.2 Distribución geográfica.....	16
1.2.3 Anatomía.....	17
1.2.4 Comportamiento.....	18
1.2.5 Ciclo biológico del camarón blanco del pacífico <i>L. vannamei</i>	18
2. JUSTIFICACIÓN.....	21
3. HIPÓTESIS.....	21
4. OBJETIVO GENERAL.....	22
4.1 Objetivos particulares.....	22
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	23
5.1 Parámetros fisico-químicos.....	28
5.1.1 Calidad del agua.....	28
5.1.2 Temperatura.....	28

5.1.3 Oxígeno disuelto.....	28
5.1.4 Amonio.....	29
5.1.5 Nitrito.....	29
5.1.6 Potencial de hidrógeno.....	30
5.1.7 Alcalinidad.....	30
5.1.8 Dureza.....	30
5.1.9 Salinidad.....	31
5.2 Biometrías.....	31
5.3 Condiciones experimentales.....	31
5.4 Alimentación.....	32
5.5 Cosecha.....	34
5.6 Análisis estadístico.....	34
5.7 Costos de producción.....	35
6. RESULTADOS.....	45
7. DISCUSIÓN.....	67
8. CONCLUSIONES.....	85
8.1 Sugerencias.....	86
9. REFERENCIAS.....	89
10. ANEXOS.....	97

FIGURAS

	Página
Ciclo del nitrógeno en el agua.....	14
Distribución geográfica de <i>L. vannamei</i>	16
Anatomía externa de <i>L. vannamei</i>	17
Ciclo biológico de <i>L. vannamei</i>	20
Ubicación de las granjas en el estado de Yucatán.....	23
Exterior de un estanque en la granja de Tekax.....	24
Interior de un estanque en Kanasín.....	25
Aireación de los estanques (vista lateral).....	26
Aireación de los estanques (vista desde arriba).....	27
Tubería interna de los estanques (vista lateral).....	27
Gráficas de relación entre oxígeno y temperatura.....	45
Potencial de hidrógeno promedio.....	46
Alcalinidad promedio.....	46
Dureza promedio.....	47
Crecimiento comparativo.....	47
Crecimiento comparativo (gráfico de caja y brazo).....	48

CUADROS

	Página
Clasificación taxonómica de <i>L. vannamei</i>	15
Sobrevivencia y biomasa final.....	48

ABREVIATURAS

CFP: Costo Fijo Promedio.

CFT: Costo Fijo Total.

CVP: Costo Variable Promedio.

CVT: Costo Variable Total.

CT: Costo Total.

CP: Costo Promedio.

E: Estanque.

FCA: Factor de Conversión Alimenticia.

G: Granja.

PE: Punto de Equilibrio.

PL: Postlarva.

UP: Unidades producidas.

UT: Utilidad libre.

UT TIL: Utilidad Libre de Tilapia.

UT CAM: Utilidad Libre de Camarón.

U de Prod: Unidades de Producción.

Da: Depreciación en años.

spp: Especies.

RESUMEN

Rodríguez Rocherr Rafael Iván. Análisis preliminar del cultivo de camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* en agua de baja salinidad en tres regiones del estado de Yucatán como una alternativa para los productores de tilapia. Bajo la dirección de: M. en A. Manuel Valenzuela Jiménez y MVZ. Leticia Gómez García. El objetivo del estudio fue cultivar *Litopenaeus vannamei* a baja salinidad, en instalaciones de tilapia. Se usaron 100,000 postlarvas 16 de camarón sembradas, en 5 estanques, distribuidos en 3 granjas a una densidad de 20,000 organismos por estanque. Se usó un sistema de cero recambio de agua a una salinidad <3 ppm. Se monitorearon parámetros físico-químicos del agua y se realizaron biometrías quincenales durante 120 días. Se evaluó crecimiento, sobrevivencia y se realizó un análisis de costos de producción hipotético de camarón y tilapia considerando el máximo de instalaciones ocupadas. Se demostró que el cultivo de camarón fue viable bajo estas condiciones. En la granja 1 los camarones alcanzaron una talla de 10.97 g promedio y una sobrevivencia entre 26 y 29%. La producción total de tilapia fue de 2,000 kg, los costos de \$17,550.00 la venta de \$64,000.00 y la utilidad de \$46,449.00. La producción de camarón sería de 208.43 kg, los costos de \$10,354.00, la venta de \$25,011.00 y la utilidad de \$14,656.00. Los costos por kg de tilapia fueron de \$8.77 y se vendió en \$32.00. Los costos de camarón serían de \$49.68 y se vendió en \$120.00. En la granja 2 los camarones alcanzaron una talla de 12.02 g promedio y una sobrevivencia entre 26 y 48%. La producción de tilapia fue de 1,500 kg, los costos de \$28,477.00, la venta de \$48,000.00 y la utilidad de \$19,522.00. La producción de camarón sería de 228.38 kg, los costos de \$17,847.00, la venta de \$27,405.00 y la utilidad de \$9,558.00. Los costos por kg de tilapia fueron de \$18.98 y se vendió en \$32.00. Los costos de camarón serían de \$78.14 y se vendió en \$120.00. Por lo tanto la utilidad total de tilapia fue mayor que la de camarón, pero la producción de camarón sería más rentable por kg en ambas granjas. Los diversos porcentajes de mortalidad en las granjas fueron resultado del manejo inadecuado del personal.

1. INTRODUCCION:

El Estado de Yucatán es una entidad de la República Mexicana con limitaciones económicas. La economía de muchos de los habitantes de las zonas rurales gira entorno a pequeñas parcelas familiares, las cuales pueden incluir hortalizas, cítricos y aves de corral, ya sea de forma conjunta o individual, y en las zonas costeras se depende principalmente de la pesca. La problemática radica en que existe un desplome productivo en el sector agrícola y ganadero¹ y una sobreexplotación pesquera con una mala distribución de los ingresos obtenidos hacia la población local. Debido al alto grado de marginación en el campo yucateco, el gobierno federal ha considerado a Yucatán dentro de los programas prioritarios de apoyo económico y ha instaurado adaptar tecnologías en estas zonas rurales estableciendo actividades productivas alternativas como la acuicultura.²

En los últimos años la acuicultura ha sido el área de mayor crecimiento en el campo de la producción alimenticia no sólo en México, sino a nivel mundial. Mientras que a comienzos de la década de los años 1950, la producción acuícola era inferior a un millón de toneladas anuales, en 2014 ascendió a 90.43 millones de toneladas, de las cuales 66.6 millones se destinaron para consumo humano.³ Siendo una de las actividades productoras de alimentos de mayor relevancia a nivel mundial, es resultado de la continua disminución en las capturas de las especies pesqueras tradicionales. Al respecto, la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), en su último reporte del estado de las

pesquerías y acuicultura, correspondiente al año 2014, señala que las capturas totales para el año 2013 disminuyeron más de 10% en relación a los volúmenes obtenidos en 2002.³ En contraste, la acuicultura cobra cada año mayor importancia en el suministro de productos pesqueros, de tal forma que en 2013 aportó 42.2% de los pescados y mariscos consumidos por el hombre, con una tasa media anual de crecimiento de 6.6% desde 1980. Estos indicadores resaltan la importancia de esta actividad en la provisión futura de proteínas de origen animal, especialmente para las poblaciones menos favorecidas económicamente.³ Entre los principales grupos de organismos que se cultivan están los moluscos, crustáceos y peces. Debido a esta tendencia generalizada, el gobierno federal ha decidido desde la década de los años 70's introducir el cultivo de la tilapia (*Oreochromis spp.*), como una alternativa para pescadores del estado de Yucatán. A partir de esta década, se instó para que proteína de buena calidad llegara hasta las comunidades más necesitadas.

En la década de los años 90's, se inicia la introducción de la tilapia en los tanques de riego de parcelas en las zonas agrícolas de Yucatán, teniéndose buenos resultados en más de una veintena de localidades. Ya en 1999 se produjeron más de 5 toneladas de tilapia en tanques de riego, principalmente, en el sur del estado, iniciando así una relación estrecha entre agricultura y acuicultura. Posteriormente se construyeron estanques de concreto con la intención de que se llevara a cabo un tipo de cultivo intensivo de doble propósito: el implemento de sistemas de riego agrícola, a la vez que el cultivo de la tilapia.²

La acuicultura, al ser una actividad netamente económica, no está exenta de las presiones del mundo globalizado, lo cual genera en consecuencia que los esfuerzos se orienten principalmente al cultivo de especies con alta demanda o valor en el mercado. Esta situación influye en las tendencias del desarrollo acuícola del Estado, y es el caso de la producción de tilapia, que se orienta para surtir el mercado local o regional, especialmente las zonas de Cancún y la Riviera Maya.⁴ Pero existen una variedad de problemas a este respecto:

a) Problemas técnicos para implementar una tecnología.

1.- El hecho de que la península de Yucatán carece de ríos superficiales por el suelo calcáreo que lo caracteriza, la mala planeación y el desconocimiento del comportamiento de la especie en la región.

2.- Mala ubicación de los estanques (cercanía de algunas granjas con zonas urbanas o con otro tipo de explotaciones pecuarias), falta de una adecuada distribución de los estanques respecto al espacio total de los terrenos y exposición de los estanques a la intemperie.

b) Problemas sociales.

1.- Poco consumo de la tilapia en la región por competencia con la carne de cerdo y de ave; ya que Yucatán es un alto productor de este tipo de carnes.

2.-Tendencias religiosas (incremento en la demanda únicamente en época de cuaresma).

3.- Trabas y complicaciones políticas (por ejemplo, el otorgamiento de permisos por compromisos y favoritismos o corrupción, legislaciones mexicanas que limitan la inversión de la iniciativa privada en proyectos de producción acuícola y burocracia excesiva para los permisos a granjas), que junto con la duración sexenal de los programas de fomento (principalmente estatales), no han permitido el seguimiento y desarrollo de estos sistemas.²

No obstante, la problemática principal a la que se han enfrentado los productores acuícolas de la región es a la gran competencia que acarrear los bajos precios de la tilapia, que es un pez muy adaptable para el cultivo, que no genera ganancia, pues muchas veces no se cubren los costos mínimos de producción, ocasionando el cierre de una gran cantidad de granjas productoras de tilapia en el Estado de Yucatán.

Como medida para solucionar problemáticas similares, en otras partes del mundo y en algunas entidades de la República Mexicana, se ha intentado desarrollar el cultivo de camarón en agua de baja salinidad. Entre las características que favorecen el cultivo de camarones se encuentran: ciclo de vida corto, alta fecundidad, baja tasa de mortalidad en el cultivo, crecimiento rápido, resistencia a cambios ambientales y alto valor comercial.⁵ Entre los crustáceos, el camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*, es la especie de peneidos que se cultivan con mayor intensidad en América, tanto en el océano Pacífico como en el Atlántico debido al mayor conocimiento de su cultivo, elevado grado de domesticación y a sus altos rendimientos en cosecha.^{2,6}

El cultivo de camarones marinos o camaronicultura es la actividad económica de más rápida expansión en las dos últimas décadas en todo el mundo, pero muy especialmente en la región del sureste de Asia y en América Latina. A nivel mundial el volumen de producción de camarón para el año 2013 alcanzó la cantidad total de 6.4 millones de toneladas. Con una tasa de crecimiento de 8% con respecto al 2005. Según los datos obtenidos de la FAO, el mayor productor de camarón tanto en pesca, como acuicultura, es el continente asiático ya que representa el 80.3% de la producción. Y los principales países productores son: China, Tailandia, Taiwán, Indonesia, India, Vietnam y Malasia, representando estos 7 países el 91.1% de la producción de camarones en todo el continente asiático. En segundo lugar se encuentra el continente americano, representando el 15.4% de la producción. Brasil, Ecuador, México, Estados Unidos, Canadá, Groenlandia, Argentina, Venezuela, Perú, Guayana y Colombia, representan el 91.3% de la producción del continente americano. En Tercer lugar se encuentra Europa la cual representa el 2.3% de la producción mundial de camarones y entre los principales países productores se encuentran: Noruega, Alemania, Italia, Holanda, Dinamarca, España, Rusia, Estonia, Grecia, y Lituania. Estos 10 países representan el 92.4% de la producción total del continente. En cuarto lugar se encuentra África el cual representa el 1.6% de la producción mundial de camarón y entre los principales países productores se encuentran: Nigeria, Madagascar, Mozambique, Camerún, Marruecos, Túnez, Egipto, Argelia, Benín, Gabón y Tanzania. Estos 11 países representan la producción del 90.1% del continente Africano, en quinto y último lugar se encuentra Oceanía, la cual representa el 0.4%

de la producción mundial de camarón. Entre los principales países productores se encuentran: Australia y Nueva Caledonia, estos dos países representan el 98.2% de la producción del continente.³ Es claro notar que esta actividad desempeña un papel fundamental en los medios de subsistencia de millones de personas en todo el mundo.

De acuerdo al último reporte mundial de la FAO, el camarón continúa como el principal producto acuático comercializado, alcanzando ingresos superiores a los \$ 30,100 millones de dólares.³

México no es ajeno a este explosivo desarrollo y en los últimos 10 años los volúmenes de producción se han elevado de manera drástica, de tal forma que actualmente la producción de camarón por cultivo se ubica en más de 70 000 toneladas, y en algunas regiones, como el noroeste del país, es muy superior a la producción por pesca.^{7,8}

El camarón blanco del Pacífico *L. vannamei*, es un organismo perteneciente al subfilo de los crustáceos. Los camarones son artrópodos mandibulados con apéndices articulados, con dos pares de antenas, caparazón y branquias, la familia Penaeidae, a la que pertenece el camarón blanco del Pacífico, es considerada entre las más importantes a nivel mundial, tanto para la pesca como para el cultivo.⁹ Es una especie que tiene un desarrollo óptimo a salinidades de entre 15 y 35 ppm y temperaturas de entre 25 y 30°C, que son las condiciones presentes en aguas marinas del Golfo de California. Sin embargo se ha observado que durante la etapa juvenil de su ciclo de vida se le encuentra en aguas

estuarinas, en donde la salinidad llega a ser de 5 ppm o menos. Esto indica que los organismos son resistentes a un amplio intervalo de salinidades.¹⁰

1.1 Cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en baja salinidad.

El cultivo de camarón es una actividad económica de gran relevancia en el ámbito mundial, con una tasa de crecimiento superior al 8% anual en los últimos 10 años. Uno de los retos más grandes que enfrenta la actividad camaronícola es el de la sustentabilidad.¹¹

Hasta ahora la camaronicultura ha sido acusada por diversos autores y organizaciones de ser una actividad contaminante y se le relaciona con problemas tales como: la destrucción de los manglares, la eutrofización de sistemas costeros, la introducción y dispersión de patógenos en poblaciones de organismos silvestres, la competencia desleal con pescadores, la muerte de huevos, larvas y juveniles de diversas especies en los sistemas de llenado de granjas, entre muchas otras.¹¹ En respuesta a esta problemática, se han tratado de implementar diversas acciones como la reducción del recambio de agua, uso de sistemas de recirculación, sistemas de cero recambio, la utilización de alimentos “amigables” con el ambiente, los policultivos de camarón con moluscos bivalvos, peces, microalgas y otros, el diseño y utilización de biofiltros y el cultivo de camarón en aguas continentales de baja salinidad.^{12,13,14} En éste último caso, aguas continentales de fuentes tan diversas, como ríos superficiales, ríos subterráneos, lagos, presas, pozos artesianos y otras, se utilizan para aclimatar y cultivar

camarones marinos. Debido a que en esta modalidad de cultivo, que a menudo se practica en localidades alejadas de la línea costera donde el agua utilizada generalmente tiene una salinidad mucho más baja que la del agua marina, este tipo de cultivo ha sido llamado cultivo de camarón en agua dulce o también cultivo de camarón tierra adentro. Sin embargo, los dos términos anteriores son imprecisos. Por una parte, este tipo de cultivo puede llevarse a cabo en localidades adyacentes al mar, por lo que pueden dejar de ser considerados como “tierra adentro”, y por otra, en muchos casos las aguas utilizadas poseen salinidades superiores a 1 ppm, por lo que técnicamente no pueden catalogarse como aguas dulces. Por lo anterior, un término más adecuado es el de cultivo de camarón en agua de baja salinidad.¹⁵

1.1.1 Cultivo de camarón en baja salinidad y sustentabilidad

A diferencia del cultivo costero tradicional de camarón, en donde la descarga indiscriminada de los efluentes al mar o cuerpos de agua receptores tiene un inevitable y sustancial impacto sobre el ambiente, el cultivo de camarón en agua de baja salinidad posibilita la reutilización de los efluentes o aguas residuales para su reconversión en cultivos agrícolas. De acuerdo con esta nueva perspectiva, los efluentes ricos en nutrientes se convierten en una fuente de agua con características deseables para el crecimiento de plantas de interés agrícola, ya sea para consumo humano, o bien utilizadas como forrajes, que a su vez, pueden utilizarse para la producción pecuaria, por ejemplo, en el ganado ovino, caprino y bovino. Esta integración de la camaronicultura con otras actividades agropecuarias

garantiza la conservación del ambiente para beneficio de la comunidad y de los propios productores, a la vez que incrementa las ganancias debido a la obtención de productos adicionales.¹⁶

Por otra parte, una granja de cultivo de camarón en baja salinidad puede localizarse a cientos de kilómetros de distancia de la línea de costa más cercana, por lo que pudiera encontrarse aislada geográficamente. Este relativo aislamiento del medio marino goza de una mayor bioseguridad, además de que en el cultivo camaronícola en agua a baja salinidad no se ha reportado hasta ahora ninguna enfermedad de importancia para el camarón, siendo una opción sumamente atractiva si se consideran los grandes problemas que la industria camaronícola enfrenta en la actualidad en cuanto a las pérdidas causadas por agentes patógenos.¹⁶

1.1.2 Antecedentes del cultivo en baja salinidad

El cultivo comercial de camarón en baja salinidad tuvo su origen en Asia. Hace casi 20 años surgieron las primeras granjas de cultivo comercial, localizadas en zonas estuarinas del Golfo de Tailandia.¹⁷ Estas zonas se caracterizan por la intrusión estacional de agua marina en los ríos que desembocan en dichos estuarios, la cual eleva la salinidad. Este fenómeno permitió el cultivo del camarón tigre gigante (*Penaeus monodon*) río arriba, en zonas relativamente alejadas de la costa. Sin embargo, con la llegada de la estación lluviosa y la consiguiente disminución de la salinidad, se hizo necesario el desarrollo de técnicas de cultivo conforme a estas nuevas condiciones.

A través de la experimentación empírica realizada por los propios granjeros, se descubrió que esta especie podía crecer en salinidades mucho más bajas de lo que se creía posible. Con base en el transporte de salmuera de origen marino, la cual se mezclaba con agua dulce para obtener la salinidad deseada, por lo general entre 4 y 10 ppm, rápidamente se dominó la técnica y se aplicó en zonas donde con antelación se cultivaba en agua dulce el langostino malayo (*Macrobrachium rosenbergii*) y la tilapia, y luego esta técnica se expandió considerablemente a zonas de cultivo de arroz. Se estima que hacia finales de la década de los 90's el camarón proveniente del cultivo en baja salinidad representaba entre 20 y 30% de la producción total de camarón en ese país.¹⁸

En América el cultivo de camarón en agua de baja salinidad tuvo un origen más reciente, y fue el camarón blanco del Pacífico *L. vannamei* la especie de elección, pues tolera un amplio intervalo de variación en salinidad y temperatura. Por tratar de encontrar nuevas alternativas de cultivo de camarón más amigables con el ambiente y muy probablemente también por la influencia de las experiencias obtenidas en Asia, el cultivo de camarón en baja salinidad tuvo su primera iniciativa comercial en 1997, cuando se instaló una granja camaronícola utilizando agua de pozo en el estado de Arizona, en EUA.¹⁹ Aunque anteriormente se habían tenido experiencias de cultivo de camarón, también utilizando agua de pozo, en estanques de tierra en el estado de Texas, donde los organismos en cultivo alcanzaron una talla promedio de 20 g en 120 días.²⁰ Además de los estados de Arizona y Texas, actualmente el cultivo en baja salinidad en EUA se practica también en los estados de Alabama, Florida, Illinois, Indiana, Michigan, Mississippi

y Carolina del Sur. Aparte de EUA, existen reportes de cultivo de camarón en agua de baja salinidad en Centroamérica (Panamá) y Sudamérica (Ecuador).²¹

1.1.3 Cultivos en baja salinidad en México

En México se incursionó en este tipo de cultivo en 1997 en el municipio de Tecomán, en el Estado de Colima, donde actualmente operan alrededor de 12 granjas, las cuales poseen un suministro de agua a partir de riego agrícola o de pozos. En estas instalaciones se practica el cultivo semiintensivo, el cual alcanza producciones de 200 g/m² por ciclo, con tallas que oscilan entre los 14 y 20 g.²²

Para el estado de Yucatán no hay reportes de cultivo de ninguna especie de camarón marino en agua de baja salinidad a nivel comercial, aun siendo una actividad con alto potencial ya que el agua de la Península contiene altos niveles de dureza (>500 mg/l en algunas regiones del Estado)²³, requisito indispensable para el cultivo de camarón. Las posibilidades de expansión de este tipo de cultivo en el territorio nacional y en el caso particular de Yucatán son muy prometedoras, siempre y cuando el agua que va a utilizarse tenga las características adecuadas para la aclimatación y el crecimiento del camarón.

1.1.4 Sistema de cero recambio con uso de Biofloc

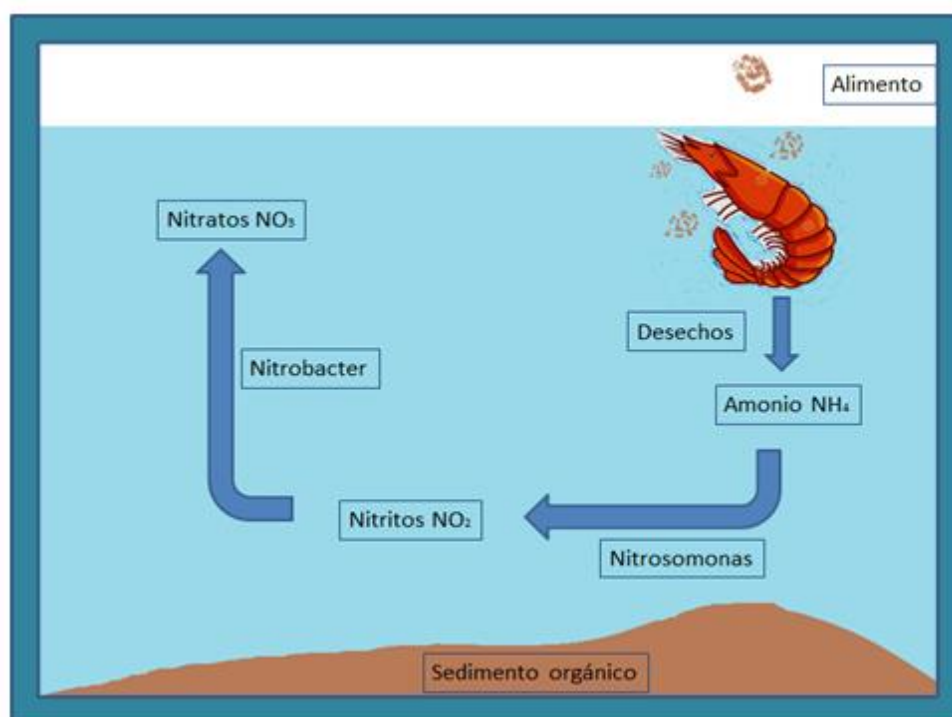
Existen sistemas de cultivo donde se limitan los recambios de agua utilizando estrategias de manejo con comunidades microbianas dentro de los estanques de cultivo. Una alternativa es el uso del floc, flóculos o también conocidas como tecnologías del Biofloc, las cuales consisten en promover la formación de

agregaciones de partículas sólidas en una suspensión coloidal. Estos sistemas de cultivo contienen comunidades microbianas heterotróficas como, *Sphingomonas*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, levaduras como *Rhodotorula* spp, microalgas, presencia de microorganismos flagelados, ciliados, rotíferos y nematodos que proliferan en condiciones controladas en los estanques de cultivo.²⁴ El proceso consiste en la producción y aumento de la materia orgánica que sirve como sustrato para que se desarrollen las comunidades de microorganismos que a su vez ayudan a degradar los productos de desecho de los camarones, además de servir como parte de la dieta de los mismos. Bajo estas condiciones el amonio es nitrificado o asimilado por la comunidad bacteriana, siempre y cuando se les brinden las condiciones óptimas de aireación y una adecuada relación entre carbono y nitrógeno (C:N), por medio de la adición de azúcares en los estanques. Entre las principales ventajas que existen con la utilización de flóculos en el cultivo se encuentran:

- a) La reducción de los costos de alimentación hasta en un 50% en el alimento comercial.
- b) Un efecto positivo en la condición nutricional y sanitaria de los camarones, ya que actúa como agente probiótico en los mismos.²⁵
- c) Reducción de costos por tratamientos en las aguas de descarga.
- d) Una mejor calidad del agua en los estanques y efluentes, disminuyendo el vertido de contaminantes orgánicos al ambiente.^{26, 27}

El experimento utilizó la técnica del Biofloc en los cultivos, para el sistema sin recambio de agua.

La inclusión de la melaza en los estanques tiene por objeto permitir el desarrollo, proliferación, maduración y mantenimiento de los microorganismos presentes en el agua por medio del consumo de los azúcares, los cuales, siendo parte integral del ciclo del nitrógeno en el agua, van a ayudar a transformar los desechos producidos por los camarones durante la engorda. Estos desechos al estar presentes en el agua en su mayoría en forma de amonio son transformados por bacterias del género *Nitrosomona* a nitritos y posteriormente éstos a su vez, por bacterias del género *Nitrobacter* a nitratos, eliminando los metabolitos tóxicos dentro del estanque^{25, 27}, tal y como se aprecia en la Figura 1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Ciclo del nitrógeno dentro de los estanques de cultivo de camarón.

1.2 BIOLOGÍA DEL CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO

Litopenaeus vannamei.

1.2.1 Taxonomía

En el Cuadro 1, se muestra la clasificación de los crustáceos decápodos.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*.

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Superclase	Crustacea (Pennant, 1777)
Clase	Malacostraca (Latreille, 1806)
Subclase	Eumalacostraca (Grobber, 1892)
Orden	Decápoda (Latreille, 1803)
Suborden	Dendrobranquiata (Bate, 1888)
Superfamilia	Penaeoidea (Rafinesque-Shmalts, 1805)
Familia	Penaeidae (Pérez-Farfante, 1988)
Género	<i>Litopenaeus</i>
Especie	<i>vannamei</i> (Boone, 1931)

Fuente: Burkenroad,HD. The higher taxonomi and evolution of Decapoda (Crustacea). Trans. San Diego Soc. Nat. Hist. 1981; 19: 225-268.

1.2.2 Distribución geográfica

Conocido regionalmente como camarón blanco del Pacífico, *L. vannamei* es una especie nativa de la costa oeste del océano Pacífico, y su distribución va desde Sonora, en el Golfo de California en México, hasta las costas del norte de Perú (Figura 2). Se le puede encontrar en aguas costeras desde 0 hasta 72 m de profundidad, sobre los fondos fangosos, con preferencia por las aguas marinas en su vida de adulto y por las aguas estuarinas desde postlarva (PL) hasta juvenil.^{9, 28}

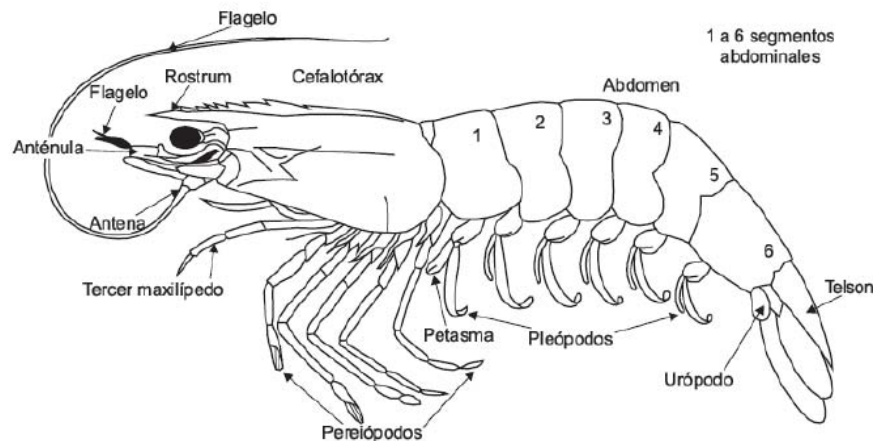


Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Distribución geográfica del camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*.

1.2.3 Anatomía

El cuerpo de los camarones peneidos se divide en tres regiones: cefalotórax, abdomen y telson. Los apéndices del cefalotórax son rostro, anténulas, antenas, mandíbulas (función sensorial), maxilas, maxilípedos (función digestiva) y pereiópodos (función locomotora de arrastre en el sedimento y de defensa). El abdomen está formado por seis segmentos y cinco pares de apéndices llamados pleópodos (función natatoria). Finalmente en el telson se encuentran los urópodos, segmentos que sirven también para la natación y donde se localiza el ano (Figura 3). En el cefalotórax se concentran la gran mayoría de órganos vitales y sensoriales. El corazón se localiza ventralmente. El sistema digestivo se compone de la boca, el estómago y el hepatopáncreas (en cefalotórax), un intestino y una glándula intestinal (en abdomen) y el ano situado ventralmente donde comienza el telson (en cola).²⁹



Fuente: Aguilera D. Efecto de la enzima fitasa sobre las proteínas vegetales contenidas en dietas para la engorda de juveniles cultivados de camarón rosado del golfo de México (tesis de licenciatura). (D.F.) México, 2011.

Figura 3. Anatomía externa de *Litopenaeus vannamei*.

1.2.4 Comportamiento

Los organismos de esta especie tienen marcada preferencia por los fondos arenosos con conchuela. Específicamente los juveniles tienen cierta dependencia a las zonas de pastos marinos. Los adultos se encuentran principalmente en fondos firmes, en zonas lodosas y arenas coralinas, algunas veces entre fragmentos de concha. Muestran un claro comportamiento relacionado con el fotoperiodo, son activos durante la noche e inactivos durante el día, ya que permanecen enterrados, por lo tanto su actividad tiene una periodicidad circadiana.³⁰

1.2.5 Ciclo biológico del camarón

- Adulto:

Los adultos viven en mar abierto, copulan y desovan en aguas oceánicas costeras a profundidades entre 18 y 27 m. Los machos maduran a partir de los 20 g y las hembras a partir de los 28 g, en una edad de entre 6 y 7 meses. Llegan a vivir en vida libre hasta 2 años. La cópula ocurre cuando los machos se pegan a las hembras y les adhieren el espermatóforo (saco que contiene a los espermatozoides) al télico (estructura de la hembra que recibe al espermatóforo para la fertilización). Posteriormente, las hembras rompen este saco para fertilizar los huevos una vez que son arrojados al agua. La cantidad de huevos por desove va de 100,000 hasta 250,000 huevos. Los huevos fertilizados tienen un diámetro de aproximadamente 0.3 mm, los cuales se van al fondo y eclosionan las larvas a partir de las primeras 18 horas.^{9, 30}

Las larvas son pelágicas y sufren cambios metamórficos importantes, de acuerdo a éstos, son clasificados en nauplios, zoeas y mysis (Figura 4).

- Nauplio:

Son los primeros estadios larvales del camarón. Se alimentan del saco vitelino, nadan intermitentemente y son atraídos hacia la luz (fototropismo positivo). Miden de 0.3 a 0.15 mm y mudan de caparazón seis veces, alrededor de cada siete horas, hasta que presentan la metamorfosis al siguiente estado larval.^{9, 30}

- Zoea:

Este cambio ocurre aproximadamente a las 36 horas de haber eclosionado. Las zoeas se alimentan de fitoplancton principalmente y presentan un modo de nado con un patrón continuo. Miden alrededor de 1 mm. Esta es la etapa más difícil del desarrollo larvario del camarón ya que es aquí cuando se inicia la alimentación del medio natural. La frecuencia de la muda varía en función de las condiciones de cultivo, en condiciones óptimas ocurre 5 veces en casi 5 días, después de lo cual ocurre otra metamorfosis para pasar al siguiente estadio larval.^{9, 30}

- Mysis:

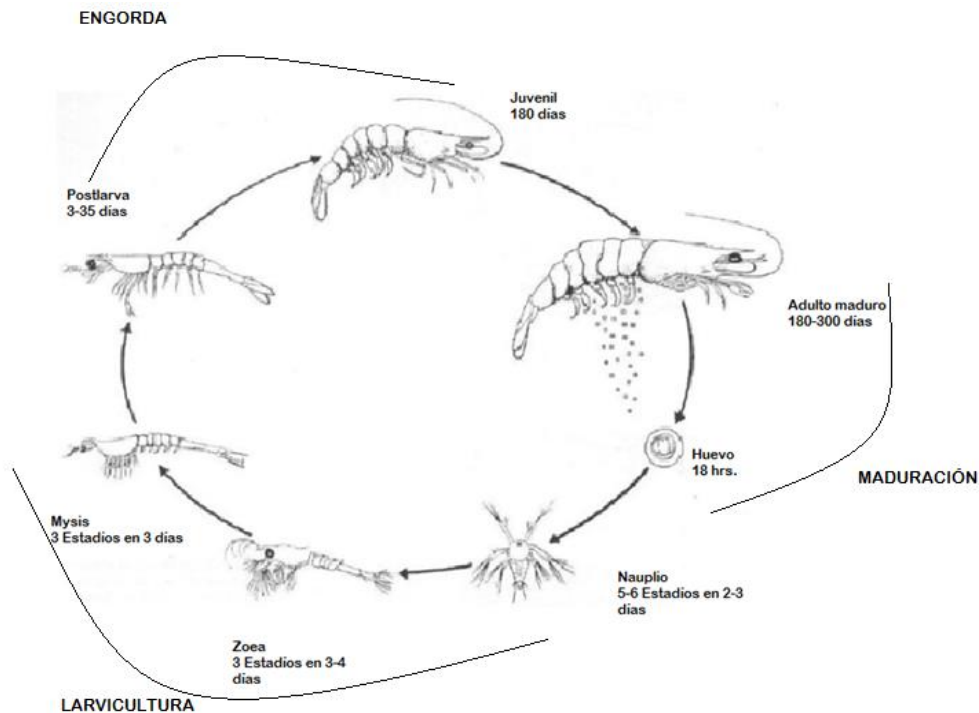
Éste es el último estadio larvario. En esta etapa el organismo empieza a consumir zooplancton y fitoplancton. Presenta además fototropismo negativo. Alcanzan una longitud de 2.2 mm.^{9, 30}

- Postlarva (PL):

Después de alrededor de 72 horas, posterior a la eclosión, las mysis pasan a postlarvas, las cuales se alimentan de zooplancton y detritus, además de presentar un comportamiento bentónico. Las postlarvas se clasifican en función de los días transcurridos desde la metamorfosis de mysis a postlarva, es decir, una postlarva 1 o PL 1 es una postlarva de 1 día de vida.^{9, 30}

- Juvenil:

Esta etapa dura aproximadamente 180 días. Los organismos tienen una talla de alrededor de 1 g y posteriormente empiezan a emigrar de las aguas costeras a las aguas marinas para continuar con su desarrollo.^{9, 30}



Fuente: Editado de Food and Agriculture Organization. Ciclo biológico del camarón. FAO. 2014. Citado 2014 agosto 25. Original disponible en: http://www.fao.org/docs/up/glossary/17224/2100/029-500-001_ES.jpg.

Figura 4. Ciclo biológico de *Litopenaeus vannamei*.

2. JUSTIFICACIÓN

En el Estado de Yucatán se presenta en relación a la acuicultura una crisis que ha llevado a la inactividad a cerca de 400 granjas productoras de tilapia; manteniendo en la actualidad alrededor de 50 granjas con bajos ingresos y colocándolas en riesgo de operación², es necesario generar opciones para los productores con el cultivo de especies con alto valor económico como el camarón blanco del pacífico *Litopenaeus vannamei*. Siendo estos cultivos una fuente alterna de ingresos para los productores de tilapia, además de diversificar la actividad acuícola en la región, puede llegar a ser una opción la utilización de las instalaciones de tilapia en desuso para la siembra de camarón.

3. HIPÓTESIS:

La sobrevivencia y el crecimiento del camarón blanco del pacífico *Litopenaeus vannamei* será viable en agua de baja salinidad y la biomasa obtenida generará un ingreso económico extra a la producción de la tilapia, en las regiones tierra adentro del Estado de Yucatán.

4. OBJETIVO GENERAL:

-Describir y evaluar el cultivo de *Litopenaeus vannamei* en condiciones de agua de baja salinidad, utilizando instalaciones para tilapia, en 3 granjas en el Estado de Yucatán y determinar si el cultivo es posible en este tipo de instalación.

4.1 Objetivos particulares:

-Determinar el crecimiento de *Litopenaeus vannamei* en agua de baja salinidad durante 120 días de engorda.

-Determinar la sobrevivencia de *Litopenaeus. vannamei* en agua de baja salinidad durante 120 días de engorda.

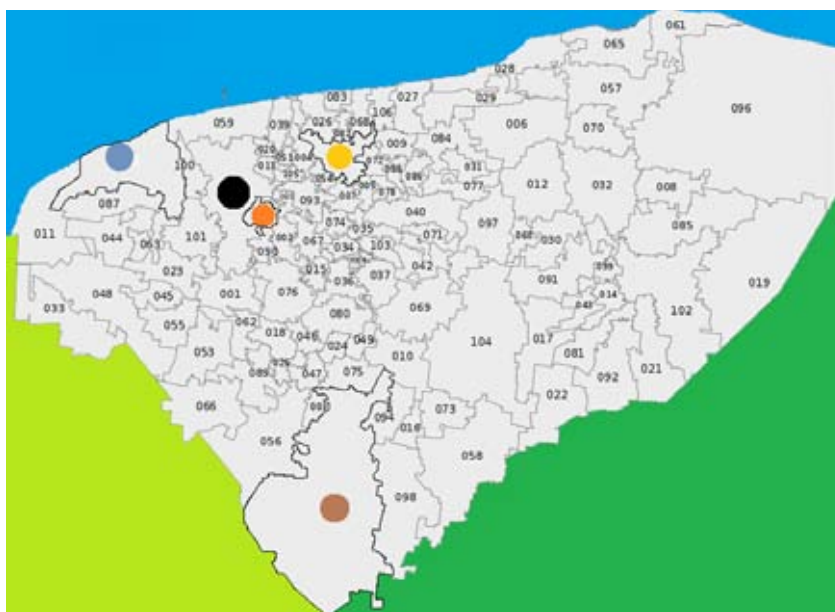
-Determinar la biomasa en cosecha de *Litopenaeus. vannamei* en agua de baja salinidad durante 120 días de engorda.

-Realizar un análisis de costos de producción junto con la propuesta técnica.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en 3 granjas acuícolas particulares, productoras de tilapia, en el Estado de Yucatán, en las siguientes regiones (Figura 5):

- En la región centro-norte del estado, en el municipio de Mocochoá.
- En la región centro del estado, en el municipio de Kanasin.
- En la región sur del estado, en el municipio de Tekax.



Fuente: Editado de Wikipedia. Anexo: Municipios del Estado de Yucatán. 2014. Citado 2014 julio 24. Original disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Municipios_del_estado_de_Yucat%C3%A1n.

Figura 5. Ubicación de las granjas en el estado de Yucatán. ● Municipio de Mérida. ● Municipio de Hunucmá (Sisal). ● Municipio de Kanasin. ● Municipio de Tekax. ● Municipio de Mocochoá.

El estudio se realizó durante 120 días. Se utilizaron 100,000 postlarvas de 16 días de edad (PL 16) de *L. vannamei* provenientes del laboratorio de larvicultura de la

Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI), de la Facultad de Ciencias de la UNAM ubicada en el litoral Norponiente del Estado de Yucatán, en el Puerto de Sisal.

Se utilizó agua de baja salinidad (3 ppm) proveniente de pozo para el llenado de 5 estanques para producción de tilapia.

Los 5 estanques contaron con las siguientes características: forma circular de 200 m², 1.20 metros de altura (1 m de columna de agua), con una capacidad de 200 toneladas, hechos con material de concreto y recubiertos con geomembrana plástica, además de contar con 3 comederos distribuidos de manera equidistante. Fueron recubiertos con malla-sombra para evitar la depredación de los organismos por parte de fauna oportunista como garzas y libélulas. (Figuras 6, 7, 8, 9 y 10).



Figura 6. Exterior de un estanque en la granja de Tekax.



Figura 7. Interior de un estanque en Kanasín.

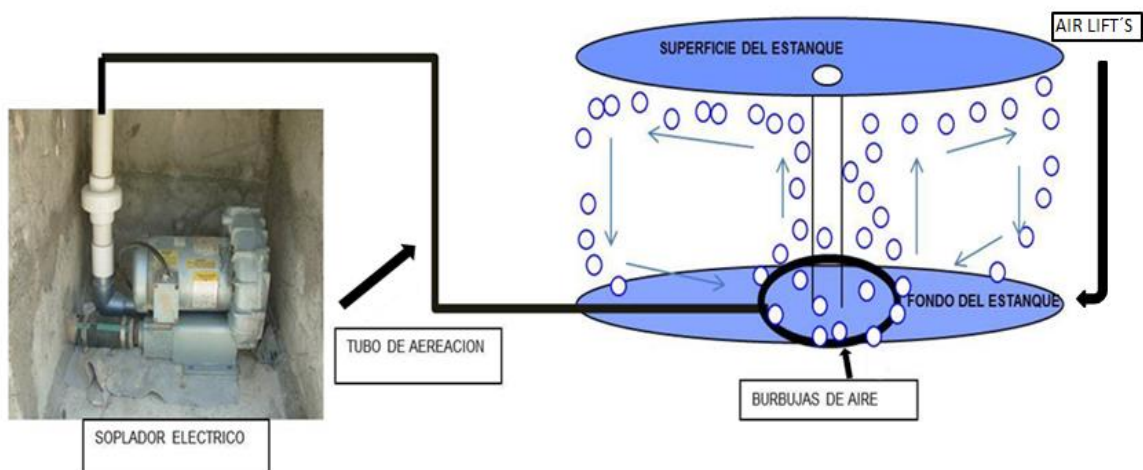
Los estanques fueron abastecidos de aireación permanente mediante el uso de sopladores regenerativos Sweetwater® de 1.5 y 3 HP, distribuidos mediante tubería de PVC hidráulico, de 1 pulgada en el perímetro del estanque y de ½ pulgada en la salida del aire. El sistema también contó con difusores tipo air lift's con orificios de 0.8 mm para la salida de aire, como se aprecia en las figuras 8, 9 y 10.³¹ La distribución de los estanques fue la siguiente:

- Dos estanques ubicados en el municipio de Kanasín. Sus características geográficas son las siguientes:
 - Coordenadas: Entre los paralelos 20°51' y 20°59' de latitud norte; los meridianos 89°28' y 89°37' de longitud oeste; altitud entre 0 y 100 m.³²
- Dos estanques ubicados en el municipio de Tekax. Sus características geográficas son las siguientes:

- Coordenadas: Entre los paralelos 19°42' y 20°22' de latitud norte; los meridianos 89°00' y 89°34' de longitud oeste; altitud entre 100 y 200 m.³³

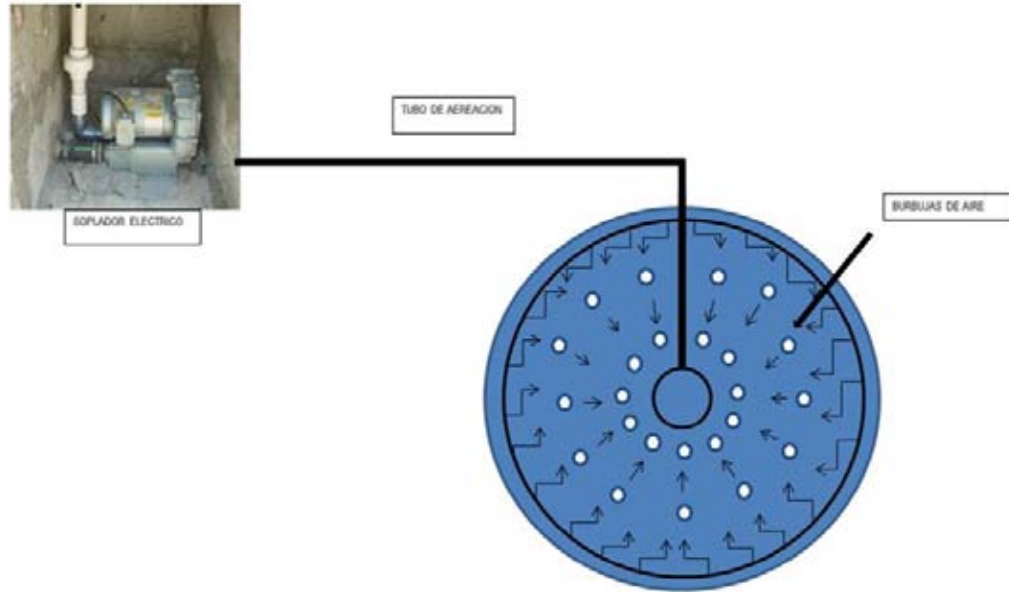
- Un estanque ubicado en el municipio de Mocochoá. Sus características geográficas son las siguientes:

- Coordenadas: Entre los paralelos 21°05' y 21°13' de latitud norte; los meridianos 89°24' y 89°30' de longitud oeste; altitud entre 7 y 10 m.³⁴



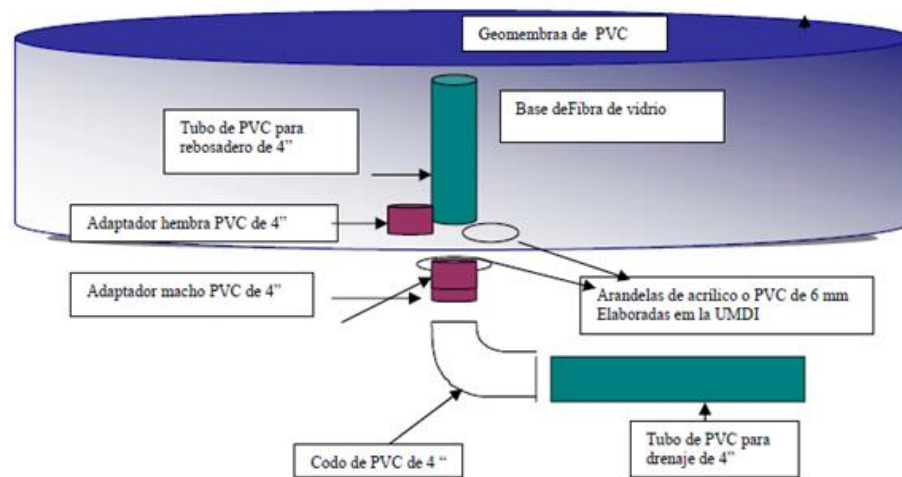
Fuente: Valenzuela M, Durruty C, Rosas C, López M, Gaxiola G. Construcción, manejo y operación de estanques circulares para cultivos acuícolas en la península de Yucatán. Manual Práctico. (Sisal) México: Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Académica Sisal-Facultad de Ciencias. 2012.

Figura 8. Aireación de los estanques (vista lateral).



Fuente: Valenzuela M, Durruty C, Rosas C, López M, Gaxiola G. Construcción, manejo y operación de estanques circulares para cultivos acuícolas en la península de Yucatán. Manual Práctico. (Sisal) México: Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Académica Sisal-Facultad de Ciencias. 2012.

Figura 9. Aireación de los estanques (vista desde arriba).



Fuente: Valenzuela M, Durruty C, Rosas C, López M, Gaxiola G. Construcción, manejo y operación de estanques circulares para cultivos acuícolas en la península de Yucatán. Manual Práctico. (Sisal) México: Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Académica Sisal-Facultad de Ciencias. 2012.

Figura 10. Tubería interna de los estanques (vista lateral).

5.1 PARÁMETROS FISICO QUÍMICOS

5.1.1 Calidad del agua

Para realizar el monitoreo de la calidad del agua fue necesario la utilización de un termómetro para registrar la temperatura del agua, marca HACH®, un refractómetro de la marca LINL® para medir la salinidad y finalmente un equipo de medición para agua dulce de la marca HACH® modelo F-22 que registró el pH, el nivel de amonio, nitrito, alcalinidad y dureza.

5.1.2 Temperatura

La temperatura fue tomada por medio de un termómetro para agua y el resultado fue registrado 3 veces por día, a las 6:00, 12:00 y 18:00 horas.

5.1.3 Oxígeno disuelto

El procedimiento para la medición del oxígeno disuelto se realizó introduciendo el oxímetro de la marca HACH modelo HQ 40d ®, 30 cm dentro del agua durante 20 segundos y tomando nota del registro del aparato en cada estanque, las mediciones se realizaron en 3 horarios a lo largo del día, los cuales fueron a las 6:00, 12:00 y 18:00 horas.

5.1.4 Amonio (NH₃)

Los niveles de amonio de cada estanque fueron evaluados una vez por semana por medio del kit HACH® modelo F-22 y el procedimiento fue el siguiente:

1.- Se llenaron 2 tubos de 25 ml con agua (uno con los reactivos y el otro como control) de cada estanque, se les agregó una gota de solución salina (reactivo Rochelle®) a cada tubo y se agitó.

2.- Posteriormente se le agregó a cada tubo un sobre con reactivo Nessler®, se agitaron y se dejaron reposar 10 minutos. Finalmente se observaron los tubos a contraluz y por medio de un disco indicador de amonio de colores se registró el resultado.

3.- Por medio de la siguiente fórmula matemática se obtuvo el valor del amonio en la medición:

$$\frac{(\text{Valor registrado en el disco}) (\text{pH})(\text{Temperatura})}{100} \quad (1.2) \quad = \text{ Nivel de NH}_3 \text{ mg/l}$$

5.1.5 Nitrito (NO₂)

Los niveles de nitrito de cada estanque también fueron evaluados una vez por semana por medio del kit HACH® modelo F-22 y el procedimiento fue el siguiente:

1.- Se llenaron 2 tubos con 25 ml de agua del estanque, cada uno.

2.- Se colocó el sobre del reactivo indicado del kit HACH F-22 ® a uno de los tubos con agua y se agitó, para dejarlo reposar por 10 minutos.

3.- Se compararon los 2 tubos a contra luz por medio del disco indicador para observar el nivel de nitritos del estanque.

5.1.6 Potencial de Hidrógeno (pH)

El pH se evaluó semanalmente en cada estanque y fue medido colocando 6 gotas de indicador® de pH del kit a uno de los tubos con agua, finalmente se comparó a contra luz por medio del disco indicador para observar el nivel de pH.

5.1.7 Alcalinidad

Para medir la alcalinidad mensualmente, se realizó la siguiente metodología:

- 1.- Se llenó un matraz con 100 ml de agua del estanque y se le agregó 1 g de fenoftaleína para que la solución cambiara de color.
- 2.- Por medio de un titulador, se agregó ácido sulfúrico gota por gota hasta que la mezcla de agua y fenoftaleína cambiaran de color nuevamente hasta tornarse de nuevo transparente.
- 3.- Una vez realizado el cambio de coloración se observó a contraluz y se registró el resultado marcado por el disco indicador.

5.1.8 Dureza

El procedimiento para realizar la medición 1 vez al mes fue el siguiente:

- 1.- Primero se llenó un vaso de precipitado con 100 ml de agua del estanque.
- 2.- Se colocaron 2 ml de solución amortiguadora Hardness 1®.
3. Se le agregó 1 g de reactivo Manver 2 Hardness® y se tituló con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).
- 4.- Una vez observada la coloración, se comparó a contraluz con el disco indicador y se registró el resultado.

5.1.9 Salinidad

La salinidad fue monitoreada una vez al mes y la medición se realizó colocando gotas de agua del estanque en el refractómetro LINL® y fue monitoreada semanalmente.

5.2 Biometrías

Las biometrías fueron realizadas para conocer el crecimiento de los organismos en base a su peso. Se colectó a los camarones con redes de cuchara en el momento en que se sirvió el alimento en los comederos en el horario de alimentación de las 16:00 horas, para facilitar su captura, hasta contabilizar 100 camarones. Posteriormente se colocaron en cubetas llenas de agua del estanque donde se extrajeron y se colocó a cada camarón en toallas de papel para finalmente pesarlo en una balanza granataria marca OHAUS® modelo Scout-Pro. En la cosecha final fue utilizada una balanza con una capacidad de 100 kg. El crecimiento en peso fue quincenal, hasta el momento de la cosecha. Todo fue registrado para su posterior evaluación.

5.3 Condiciones experimentales

Para iniciar el experimento, los estanques fueron llenados con agua extraída de pozo hasta alcanzar la capacidad de 200,000 l, éstos fueron previamente fertilizados con 20 Kg de melaza 5 días antes de la siembra de las post-larvas de camarón para iniciar la producción de los microorganismos conformadores de Biofloc. Se mantuvo un sistema de cero recambio de agua durante el experimento

y únicamente se añadió agua en la medida de la proporción requerida para compensar las pérdidas de agua por limpieza del estanque en la eliminación del sedimento y por la evaporación de la misma durante la engorda.²⁵

Los organismos fueron sembrados a una densidad de 100 por m² en cada uno de los estanques. Dando un total de 20,000 organismos por estanque.

Las PL de 0.0028 g de peso promedio, fueron aclimatadas de una salinidad de 30 ppm hasta 3 ppm, la aclimatación se realizó mediante un proceso rápido, que duró aproximadamente 1 hora y media, el cuál se efectuó en el laboratorio de larvicultura en Sisal. Para lograrlo fue necesario contar con una temperatura del agua similar entre el agua del contenedor de transporte con capacidad 50 l y el agua de los estanques, siendo la temperatura de 30 ± 0.3 °C. Posteriormente se adicionó gradualmente 5 l de agua del estanque al contenedor y se retiró 5 l de agua del contenedor cada 10 minutos, hasta que se reemplazó el agua del contenedor por el agua del estanque en su totalidad.

5.4 Alimentación

Las PL fueron alimentadas con alimento balanceado comercial de la marca Malta-Clayton® con 40% de proteína cruda durante todo el experimento. El protocolo de alimentación se realizó de la siguiente manera: 5 veces al día en los horarios de 8:00, 12:00, 16:00, 20:00 y 24:00 horas. La cantidad de alimento proporcionado se fue ajustando durante la engorda utilizando la siguiente metodología:

- 1.-Se realizó un muestreo (biometría) colectando 100 camarones cada 15 días.

2.-Con los datos de la biometría se obtuvo el promedio de peso de los camarones.

3.-Se multiplicó el peso promedio por el número total de animales sembrados por estanque.

4.-Este valor se multiplicó por 0.03 (que es la constante utilizada para la alimentación de los camarones y que equivale al 3% del peso vivo o biomasa total por cada estanque).

5.-El resultado obtenido fue la cantidad de alimento total que se proporcionó al día. La cifra resultante se dividió en 5 (raciones diarias) y a su vez se dividió nuevamente entre el número de comederos disponibles (3 comederos por estanque) para obtener la ración de alimento necesaria por comedero por estanque.

Ejemplo:

Peso promedio de los 100 camarones durante la biometría: 8 g

Número de camarones sembrados por estanque: 20,000

Constante del porcentaje de peso vivo utilizado para la alimentación: 3%

Número de veces que se proporcionará alimento por día: 5

Número de comederos: 3

$$\frac{(8 \text{ g})(20\,000)(0.03)}{5} = 960 \qquad \frac{960}{3} = 320$$

Por lo tanto la cantidad de alimento balanceado suministrada por estanque y por comedero en cada ración fue de 320 g.

Al iniciar el experimento y durante toda la engorda, se monitoreó la calidad del agua de los estanques periódicamente. Los parámetros que se midieron fueron los siguientes: el oxígeno disuelto en el agua (tres veces al día), la temperatura del agua (tres veces al día), el amonio (semanalmente), el pH (semanalmente), los nitritos (semanalmente), la alcalinidad (mensualmente), la dureza (mensualmente), y la salinidad (mensualmente).

5.5 Cosecha

La sobrevivencia se determinó al final del bioensayo pesando la totalidad de los camarones en la cosecha al final del experimento. Para realizar la cosecha, se bajó el nivel de los estanques paulatinamente y se capturaron los camarones del estanque con atarrayas y redes para después colocarse en contenedores con hielo. Por último, los organismos fueron pesados y empaquetados en presentaciones de 1 kg para su posterior almacenaje en congelador y finalmente colocarlos para la venta.

5.6 Análisis estadístico

A los resultados de la variable de crecimiento en las granjas se les realizó una prueba de normalidad y homogenicidad, una vez concluidos y siendo de distribución normal, se procedió a realizar una prueba de T de student para determinar y comparar cuál granja obtuvo los mejores resultados. El software utilizado fue STATA® 11.0.

5.7 Costos de producción

Se realizó un análisis para el cálculo de los costos y las utilidades obtenidas tanto de la producción de tilapia como del camarón por estanque en cada granja y se compararon entre si. El análisis de los costos se hizo con datos de sobrevivencia hipotéticos, en ambos casos de 95 %. Esto fue para obtener valores que nos cubrieran el máximo costo por todos los insumos y la mayor sobrevivencia durante todo el ciclo en cada estanque y así realizar una comparación que abarcara el mayor gasto de dinero posible que pudiera tenerse. Las 3 granjas en las que se realizó el experimento fueron establecidas por medio de apoyo del gobierno federal, gracias al programa Nacional de Apoyo a la Acuicultura Rural (PRONAR) a fondo perdido. Para realizar el análisis comparativo, la producción de las granjas se prorrateo para sacar el equivalente producido (en kg) entre 1 estanque de tilapia y 1 estanque de camarón en cada una de ellas, debido a que las granjas continuaron con su operación normal productiva de tilapia durante el experimento. La metodología para el cálculo fue la siguiente:³⁵

Costos Fijos

Dentro de los costos fijos se incluyó el equipo con motor, equipo sin motor y las instalaciones.

- Concepto Equipo con motor es igual a:

$$\text{SECM/E/Da/365*DC} = \text{CFT}$$

$$\text{CFT/PE} = \text{CFP}$$

SECM: Suma del Equipo con motor.

E: Número de estanques.

Da: Depreciación en años. En este caso 5 años.

365: Días del año.

DC: Días de cultivo.

CFT: Costo Fijo Total.

PE: Producción total de 1 estanque en kg de carne.

CFP: Costo Fijo Promedio.

- Concepto Equipo sin motor es igual a:

$$\text{SESM}/\text{E}/\text{Da}/365*\text{DC} = \text{CFT}$$

$$\text{CFT}/\text{PE} = \text{CFP}$$

SESM: Suma del Equipo sin motor.

E: Número de estanques.

365: Días del año.

Da: Depreciación en años. En este caso 5 años.

DC: Días de cultivo.

CFT: Costo Fijo Total.

PE: Producción total de 1 estanque en kg de carne.

CFP: Costo Fijo Promedio.

- Concepto Instalaciones es igual a:

$$SI/E/Da/365*DC = CFT$$

$$CFT/PE = CFP$$

SI: Suma de las instalaciones.

E: Número de estanques.

365: Días del año.

Da: Depreciación en años. En este caso 5 años.

DC: Días de cultivo.

CFT: Costo Fijo Total.

PE: Producción total de 1 estanque en kg de carne.

CFP: Costo Fijo Promedio.

- Mano de obra es igual a:

$$(SDT*NT)/E*DC = CFT$$

$$CFT/PE = CFP$$

SDT: Suma del salario de los trabajadores.

NT: Número de trabajadores.

E: Número de estanques.

DC: Días de cultivo.

CFT: Costo Fijo Total.

PE: Producción total de 1 estanque en kg de carne.

CFP: Costo Fijo Promedio.

- Predial es igual a:

$$P/E/365*DC = CFT$$

$$CFT/PE = CFP$$

P: Gasto de predial anual.

E: Número de estanques.

365: Días del año.

DC: Días de cultivo.

CFT: Costo Fijo Total.

PE: Producción total de 1 estanque en kg de carne.

CFP: Costo Fijo Promedio.

- Energía es igual a:

$$En/E/30.4*DC = CFT$$

$$CFT/PE = CFP$$

En: Gasto de la energía por mes.

E: Número de estanques.

30.4: Días de 1 mes.

DC: Días de cultivo.

CFT: Costo Fijo Total.

PE: Producción total de 1 estanque en kg de carne.

CFP: Costo Fijo Promedio.

- Teléfono/ Internet es igual a:

$$TI/E/30.4*DC = CFT$$

$$CFT/PE = CFP$$

TI: Gasto del teléfono e internet energía por mes.

E: Número de estanques.

30.4: Días de 1 mes.

DC: Días de cultivo.

CFT: Costo Fijo Total.

PE: Producción total de 1 estanque en kg de carne.

CFP: Costo Fijo Promedio.

- Hielo es igual a:

$$H/E/365*DC = CFT$$

$$CFT/PE = CFP$$

H: Gasto de hielo por ciclo.

E: Número de estanques.

30.4: Días de 1 mes.

DC: Días de cultivo.

CFT: Costo Fijo Total.

PE: Producción total de 1 estanque en kg de carne.

CFP: Costo Fijo Promedio.

- Agua es igual a:

$$A/E/30.4*DC = CFT$$

$$CFT/PE = CFP$$

A: Gasto de agua por mes.

E: Número de estanques.

30.4: Días de 1 mes.

DC: Días de cultivo.

CFT: Costo Fijo Total.

PE: Producción total de 1 estanque en kg de carne.

CFP: Costo Fijo Promedio.

- Medicina preventiva es igual a:

$$MP/E/365*DC = CFT$$

$$CFT/PE = CFP$$

MP: Gasto en medicina preventiva.

E: Número de estanques.

365: Días del año.

DC: Días de cultivo.

CFT: Costo Fijo Total.

PE: Producción total de 1 estanque en kg de carne.

CFP: Costo Fijo Promedio.

- Mantenimiento es igual a:

$$M/E/30.4*DC = CFT$$

$$CFT/PE = CFP$$

M: Gasto del mantenimiento.

E: Número de estanques.

30.4: Días de 1 mes.

DC: Días de cultivo.

CFT: Costo Fijo Total.

PE: Producción total de 1 estanque en kg de carne.

CFP: Costo Fijo Promedio.

Costos Variables

Dentro de los costos variables se incluyó la gasolina, el alimento (el cual fue contabilizado hipotéticamente por el consumo por parte de los animales a una sobrevivencia de 95% para obtener un costo máximo) y los animales (para este experimento, los animales fueron donados por parte del laboratorio de la UMDI, pero para cuestiones de costos de producción debe ser atribuido un costo real a las PL para realizar el análisis adecuadamente).

- Gasolina es igual a:

$$G/7*365*DC = CVT$$

$$CVT/PE = CVP$$

G: Gasto de la gasolina.

E: Número de estanques.

365: Días del año.

DC: Días de cultivo.

CFT: Costo Fijo Total.

PE: Producción total de 1 estanque en kg de carne.

CFP: Costo Fijo Promedio.

- Alimento es igual a:

$$KGA * \$A / E / DC / SLD = CVT$$

$$CVT / PE = CVP$$

KGA: Kg de alimento consumido durante el ciclo.

\$A: Costo del kg de alimento.

E: Número de estanques.

DCSLD: Días de cultivo sin tomar en cuenta los 4 días de limpieza y desinfección.

CFT: Costo Fijo Total.

PE: Producción total de 1 estanque en kg de carne.

CFP: Costo Fijo Promedio.

- Animales es igual a:

$$\$A * NAS = CVT$$

$$CVT / PE = CVP$$

\$A: Costo de cada animal.

NAS: Número de animales sembrados.

DC: Días de cultivo.

CFT: Costo Fijo Total.

PE: Producción total de 1 estanque en kg de carne.

CFP: Costo Fijo Promedio.

Costo Total (CT)

El Costo Total de la Producción se obtiene de la siguiente manera:

Costos Fijos Totales + Costos Variables Totales

Costo Promedio (CP)

Se obtiene de la siguiente manera:

Costos Fijos Promedio + Costos Variables Promedio

Ingreso Total (IT)

Lo obtenemos así:

Precio de venta (\$/ kg de carne)* (kg de carne producido)

Utilidad Bruta (UB)

Lo obtenemos de la siguiente manera:

Ingresos Totales – Costos Totales

Punto de Equilibrio en Unidades Producidas (PEUP)

$$\text{PEUP} = \frac{\text{Costos Fijos Totales}}{\text{Precio de Venta} - \text{Costos Variables Promedio}}$$

Punto de Equilibrio en Ventas (PEV)

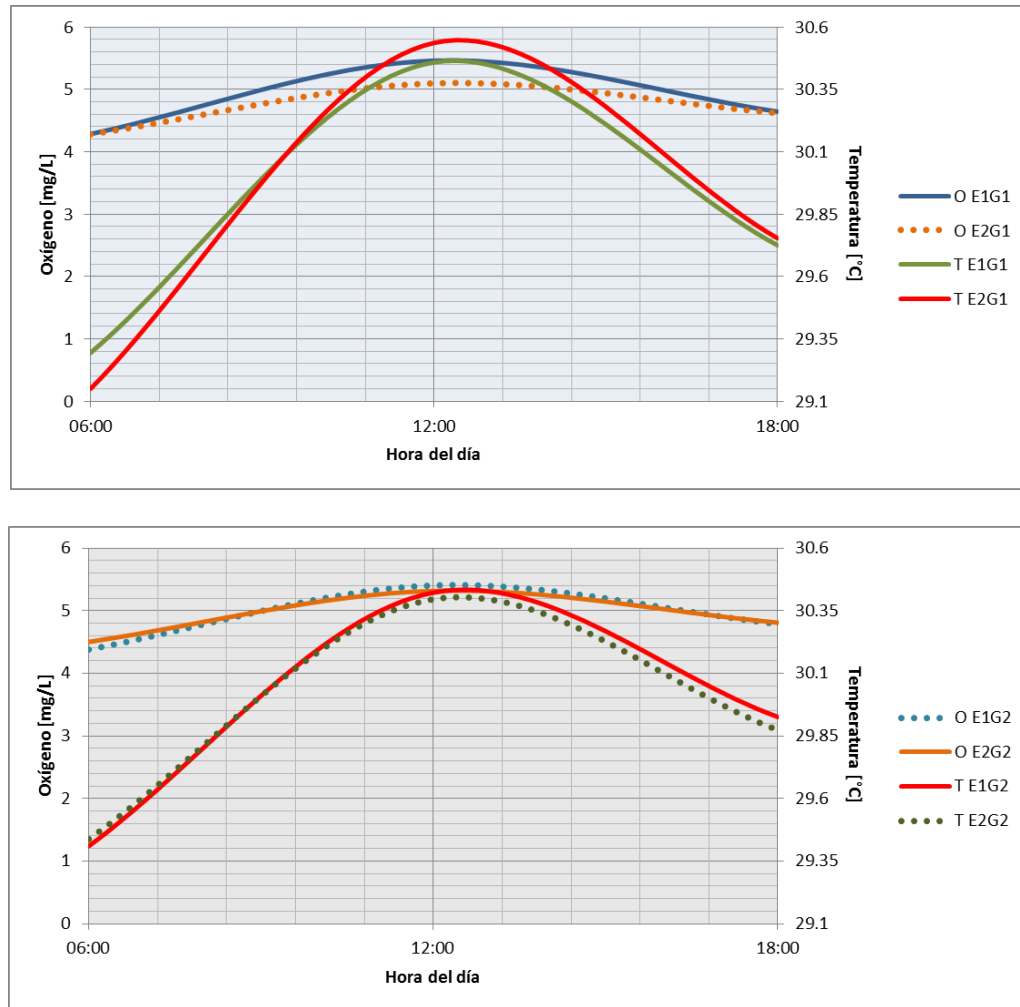
$$\text{PEV} = \frac{\text{Costos Fijos Totales}}{1 - \frac{\text{Costos Variables Promedio}}{\text{Precio de Venta}}}$$

Porcentaje de Ocupación (% de O)

$$\% \text{ de O.} = \frac{\text{Costos Fijos Totales}}{\text{Unidades producidas} * (\text{Precio de Venta} - \text{Costos Variables Promedio})}$$

6. RESULTADOS

En la Figura 11 se aprecia la relación presente en los estanques entre oxígeno disuelto y temperatura durante los 120 días que duró el experimento.



E1G1: Estanque 1 de la granja de Kanasín.

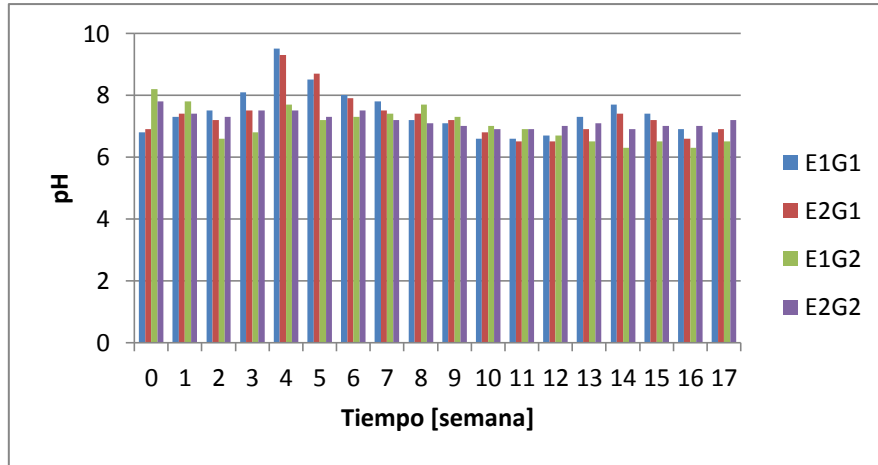
E2G1: Estanque 2 de la granja de Kanasín.

E2G1: Estanque 1 de la granja de Tekax.

E2G2: Estanque 2 de la granja de Tekax.

Figura 11. Relación entre Oxígeno disuelto y temperatura durante los 120 días de cultivo en los estanques.

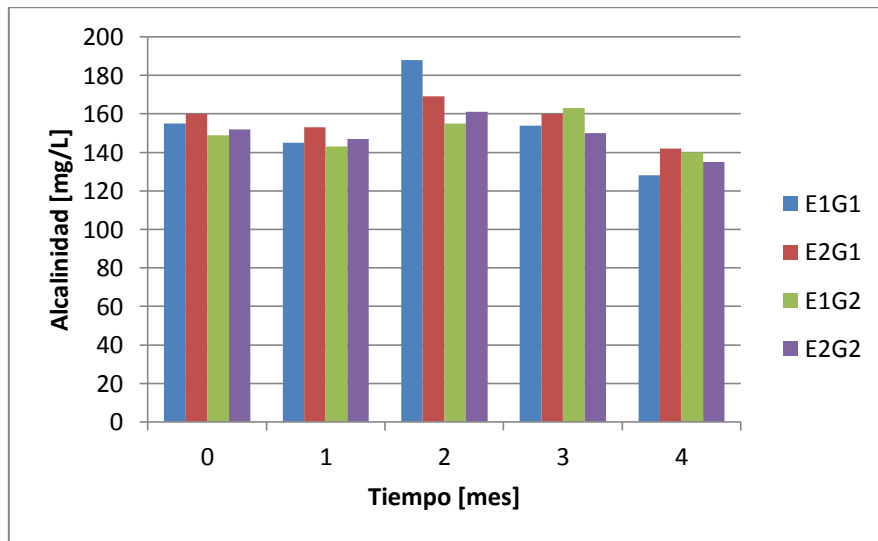
En la Figura 12 se observa el promedio del pH, el cual no presentó variaciones significativas en ningún estanque.



G1: Granja de Kanasín.
 G2: Granja de Tekax.

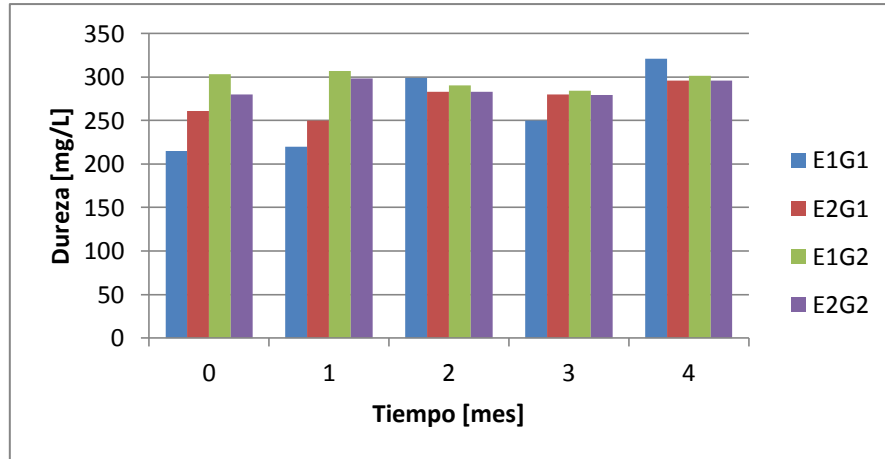
Figura 12. Gráfica de pH promedio de los 4 estanques durante los 120 días de cultivo.

La alcalinidad y la dureza registradas presentaron valores constantes y variaciones muy poco significativas en todos los estanques, como se observa en las Figuras 13 y 14.



G1: Granja de Kanasín.
 G2: Granja de Tekax.

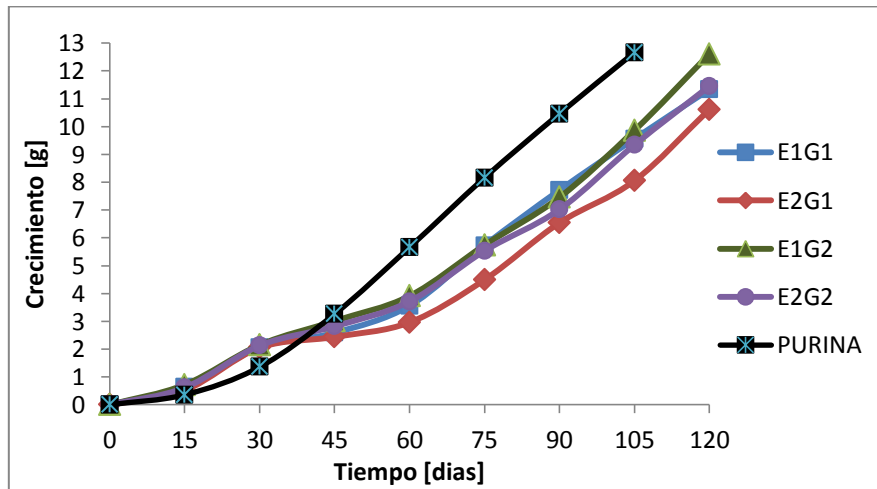
Figura 13. Gráfica de la alcalinidad promedio registrada durante los 120 días de cultivo.



G1: Granja de Kanasín.
 G2: Granja de Tekax.

Figura 14. Registro de la dureza promedio durante los 120 días de cultivo.

La Figura 15 muestra el crecimiento presente en cada estanque comparado con una producción de camarón en un ambiente marino a nivel comercial.



E1G1: Estanque 1 de la granja de Kanasín.
 E2G1: Estanque 2 de la granja de Kanasín.
 E1G2: Estanque 1 de la granja de Tekax.
 E2G2: Estanque 2 de la granja de Tekax.
 PURINA®: Parámetros a nivel comercial en un sistema hiperintensivo.

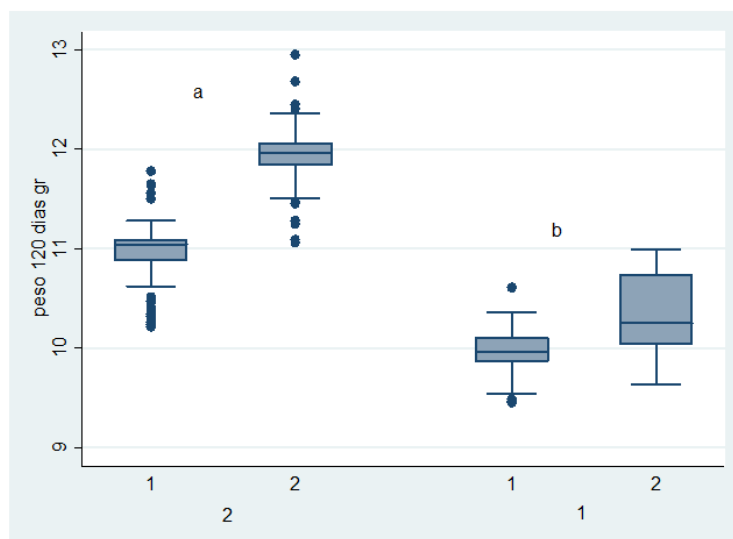
Figura 15. Crecimiento comparativo en gramos de los camarones entre los cuatro estanques y una granja comercial.

En el Cuadro 2 se aprecia la sobrevivencia y la biomasa registradas en ambas granjas.

	KANASÍN		TEKAX	
	E1	E2	E1	E2
SOBREVIVENCIA %	28.67	25.91	47.61	26.19
ORGANISMOS	5737	5183	9522	5240
Kg	65	55	120	60
PESO PROMEDIO g	11.33±0.23	10.61±0.12	12.60±0.22	11.45±0.24

Cuadro 2. Sobrevivencia y biomasa final en 2 granjas durante la engorda.

Los resultados indicaron que si hubo diferencias significativas ($p \geq 0.5$) entre el crecimiento de las granjas, creciendo más en la granja de Tekax (G2), además de que en ambos estanques de esta misma granja se presentó mayor uniformidad en la talla de los organismos, como lo indica la Figura 16, donde el rango en los valores de los diagramas de caja fueron más reducidos.



1: Granja Kanasín.
2: Granja Tekax.

Figura 16. Crecimiento (g) comparativo de los camarones entre las dos granjas a los 120 días.

- Costos de producción de tilapia en Kanasín (G1)

PRODUCCION TOTAL POR CICLO (kg) POR ESTANQUE	2,000
AÑO	365
ESTANQUES	8
DÍAS CULTIVO	186
DÍAS LIMP.	4
PESO PROM (g)	450
SOBREVIVENCIA (%)	95

COSTOS FIJOS

	Equipo con M						
			Da años	5			
1	Generador E	100000		12500			
1	Inyector 2hp	6500		6500			
1	Soplador 2hp	10000		1250			
1	Soplador 1hp	8000		1000			
1	Congelador	2500		2500			
						CFT	2420.54795
				23750	4750		
						CFP	1.21027397

	Equipo sin M						
			Da años	10			
6	Red cuchara	600		75			
6	Malla sombra	15000		1875			
2	Atarrayas	2600		325			
8	Cubetas	160		20			
6	Contenedores	2400		300			
9	Cajas plástico	810		101.25			
1	Tina de venta	2000		250			
2	Overoles	1000		125			
						CFT	156.507534
				3071.25	307.125		
						CFP	0.07825377

	Instalaciones						
			Da años	15			
8	Estanques 16m	400000		50000			
4	Estanques 6m	60000		7500			
1	Tuberia	30000		3750			
5	Sedimentador	60000		7500			
						CFT	2335.61644
				68750	4583.33		
						CFP	1.16780822

	Mano Obra						
						CFT	6975
4	Integrantes	300		37.5			
	Salario al día	75				CFP	3.4875

	Predial					CFT	19.109589
Anual	300		37.5	0.10273973			
						CFP	0.00955479

	Energía				CFT	764.802632
Mes	1000		125	4.11184211		
					CFP	0.38240132

	Tel/Int				CFT	229.440789
Mes	300		37.5	1.23355263		
					CFP	0.11472039

		Hielo			CFT	45.8630137
6	Marquetas	720	90	0.24657534		
					CFP	0.02293151

	Agua				CFT	3.82401316
Mes	5		0.625	0.02055921		
					CFP	0.00191201

	Med Prev				CFT	159.246575
Ciclo	2500		312.5	0.85616438		
					CFP	0.07962329

	Mantenimiento				CFT	382.401316
Mes	500		62.5	2.05592105		
					CFP	0.19120066

COSTOS VARIABLES

	Gasolina					
Semana	250	35.7142857	4.46428571	CVT	830.357143	
				CVP	0.41517857	

	Alimento				
kg	\$ kg	Etapa	Costo		
487.5	16	Alevinaje	7800		
1712.5	10	Engorda	17125		
				CVT	3115.625
			24925		
				CVP	1.5578125

	Animales				
Siembra	Costo c/u		Costo	CVT	112.5
1000	0.9		900		
				CVP	0.05625

Concepto	CFT	CFP	CVT	CVP	%
Gasolina			830.357143	0.41517857	4.73115275
Animales			112.5	0.05625	0.64099489
Alimento			3115.625	1.5578125	17.7519973
Da E C/M	2420.54795	1.21027397			13.7916343
Da E S/M	156.507534	0.07825377			0.89173804
Da Inst	2335.61644	1.16780822			13.3077173
Mano Obra	6975	3.4875			39.7416831
Predial	19.109589	0.00955479			0.10888132
Energía	764.802632	0.38240132			4.35764069
Tel/Int	229.440789	0.11472039			1.30729221
Hielo	45.8630137	0.02293151			0.26131518
Agua	3.82401316	0.00191201			0.0217882
Med Prev	159.246575	0.07962329			0.90734436
Mant	382.401316	0.19120066			2.17882034
TOTAL	13492.3598	6.74617992	4058.48214	2.02924107	100

CT	17,550.84
CP	8.77

TOTAL DE VENTA POR ESTANQUE POR CICLO (\$)	64,000
PRECIO POR KG (\$)	32

Utilidad Bruta	\$ 46,449.15	
PE en U de Prod.	419.60 kg producidos	
PE en ventas	\$ 13,492.29	
% de Ocupación	22.50	Con 22.5% de las instalaciones ocupadas se está en Punto de Equilibrio

- Costos de producción de camarón en Kanasín

PRODUCCION TOTAL POR CICLO (kg) POR ESTANQUE		208.43
AÑO		365
ESTANQUES		8
DÍAS DE CULTIVO		124
DÍAS DE LIMPIEZA		4
PESO PROMEDIO (g)		10.97
SOBREVIVENCIA (%)		95

COSTOS FIJOS

	Equipo con M					
			Da años	5		
1	Generador E	100000		12500		
1	Inyector 2hp	6500		6500		
1	Soplador 2hp	10000		1250		
NO	Soplador 1hp	8000		0		
1	Congelador	2500		2500		
						CFT 1545.75342
				22750	4550	
						CFP 7.41617533

	Equipo sin M						
			Da años	10			
6	Red cuchara	600		75			
6	Malla sombra	15000		1875			
2	Atarrayas	2600		325			
8	Cubetas	160		20			
6	Contenedores	2400		300			
9	Cajas plástico	810		101.25			
NO	Tina de venta	2000		0			
2	Overoles	1000		125			
						CFT	95.8452055
				2821.25	282.125		
						CFP	0.45984362

	Instalaciones						
			Da años	15			
8	Estanques 16m	400000		50000			
NO	Estanques 6m	60000		0			
1	Tuberia	30000		3750			
5	Sedimentadores	60000		7500			
						CFT	1387.21461
				61250	4083.333		
						CFP	6.65554197

	Mano Obra						
						CFT	4650
4	Integrantes	300		37.5			
	Salario al día	75				CFP	22.3096483

	Predial					CFT	12.739726
Anual	300	37.5	0.10273973				
						CFP	0.06112232

	Energía			CFT	407.894737
Mes	800	100	3.28947368		
				CFP	1.9569867

	Tel/Int			CFT	152.960526
Mes	300	37.5	1.23355263		
				CFP	0.73387001

		Hielo			CFT	30.5753425
6	Marquetas	720	90	0.24657534		
					CFP	0.14669358

	Agua			CFT	2.54934211
Mes	5	0.625	0.02055921		
				CFP	0.01223117

	Med Prev			CFT	106.164384
Ciclo	2500	312.5	0.85616438		
				CFP	0.5093527

	Mantenimiento			CFT	254.934211
Mes	500	62.5	2.05592105		
				CFP	1.22311668

COSTOS VARIABLES

	Alimento				
Kg	\$ kg	Etapas	Costo		
385	17.5	Engorda	6737.5		
				CVT	842.1875
			6737.5		
				CVP	4.04062515

	Animales				
Siembra	Costo c/u	Costo Millar	Costo	CVT	312.5
20000	0.125	125	2500		
				CVP	1.49930432

	Gasolina				
Semana	250	35.7142857	4.46428571	CVT	553.571429
				CVP	2.65591051

Concepto	CFT	CFP	CVT	CVP	%
Gasolina			553.571429	2.65591051	5.3459902
Animales			312.5	1.49930432	3.0178977
Alimento			842.1875	4.04062515	8.13323429
Da E C/M	1545.75342	7.416175333			14.9277622
Da E S/M	95.8452055	0.459843619			0.92560328
Da Inst	1387.21461	6.655541966			13.3967097
Mano Ob.	4650	22.30964832			44.9063177
Predial	12.739726	0.061122324			0.12303101
Energía	407.894737	1.956986695			3.93915068
Tel/Int	152.960526	0.733870011			1.4771815
Hielo	30.5753425	0.146693578			0.29527442
Agua	2.54934211	0.012231167			0.02461969
Med Prev	106.164384	0.509352701			1.0252584
Mant	254.934211	1.223116684			2.46196917
TOTAL	8646.63151	41.4845824	1708.25893	8.19583999	100

CT	10,354.89
CP	49.68

TOTAL DE VENTA POR ESTANQUE POR CICLO (\$)	25,011.6
PRECIO POR KG (\$)	120

Utilidad Bruta	\$ 14,656.70	
PE en U de Prod.	77.33 kg producidos	
Pe en ventas	\$ 8,646.56	
% de Ocupación	37.10	Con 37% de las instalaciones ocupadas se está en Punto de Equilibrio

- COMPARACIÓN TILAPIA VS CAMARÓN EN ESTA GRANJA

	PROD (kg)	CP (\$)	VENTA TOT. (\$)	CT \$	UT. LIBRE (\$)
CT TIL	2,000	8.77	64,000	17,550.84	46,449.15
CT CAM	208.43	49.68	25,011.6	10,354.89	14,656.70

UT TIL	46,449.15		DIFERENCIA EN \$	-31,792.44
UT CAM	14,656.70			

La utilidad libre de tilapia por kg fue de \$23.23 y la de camarón por kg fue de \$70.32. Existió una diferencia de \$47.09, la producción de camarón fue más rentable en cuanto a producción por kg.

Con la producción total por estanque de camarón se está dejando de ganar \$31,792.44 en comparación con la producción total de tilapia en la granja de Kanasín. (Granja número 1).

- Costos de producción de tilapia en Tekax (G2)

PRODUCCION TOTAL POR CICLO (kg) POR ESTANQUE	1,500
AÑO	365
ESTANQUES	5
DÍAS CULTIVO	186
DÍAS LIMP.	4
PESO PROM (g)	450
SOBREVIVENCIA (%)	95

COSTOS FIJOS

	Equipo con M					
			Da años	5		
NO	Generador E	0		0		
1	Inyector 2hp	6500		6500		
1	Soplador 2hp	10000		2000		
1	Soplador 1hp	8000		1600		
1	Congelador	2400		2500		
						CFT 1284.16438
				12600	2520	
						CFP 0.85610959

	Equipo sin M						
			Da años	10			
7	Red cuchara	700		140			
3	Malla sombra	7500		1500			
3	Atarrayas	3500		700			
10	Cubetas	200		40			
4	Contenedores	1600		320			
5	Cajas plástico	400		80			
NO	Tina de venta	0		0			
2	Overoles	1000		200			
						CFT	151.857534
				2980	298		
						CFP	0.10123836

	Instalaciones						
			Da años	15			
5	Estanques 16m	250000		50000			
2	Estanques 4m	30000		6000			
1	Tuberia	20000		4000			
NO	Sedimentadores	0		0			
						CFT	2038.35616
				60000	4000		
						CFP	1.35890411

	Mano Obra						
					CFT		18228
7	Integrantes	490		98			
	Salario al día	70			CFP		12.152

	Predial				CFT		30.5753425
Anual	300	60	0.16438356				
					CFP		0.02038356

	Energía			CFT	978.947368
Mes	800	160	5.26315789		
				CFP	0.65263158

	Tel/Int			CFT	244.736842
Mes	200	40	1.31578947		
				CFP	0.16315789

		Hielo			CFT	48.9205479
4	Marquetas	480	96	0.2630137		
					CFP	0.0326137

	Agua			CFT	6.11842105
Mes	5		0.03289474		
				CFP	0.00407895

	Med Prev			CFT	224.219178
Ciclo	2200	440	1.20547945		
				CFP	0.14947945

	Mantenimiento			CFT	489.473684
Mes	400	80	2.63157895		
				CFP	0.32631579

COSTOS VARIABLES

	Alimento				
Kg	\$ kg	Etapa	Costo		
365.6	16	Alevinaje	5849.6		
1284.3	10	Engorda	12843		
				CVT	3738.52
			18692.6		
				CVP	2.49234667

	Animales			
Siembra	Costo c/u	Costo	CVT	216
1200	0.9	1080		
			CVP	0.144

	Gasolina			
Semana	150	21.4285714	4.28571429	CVT 797.142857
			CVP	0.53142857

Concepto	CFT	CFP	CVT	CVP	%
Gasolina			797.142857	0.53142857	2.79924835
Animales			216	0.144	0.758506
Alimento			3738.52	2.49234667	13.1281938
Da E C/M	1284.16438	0.85610959			4.50947405
Da E S/M	151.857534	0.10123836			0.5332632
Da Inst	2038.35616	1.35890411			7.15789532
Mano O.	18228	12.152			64.0094789
Predial	30.5753425	0.02038356			0.10736843
Energía	978.947368	0.65263158			3.43767341
Tel/Int	244.736842	0.16315789			0.85941835
Hielo	48.9205479	0.0326137			0.17178949
Agua	6.11842105	0.00407895			0.02148546
Med Prev	224.219178	0.14947945			0.78736849
Mant	489.473684	0.32631579			1.71883671
TOTAL	23725.3695	15.816913	4751.66286	3.16777524	100

CT	28,477.03
CP	18.98

TOTAL DE VENTA POR ESTANQUE POR CICLO (\$)	48,000
PRECIO POR KG (\$)	32

Utilidad Bruta	\$ 19,522.96	
PE en U de Prod.	738.25 kg producidos	
Pe en ventas	\$ 23,725.27	
% de Ocupación	54.85	Con 54.8% de las instalaciones ocupadas se está en Punto de Equilibrio

- Costos de producción de camarón en Tekax

PRODUCCION TOTAL POR CICLO (kg) POR ESTANQUE		228.38
AÑO		365
ESTANQUES		5
DÍAS DE CULTIVO		124
DÍAS DE LIMPIEZA		4
PESO PROMEDIO (g)		12.02
SOBREVIVENCIA (%)		95

COSTOS FIJOS

	Equipo con M					
			Da años	5		
NO	Generador E	0		0		
1	Inyector 2hp	6500		6500		
1	Soplador 2hp	10000		2000		
NO	Soplador 1hp	8000		0		
1	Congelador	2400		2500		
					CFT	747.39726
				11000	2200	
					CFP	3.2726038

	Equipo sin M					
			Da años	10		
7	Red cuchara	700		140		
3	Malla sombra	7500		1500		
3	Atarrayas	3500		700		
10	Cubetas	200		40		
4	Contenedores	1600		320		
5	Cajas plástico	400		80		
NO	Tina de venta	2000		0		
2	Overoles	1000		200		
					CFT	101.238356
				2980		
					CFP	0.4432891

	Instalaciones					
			Da años	15		
5	Estanques 16m	250000		50000		
2	Estanques 4m	30000		0		
1	Tuberia	20000		4000		
NO	Sedimentadores	0		0		
					CFT	1223.0137
				54000	3600	
					CFP	5.3551699

	Mano Obra					
					CFT	12152
7	Integrantes	490		98		
	Salario al día	70			CFP	53.209563

	Predial				CFT	20.3835616
Anual	300	60	0.16438356			
					CFP	0.0892528

	Energía			CFT	489.473684
Mes	600	120	3.94736842		
				CFP	2.1432423

	Tel/Int			CFT	163.157895
Mes	200	40	1.31578947		
				CFP	0.7144141

		Hielo			CFT	32.6136986
4	Marquetas	480	96	0.2630137		
					CFP	0.1428045

	Agua			CFT	4.07894737
Mes	5	0.03289474			
				CFP	0.0178604

	Med Prev.			CFT	149.479452
Ciclo	2200	440	1.20547945		
				CFP	0.6545208

	Mantenimiento			CFT	326.315789
Mes	400	80	2.63157895		
				CFP	1.4288282

COSTOS VARIABLES

	Alimento				
kg	\$ kg	Etapas	Costo		
402	17.5	Engorda	7035		
				CVT	1407
			7035		
				CVP	6.1607847

	Animales				
Siembra	Costo c/u	Costo Millar	Costo	CVT	500
20000	0.125	125	2500		
				CVP	2.1893336

	Gasolina				
Semana	150	21.4285714	4.28571429	CVT	531.428571
				CVP	2.3269488

Concepto	CFT	CFP	CVT	CVP	%
Gasolina			531.428571	2.3269488	2.97759441
Animales			500	2.1893336	2.80150012
Alimento			1407	6.1607847	7.88342133
Da E C/M	747.39726	3.27260382			4.18766702
Da E S/M	101.238356	0.44328906			0.56723853
Da Inst	1223.0137	5.35516989			6.85254604
Mano Ob	12152	53.209563			68.0876588
Predial	20.3835616	0.08925283			0.1142091
Energía	489.473684	2.14324233			2.74252117
Tel/Int	163.157895	0.71441411			0.91417372
Hielo	32.6136986	0.14280453			0.18273456
Agua	4.07894737	0.01786035			0.02285434
Med Prev	149.479452	0.65452076			0.8375334
Mant	326.315789	1.42882822			1.82834744
TOTAL	15409.1523	67.4715489	2438.42857	10.677067	100

CT	17,847.58
CP	78.14

TOTAL DE VENTA POR ESTANQUE POR CICLO (\$)	27,405.60
PRECIO POR KG (\$)	120

Utilidad Bruta	\$ 9,558.01	
PE en U de Prod.	140.95 kg producidos	
Pe en ventas	\$ 15,409.06	
% de Ocupación	61.71	Con 61.7% de las instalaciones ocupadas se está en Punto de Equilibrio

- COMPARACIÓN TILAPIA VS CAMARÓN EN ESTA GRANJA

	PROD (kg)	CP (\$)	VENTA TOT.(\$)	CT (\$)	UT. LIBRE (\$)
CT TIL	1,500	18.98	48,000	28,477.03	19,522.96
CT CAM	228.38	78.14	27,405.60	17,847.58	9,558.01

UT TIL	19,522.96		DIFERENCIA EN \$	-9,964.94
UT CAM	9,558.01			

La utilidad libre de tilapia por kg fue de \$13.02 y la de camarón por kg fue de \$41.86. Existió una diferencia de \$28.84, la producción de camarón fue más rentable en cuanto a producción por kg.

Con la producción total por estanque de camarón se está dejando de ganar \$9,964.94 en comparación con la producción total de tilapia en la granja de Tekax.

(Granja número 2).

7. DISCUSIÓN

En la Figura 15 (página 47) se observa la tasa de crecimiento de los estanques en agua con baja salinidad, comparada con una granja comercial en agua marina. La tasa de crecimiento diario fue menor que en agua marina, lo cual es lógico, considerando las condiciones adversas para la fisiología de camarones que habitan en agua salada.

A nivel comercial, existe poca información publicada con respecto a las tasas de crecimiento y sobrevivencia de *L. vannamei* cuando se cultiva con agua de pozo o agua superficial de baja salinidad. En condiciones de laboratorio, Samocha³⁶ en el 2002, reportó que *L. vannamei* cultivado a salinidades menores de 2 ppm tuvo una mortalidad de 100%, y concluye que este camarón no puede sobrevivir en ambientes donde sólo existe cloruro de sodio o cloruro de calcio y de que existe una correlación entre la sobrevivencia y las concentraciones de los iones de potasio, magnesio y sulfatos.

Atwood³⁷ utilizó agua de pozo con bajas concentraciones de potasio y magnesio (6.2 y 4.6 mg/l respectivamente) y evaluó la adición de potasa (que contiene al menos 95% cloruro de potasio) elevando las concentraciones a 40 mg/l de potasio y 20 mg/l de magnesio y encontró que la adición tuvo un efecto significativo sobre la supervivencia de los organismos, incrementándose de 19% en 2001 a 67% en 2002, en tanto que la producción mejoró de 60 g/m² a 410 g/m² respectivamente. En lo anterior radica la importancia de la adición de la melaza en el cultivo, ya que además de permitir la formación de microorganismos que mantienen el sistema de

cero recambio de agua en los estanques, también es una fuente alta en magnesio para los camarones.

McNevin³⁸ coincide en que el cloro y el sodio son dos iones de importantes en la osmoregulación de los camarones, pero que no pueden sobrevivir en soluciones que contengan cloro y sodio exclusivamente, ya que no son iones suficientes para mantener la osmolaridad celular del camarón.

Saoud y Daves³⁹ señalan que con una salinidad de 0.5 a 3 ppm, con PL de 0.1 g de *L. vannamei*, la salinidad afecta al crecimiento en función del tamaño y la edad, y concluyen, que al parecer hay riesgos en el cultivo de esta especie cuando se cultivan PL a salinidades menores de 2 ppm.

Valenzuela y Rodríguez⁴⁰ realizaron un experimento en Sinaloa, comparando el crecimiento y la sobrevivencia de *L. vannamei* entre agua de baja salinidad y agua marina, a una densidad de siembra de 200 organismos por m², durante 84 días, a una salinidad de <1 ppm contra 34 ppm respectivamente, e indicaron que los principales iones limitantes para el crustáceo en mención son el potasio, el sodio y el magnesio y obtuvieron valores altos de bicarbonato de 314 mg/l. Observaron una mayor sobrevivencia en agua marina que en agua de baja salinidad, 85.5 % y 76.3 % respectivamente y un rendimiento de 1.51 kg/m² en agua marina, con 1.05 kg/m² en agua de baja salinidad. Demostrando que la diferencia en la concentración de iones de cloro y sodio no se ve reflejada significativamente en la sobrevivencia y peso de los organismos. Davis Y Samocha²⁰ mencionan que en un sistema semiintensivo, sembrando 109 organismos/m² a una salinidad de 3 ppm, los organismos crecieron hasta 14 g con una producción de hasta 1.2 kg/m².

En cambio Stern⁴¹ reportó en 2003 que con salinidades de 0.23 a 11 ppm se obtuvieron rendimientos de 0.45-4.39 kg/m², una sobrevivencia de 65% y un factor de conversión alimenticia de 0.7 a 2.3:1.

Pérez Velázquez y González Félix²² describen que utilizando sistemas con agua de pozo a una salinidad de 0.52 a 0.88 ppm durante 84 días y con una densidad de 200 postlarvas/m² obtuvieron una sobrevivencia que va del 76.35% al 78.36%, siendo positivas en comparación a los sistemas intensivos en condiciones marinas, ya que *L. vannamei* obtiene una sobrevivencia promedio del 80%.

Se ha reportado que el agua de pozo aun cuando provenga de un mismo acuífero, si se extrae en diferente zona, no mantiene constante ni la salinidad ni el perfil iónico⁴² y cuando se cultiva con agua de pozo, la constante de la salinidad y del perfil iónico no aplica para los diferentes acuíferos, por lo que la salinidad del agua de los pozos no necesariamente es el factor principal a considerar para decidir si el agua es apropiada o no para cultivar camarón.^{20, 43}

L. vannamei es una especie que se caracteriza por habitar en un ambiente acuático con intervalos amplios de salinidad, que van desde 1 hasta 40 ppm, ya que posee una excelente capacidad de regulación hiper e hipoosmótica.⁴⁴

Experimentos realizados en la UMDI, en Yucatán, reportan una sobrevivencia de 60% con camarones sembrados a una densidad que va de 50 a 100 organismos/m² con un factor de conversión alimenticia de 2.8:1 a 90 días de cultivo.⁴⁵

Valdéz⁴⁶ estudió juveniles de *L. vannamei* y observó, que se requiere un mayor gasto energético para mantener un metabolismo y equilibrio osmótico adecuado

cuando los organismos son cultivados en aguas con salinidades de 40 ppm, mientras que los camarones cultivados en medios acuáticos con salinidad baja, realizan un esfuerzo mínimo para mantener un equilibrio osmótico entre los fluidos corporales y el medio externo, optimizando sus procesos fisiológicos de tal manera, que el ahorro energético puede ser destinado al crecimiento del organismo y describe que a una salinidad de 26 ppm los juveniles de *L. vannamei* utilizan la menor cantidad energética para cubrir sus procesos metabólicos.

Aun cuando los camarones pueden utilizar eficientemente sus glándulas antenales y el tracto digestivo para mantener el balance iónico y osmótico⁴⁶, la capacidad osmoreguladora está más relacionada al desarrollo de los filamentos branquiales, los cuales sólo aparecen en peneidos durante las fases tardías de mysis y de manera rudimentaria, durante el periodo de PL temprana; alcanzando el desarrollo completo en las fases de PL tardía.⁴⁷ En la etapa postlarvaria es muy importante la capacidad osmoreguladora del camarón.

Se ha descrito que las postlarvas a partir de PL 15 de *L. vannamei* presentan una buena tolerancia a la baja salinidad del agua. Este fenómeno ha sido descrito en otras especies de peneidos, observándose que la tolerancia a la salinidad de los organismos depende también de la especie y variedad del camarón, como por ejemplo, que la variedad de *L. vannamei* ecuatoriano crece mejor a baja salinidad que la variedad cultivada en México.⁴⁸

McGraw y Scarpa⁴⁹ indicaron que niveles bajos en la concentración de los iones sodio, potasio, calcio y magnesio en el agua disminuyen la sobrevivencia del

camarón *L. vannamei* en contraste con altas concentraciones de estos iones y explican que entre los principales iones presentes en el agua de mar se encuentran el calcio, magnesio, potasio y el sodio, donde la salinidad promedio del agua de mar es de 34.5 ppm, pero en el verano, cuando la evaporación del agua es mayor al aumentar la temperatura en esta época del año, se genera una mayor concentración de estos iones en el agua marina.

Ceballos y Machado⁵⁰ reportaron que el camarón, para su mejor desarrollo, requiere de concentraciones específicas de los principales aniones y cationes: bicarbonato, sulfato, cloruro, calcio, magnesio y sodio, aunque los iones clave en agua de mar para la osmoregulación son el cloruro y el sodio, así como el potasio, siendo estos últimos determinantes en la activación de la bomba sodio-potasio. Describen que en general, el agua es apropiada para el cultivo de *L. vannamei*, cuando la salinidad es mayor o igual a 0.5 ppm y cuando la alcalinidad es equivalente a 90 mg/l de bicarbonato y de que en caso de no cumplirse estas condiciones, se hace necesaria la incorporación de sales minerales para compensar el déficit del agua a emplear.

Los crustáceos requieren de relativamente grandes cantidades de calcio para el proceso de la muda, y en el caso de *L. vannamei*, no existen reservas internas de calcio como en algunas especies de agua dulce, por lo que el calcio debe ser tomado continuamente del medio. Además reportan que existe un límite mínimo necesario (92 mg/l de bicarbonato de calcio) para que no se afecte el proceso de la muda y sugieren que cuando el agua de pozo presente concentraciones iónicas de magnesio, potasio y sodio por debajo de lo esperado para el cultivo del

camarón a 3 mg/l se propone su complementación con diferentes dosis de fertilizantes (sales minerales) disponibles para lograr una adecuada proporción iónica. Algunas de estas sales, como el muriato de potasio y el sulfato de magnesio, han sido empleadas con éxito durante el cultivo a baja salinidad de *L. vannamei*, para complementar las aguas deficientes en potasio y magnesio, respectivamente.⁴⁹

Roy y Davis⁵¹ describen para la FAO, la función de los principales iones minerales y el papel principal que juegan en el desarrollo del camarón de cultivo y mencionan que el calcio es un elemento necesario para la formación del nuevo exoesqueleto después de la muda, endureciendo el caparazón del camarón. Este mineral puede ser absorbido a través del tracto gastrointestinal (ayudado por la vitamina D3) y a través de las branquias de los crustáceos.

Existen granjas que utilizan hidróxido de calcio en los estanques de cultivo, y dentro de los beneficios que se obtienen con ello se encuentra la eliminación y control de algunos parásitos que pueden afectar a los organismos, además de ayudar a mantener el agua con la turbidez adecuada, evitando aguas oscuras que estresen al camarón. Además e incrementa el pH del suelo y se aumenta la liberación de nutrientes de los fangos del estanque y la descomposición de la materia orgánica.⁴⁹

El magnesio forma parte de los iones minerales esenciales como componente de huesos, cartílago y el exoesqueleto en el caso de los crustáceos (participa en la síntesis de mucopolisácaridos). Además actúa como cofactor o componente en distintos sistemas enzimáticos importantes y en la regeneración celular, en el

metabolismo de carbohidratos y el ciclo reproductivo. El magnesio junto con el calcio, intervienen en la activación de las enzimas que estimulan el músculo y la respuesta nerviosa (contracciones). También, el magnesio está involucrado en la regulación del balance ácido-base intracelular, de gran importancia en el metabolismo celular.⁴⁴ Este mineral es fácilmente absorbido a través del tracto gastrointestinal, branquias, piel y aletas de peces y crustáceos, sirve como cofactor y está involucrado en el metabolismo de lípidos, proteínas y carbohidratos, actuando en numerosas reacciones enzimáticas y metabólicas.⁴⁴

El potasio es otro de los iones de gran importancia para la célula, éste se encuentra en casi todos los fluidos y tejidos blandos del organismo, ya que es el principal catión de los fluidos intracelulares y participa en la regulación de la presión osmótica intracelular actuando como regulador del volumen extracelular. También desempeña una función vital manteniendo el equilibrio ácido-base. Igualmente tiene un papel fundamental en el metabolismo de los organismos.⁴⁴

Al igual que el sodio, el potasio tiene un efecto estimulante en la respuesta muscular y es requerido en la síntesis de glucógeno y proteínas, además de intervenir en la capacidad osmoreguladora de las células.

Tanto el potasio, como el magnesio son iones esenciales para el crecimiento, sobrevivencia y función osmoreguladora de los crustáceos. El mantener niveles inadecuados de potasio en el medio acuoso podría provocar una deficiencia en los procesos de osmoregulación, ya que la actividad enzimática está directamente relacionada con la concentración de potasio.⁴⁴

Por lo tanto, en el proceso de aclimatación como en la etapa de engorda dentro del cultivo de camarón, la alta mortalidad, puede estar asociada en parte a la composición iónica del agua más que a la baja salinidad. El camarón requiere de agua con concentraciones específicas de los principales aniones: bicarbonatos, sulfatos y cloruros, así como de los principales cationes: calcio, magnesio, potasio y sodio.⁵²

Los efectos fisiológicos que puede presentar el camarón durante su desarrollo, por un desequilibrio en la concentración de los iones en el agua pueden ser graves, de ahí la importancia de monitorear estos minerales.

El presente estudio reportó los resultados de la granja ubicada en Kanasín (G1) y de la granja de Tekax (G2) debido a que en la granja ubicada en el municipio de Mocochoá (G3) se presentó una mortalidad del 100 % de los organismos. Esta granja se encuentra en una zona que presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y está ocupado por zonas de agricultura y selvas, el cual es propicio para el hábitat de insectos, reptiles, aves y anfibios. Estos últimos, encabezados principalmente por ranas.⁵³ La mortalidad se debió a que el estanque se preparó y se protegió previniendo las plagas de aves e insectos como la libélula, la cual tiene su fase larvaria en un medio acuático, pero el estanque fue infestado por una plaga de ranas, durante la 8ª semana del cultivo.

Las cosechas de los camarones ubicados en la localidad de Tekax (Granja 2), fueron realizadas en el día 160 del cultivo, tiempo que sobrepasó por 40 días el estipulado para efectuarla. Por lo tanto, en ambos estanques de esta granja, el resultado de crecimiento fue obtenido al día 120 y el de sobrevivencia en el día

160. Esto fue porque las acciones y disposiciones que tuvieron que ver con el manejo dependieron en gran medida de los dueños particulares de las instalaciones y por el manejo que se dio durante el cultivo por parte del personal de trabajo, independientemente de las observaciones técnicas que se hicieron.

Como menciona Davis⁵⁴ en varios estudios acerca de la resistencia de *L. vannamei* en donde se observaron altas tasas de mortalidad (hasta un 17% en las primeras 48 horas.) en individuos con menos de 15 días de edad con salinidad de 4 ppm y por otro lado en el caso de individuos adultos (sobrepasando la talla de 18 g), ocurre un efecto similar en cuanto a altas mortalidades, debido a que la capacidad de osmoregulación disminuye mientras el camarón va llegando a la edad y talla adulta. Un factor que influyó notablemente en la sobrevivencia del camarón fue la temperatura, la cual fue disminuyendo paulatinamente por la época del año. El cultivo se inició en el mes de abril y se concluyó en el mes de agosto, por lo tanto los días que se extralimitaron a la cosecha en la granja de Tekax (G2) fueron un factor de gran importancia para los niveles de mortalidad, debido a que esta fecha coincide con el final de la época estival y el inicio de la estación otoñal, en donde la temperatura de la región empieza a disminuir, ocasionando un alto estrés en el camarón, el cual ya no se encuentra en su rango óptimo de temperatura provocándole la muerte.

La alimentación fue otro factor crucial en el cultivo del camarón. Aunque no fue un objetivo la evaluación del consumo de alimento, el presente estudio realizó un análisis de la tasa de alimentación. En el Anexo 1, podemos apreciar que en todos los estanques de ambas granjas, se subalimentaron a los organismos. Realizando

los ajustes quincenales para obtener la tasa de alimentación, en la granja de Kanasín (G1), en el estanque 1, la cantidad de alimento necesario fue de 385 kg y se proporcionó la cantidad de 95 kg, teniendo una diferencia de 290 kg. En el estanque 2 de la misma granja, la cantidad de alimento necesario fue de 333.1 kg y se proporcionó la cantidad de 85 kg, teniendo una diferencia de 248.1 kg. En la granja de Tekax (G2), en el estanque 1, la cantidad de alimento necesario fue de 402.7 kg y se proporcionó la cantidad de 160 kg, teniendo una diferencia de 242.7 kg y por último, en el estanque 2 de esta misma granja, la cantidad de alimento necesario fue de 378.8 kg y se proporcionó la cantidad de 100 kg, teniendo una diferencia de 278.8 kg.

La FAO⁵¹ establece que los criterios más utilizados para el perfil del alimento en los estanques son: apetito de los camarones, peso vivo, disponibilidad del alimento, alimento no consumido, tablas de racionamiento, calidad del agua, experiencia propia del personal de las granjas y control del alimento vivo de los estanques. Los problemas más usuales son la variabilidad de la calidad de los productos comerciales y deterioro de los productos frescos. Para la tasa de racionamiento, la FAO recomienda utilizarla en porcentaje del peso vivo al día en la preengorda con un valor de 3 al 100% (4 veces/día como mínimo), en la engorda de 2 al 20% (3 veces/día como mínimo) y en los reproductores del 3 al 7% (2 veces/día como mínimo), usando una partícula de alimento que posea una estabilidad en el agua de 2 minutos a 24 horas para el cultivo en agua dulce.⁵¹

En el Anexo 2, se puede observar que en las granjas comerciales como la de Purina®, utilizan en sus cultivos de agua marina una tasa de racionamiento

basada en un porcentaje de peso vivo al día en la engorda del 3% (3 veces/día como mínimo).

Por todo lo anterior, es evidente que los niveles de mortalidad, en contraste con la mayor uniformidad de talla que se registró en la granja 2, la cual se aprecia en la Figura 16 (página 48), se debió casi en su totalidad al manejo del cultivo, en especial en la alimentación de los camarones. Ya que no se siguió el protocolo con el ajuste de la tasa de alimentación correspondiente que se sugiere como mínimo para el total de organismos por estanque, y de acuerdo a la edad de los mismos.⁵⁴ Esta subalimentación en los organismos influyó en los cultivos, ya que el índice de canibalismo fue alto.

El hecho de que la alimentación no fuera proporcionada en ambas granjas como se estableció en el protocolo del experimento y que el tiempo de cosecha no se respetara en la granja de Tekax (Granja 2) se debió a las barreras de cambio a las que se enfrenta la mayoría de los proyectos de desarrollo comunitario. El origen y naturaleza de estos obstáculos es diverso, pero pueden distinguirse 3 principales categorías: culturales, sociales y psicológicas. Las primeras comprenden valores, creencias y actitudes que forman parte de un sistema tradicional de vida (en este caso, la cría de la tilapia), las segundas son producto de las obligaciones y expectativas tradicionales y las terceras dependen especialmente de las diferencias entre los procesos perceptivos de quien realice la innovación y el grupo receptor.⁵⁶ Diversos autores señalan que existen varios factores que provocan estos inhibidores de cambio y se pueden mencionar:

- Necesidad de estabilidad.

Las innovaciones constituyen una amenaza para el equilibrio de las relaciones entre los individuos y grupos. Debido al riesgo que implica la entrada de conocimientos nuevos a una organización social, ésta por su propia naturaleza, posee un carácter conservador.⁵⁶ La cría de tilapia es un sistema del que ya se tiene una amplia experiencia, el cultivo ya se ha trabajado por muchos años en estas granjas, en contraste con el camarón, el cuál fue cultivado por primera vez. Además de que el 55 por ciento de los titulares de la tierra tiene más de 50 años de edad. Y de ellos la mitad rebasa los 65 años. Provocando una resistencia natural al cambio.

- Esquema de codificación.

Los miembros de un grupo pueden desarrollar un sistema o terminología de comunicación que les sirva como barrera comunicativa y los distinga y aísle de extraños.⁵⁶ Incluso en este punto se puede ir más allá, ya que en zonas donde se realizó este experimento (zona del cono sur del Estado), aún se habla maya.

- Relaciones sociales.

Los patrones de conducta social representan barreras para la introducción de nuevos conocimientos por la amenaza que despiertan sus posibles repercusiones en la alteración de la estructura social existente.

- Desconfianza a extraños.

Debido a que previamente los productores ya han sido asesorados por técnicos, los cuales muchas veces son enviados por instituciones gubernamentales dependientes a partidos políticos, programas de fomento temporales e incluso por favoritismo y corrupción, los resultados que obtienen en sus cultivos no son los esperados por esta falta de continuidad en la asesoría y cuando un nuevo técnico ajeno a estas cuestiones quiere integrarse, existe una desconfianza justificada.

- Condición económica.

Una situación favorable es necesaria para promover los medios que implica poner a prueba nuevos e inciertos descubrimientos e innovaciones, pero el que se cuente con recursos económicos suficientes no significa receptividad a los conocimientos que el cambio reclama.⁵⁶ O por el contrario, la mala alimentación también fue provocada por la errónea concepción de ahorro de dinero al momento, pero que a la larga ocasionó la alta mortalidad y menor ganancia en kg y en dinero al final del experimento.

- Capacitación.

Es necesario realizar programas de entrenamiento y capacitación para que el productor ejecute de manera adecuada el protocolo de manejo del nuevo tipo de cultivo, en este caso el de camarón, ya que al estar acostumbrado al cultivo de tilapia, muchas veces se puede caer en el manejo erróneo, como por ejemplo alimentar a los camarones respecto a horarios correspondientes de tilapia, no dar

la ración adecuada, proporcionar la ración hasta que se considere que el camarón quedo satisfecho y dar la ración de alimento al camarón basado en experiencias previas con tilapia, pensado que con camarón es muy similar el manejo y teniendo repercusiones negativas en el cultivo y ocasionando alta mortalidad en los estanques.

- Tamaño.

Las organizaciones sociales grandes adoptan nuevas ideas y tecnologías más rápidamente que las pequeñas, lo que en cierta medida equivale a decir que conforme aumentan su tamaño, se facilita la introducción de innovaciones. En este experimento, las granjas son propiedad de pequeños grupos familiares.⁵⁶

Estos factores son los que se presentaron en la introducción del cultivo de camarón en las granjas productoras de tilapia y que son parte de las diferencias que existen entre un cultivo realizado bajo condiciones controladas y un cultivo realizado a nivel comercial con pequeños productores especializados en un solo tipo de cultivo, en zonas rurales.

Los resultados en el análisis de costos de producción durante este estudio, fueron obtenidos realizando el prorrateo de las instalaciones en ambas granjas, para obtener una correcta comparación en las producciones tanto de tilapia como de camarón; en la producción de camarón se realizó un ajuste manejando una sobrevivencia hipotética de 95% (misma sobrevivencia también en la producción de tilapia) y aunque en el experimento esto no ocurrió así, ese ajuste se debió

realizar para que fuera equivalente la comparación y así demostrar y justificar los costos que se tendrían. Por lo tanto, el análisis por estanque nos dice que:

a) Kanasín (G1)

- La producción de tilapia fue de 2000 kg. Los costos totales de producción fueron de \$17,550.80. Y el valor de la venta de la producción fue de \$64,000.00. Por lo tanto la utilidad libre fue de \$46,449.10.
- La producción de camarón sería de 208.43 kg. Los costos totales de producción serían de \$10,354.80. Y el valor de la venta de la producción sería de \$25,011.60. Por lo tanto la utilidad libre sería de \$14,656.70.

Esto nos indica que, con la producción total de camarón se está perdiendo \$31,792.00 en comparación con la producción total de tilapia, en la granja de Kanasín. (Granja número 1). Se necesitaría sembrar un 57.5% más (27,000 animales más por estanque) a los animales inicialmente sembrados y producirían 494.3 kg. Con este incremento en la siembra se obtendría una ganancia de \$932.20.

- Los costos de producción por kg de tilapia fueron de \$8.77 y el kg se vendió en \$32.00. Los costos de producción por kg de camarón fueron de \$49.68 y el kg se vendió en \$120.00.

- La utilidad libre de tilapia por kg fue de \$23.23 y la de camarón por kg fue de \$70.32. Siendo una diferencia de \$47.09. Por lo tanto, la producción de camarón si es más rentable en cuanto a producción por kg.

b) Tekax (G2)

- La producción de tilapia fue de 1500 kg. Los costos totales de producción fueron de \$28,477.00. Y el valor de la venta de la producción fue de \$48,000.00. Por lo tanto la utilidad libre fue de \$ 19,522.90.

- La producción de camarón sería de 228.38 kg. Los costos totales de producción serían de \$17,847.50. Y el valor de la venta de la producción sería de \$27,405.60. Por lo tanto la utilidad libre sería de \$9,558.10.

Esto nos indica que, con la producción de camarón se está perdiendo \$9,964.94 en comparación con la tilapia, en la granja de Tekax. (Granja número 2). Se necesitaría sembrar un 31% más (9,000 animales más por estanque) a los animales inicialmente sembrados y producirían 331.1 kg. Con este incremento en la siembra se obtendría una ganancia de \$1,438.95.

- Los costos de producción por kg de tilapia fueron de \$18.98 y el kg se vendió en 32.00. Los costos de producción por kg de camarón fueron de \$78.14 y el kg se vendió en \$120.00.

- La utilidad libre de tilapia por kg fue de \$13.02 y la de camarón por kg fue de \$41.86. Siendo una diferencia de \$28.84 y al igual que en la granja anterior, la producción de camarón por kg es más rentable.

Por lo tanto, la hipótesis de obtener un ingreso extra con el cultivo de camarón comparado contra la producción de tilapia se cumple en cuanto a producción por kg, ya que el camarón es más rentable, pero no se cumple en cuanto a producción total debido a que es necesario incrementar la densidad de siembra del camarón para producir más kg de carne y así superar a la ganancia total por estanque de la tilapia en ambas granjas.

Cabe resaltar que uno de los factores que más influyó e incrementó los costos de producción fue el insumo “Mano de Obra”, esto ocurrió debido a que al no existir una clara delimitación del salario, principalmente porque los trabajadores y los dueños de las granjas son los integrantes de la misma familia; ocurre un mal ajuste en el sueldo que se debería percibir, propiciando frecuentemente que el salario de los integrantes de la familia no se tome en cuenta, que sea muy inexacto y altere e incremente los costos, como ocurrió en este estudio. Por eso se sugiere que el insumo de la mano de obra se ajuste y estandarice realmente a la actividad y desempeño de las actividades sin importar que el trabajador sea familiar o no.

Lo anterior no es motivo para no producir camarón en baja salinidad, ya que el cultivo de camarón demuestra claras ventajas en las granjas productoras de tilapia, ya que logra desarrollar una diversificación en la empresa; porque al no

cerrarse únicamente a ofertar tilapia, estas granjas tienen cierta ventaja sobre otras.

8. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos bajo las condiciones experimentales empleadas, se puede concluir:

- El cultivo de *L. vannamei* en 2 de los 3 sitios de cultivo fue viable, debido a que las condiciones físico-químicas del agua fueron aptas para que los camarones pudieran crecer.
- La mortalidad estuvo relacionada con factores ajenos al cultivo, tales como la disponibilidad permanente de alimento, la capacitación y entrenamiento de los productores sobre la biología de los camarones y por el tiempo de cosecha. El 100% de mortalidad que se presentó en la granja de Mocochoá (Granja 3) se debió a factores externos del cultivo, y fue provocada por la introducción de organismos depredadores.
- El presente estudio indicó que la baja salinidad del agua no fue un factor que afectara el crecimiento de los camarones, ya que el estrés osmótico se redujo y se vio reflejado en el peso de la cosecha, el cuál no presentó una diferencia significativa en comparación con el cultivo en agua marina a nivel comercial.
- El análisis de costos demostró que es más rentable la producción de 1 kg camarón que de 1 kg tilapia, ya que se obtiene una mayor utilidad libre, no obstante, la ganancia total fue mayor en la producción de tilapia debido a que hubo un mayor volumen de kg de carne producidos de la misma en ambas granjas.

8.1 Sugerencias

Los estudios realizados en laboratorio y el presente trabajo han podido determinar que el camarón *L. vannamei* puede tolerar un amplio intervalo de salinidad, pasando desde aguas de muy baja salinidad que van de 0.5 a 2 ppm hasta aguas hipersalinas con concentraciones de 60 ppm. La sobrevivencia y crecimiento de *L. vannamei* en todos los sitios de cultivo fue posible, demostrando que la calidad fisicoquímica del agua es adecuada para este cultivo. No obstante es importante continuar con el monitoreo de calidad del agua para la determinación de las requerimientos de los animales en este tipo de cultivo, sobre todo por qué aún existen inconsistencias en la información publicada referente al efecto de la temperatura, salinidad y concentración de iones minerales (magnesio, calcio y potasio) con la frecuencia de mudas, sobrevivencia y desarrollo óptimo para la especie en condiciones de laboratorio, además de la casi nula información existente a nivel comercial.

En tal sentido, la siguiente etapa en la que se debería de poner énfasis, sería en seguir con la experimentación a nivel de laboratorio y posteriormente continuar a nivel comercial en el Estado de Yucatán, enfocando estudios sobre el perfil iónico del agua, las tasas de crecimiento y la sobrevivencia de la especie, que permitan el desarrollo de proyectos piloto en zonas de marginación y así proporcionar fuentes de empleo en zonas poco desarrolladas. Así mismo es de vital importancia realizar la adecuada capacitación del personal de granjas en el cultivo de camarón.

Otra ventaja adicional que presenta el cultivo del camarón en baja salinidad con un sistema de cero recambio de agua con uso de Biofloc, es el valor agregado con que se puede comercializar, ya que al ser un cultivo que no necesita incorporación de antibióticos y otros fármacos, además de estimular el sistema inmune y actuar como probiótico en el camarón, puede ofertarse como producto orgánico e incrementar el precio de venta del mismo, logrando así incrementar las ganancias para el productor. Por otra parte, como otros estudios han reportado, este tipo de cultivo permite la reutilización de efluentes o aguas residuales para su utilización en cultivos y riegos agrícolas. Estas aguas residuales poseen una alta cantidad de nutrientes y fertilizantes que ayudan al crecimiento de cultivos agrícolas, para consumo humano o como forrajes para ganado. La integración entre camaronicultura y otras actividades agropecuarias se pueden convertir en actividades sustentables y benéficas para el ambiente, permite un mayor aislamiento del medio marino que favorece a la bioseguridad, ya que como se mencionó, hasta la fecha no existen enfermedades de importancia económica en el cultivo de camarón en baja salinidad, a la vez que incrementa las ganancias debido a la obtención de productos adicionales¹⁶ y esto mismo se realizó en la granja ubicada en Kanasín (G1), en donde los efluentes de los estanques usados durante este experimento se utilizaron para regar cultivos y obtener excedentes con cosechas mango, naranja dulce, toronja, mandarina, nanche, noni, naranja agria, limón real, limón persa, limón criollo, limón italiano, guanábana, caimito, plátano y coco principalmente.

Debido a las características peculiares del cultivo de camarones de agua dulce, tales como viabilidad económica en pequeños proyectos, manejo y tecnología de cultivo relativamente simples y posibilidad de integración con la agricultura (proyectos de irrigación), sumado a las condiciones físicas y climáticas excepcionales existentes en Yucatán, este tipo de proyecto productivo puede incentivar a un gran número de campesinos y empresas como una alternativa agropecuaria, en regiones próximas o distantes del mar.

El mercado para camarones de agua dulce ha dejado de ser una duda, se ha convertido en una actividad muy promisoriosa y actualmente el consumo ha ganado terreno en muchas zonas a pesar de existir preferencia a los camarones marinos, favoreciendo de esta forma las granjas que cultivan a baja salinidad.

9. REFERENCIAS

1. Preciado L. Triste realidad del campo yucateco. Revista Yucatán. Diciembre 2010. Citado 2014 junio 6. Disponible en: <http://www.revistayucatan.com/v1/2010/12/31/triste-realidad-del-campo-yucateco/>.
2. Delfín QR. Cultivo de tilapias en Yucatán: Retos y perspectivas. Infocampo. Gaceta Rural de Yucatán, 2011; 27: 8-9.
3. Departamento de Pesca y Acuicultura. El estado mundial de la pesca y acuicultura 2014. FAO. Citado 2014 mayo 23. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3720s/index.html>.
4. Secretaria de Desarrollo Social y Medio Ambiente. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. (Yucatán) México: SEDUMA. 2010:116.
5. Muñoz O. Comparación entre extruido y peletizado en alimentos de camarones. Avances en nutrición acuícola. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición acuícola; 2004 noviembre 16-19; Hermosillo (Sonora) México. 2004: 397-417.
6. Laramore S, Laramore R, Scarpa J. Effect of low salinity on growth and survival of postlarvae and juvenile *Litopenaeus vannamei*. Journal of the World Aqua Society. 2001; 32:385-392.
7. El camarón, el principal producto acuícola en México. Panorama Acuicola Magazine. 2010. Citado 2014 15 junio. Disponible en: http://www.panoramaacuicola.com/editorial/2010711017el_camaron_el_principal_producto_acuicola_de_mexico.html.

8. Godínez E, Chávez M, Gómez S, Acuicultura epicontinental del camarón blanco del pacífico, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1031). Tropical and Subtropical Agroecosystems. 2011; 14: 55-62.
9. Rivera M. Efecto de la salinidad sobre el crecimiento y sobrevivencia en postlarvas y juveniles de camarón blanco *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) bajo condiciones de laboratorio (tesis de maestría). Manzanillo (Colima) México: Universidad de Colima, 1998.
10. Bray WA, et al. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction IHHN virus and salinity. Aquaculture. 1999; 122: 40-45.
11. Paez F. The environmental impact of shrimp aquaculture and the coastal pollution in Mexico. Marine pollution Bulletin. 1998; 36: 65-75.
12. Martínez LR. The effects of variation in feed protein level on the culture of White shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone) in low-water exchange experimental ponds. Aquaculture Research. 2002; 12: 995-998.
13. Velasco M. Comparison of survival and growth of *Litopenaeus vannamei* (Crustacea: Decapoda) postlarvae reared in static and recirculating culture systems. Texas Journal of Science. 2001; 3: 227-238.
14. Tacon A. Rendered animal bioproducts: a necessity in aquafeeds for the new millennium. Aquaculture Advocate. 2000; 2: 25-26.
15. Jiang D, Gong H. Shrimp farming in Arizona Desert: potentials and challenges. Aquaculture America 2002. Joint Conference of the National

Aquaculture Association and the US Chapter of the World Aquaculture Society; 2002 enero 27-30; San Diego (California) EUA. 2002; 163.

16. Bray WA. Un estudio de caso en el manejo del virus del síndrome de la mancha blanca en una granja de Centroamérica. Avances en nutrición acuícola. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición acuícola; 2004 noviembre 16-19; Hermosillo (Sonora) México. 2004: 397-417.

17. Flaherty M. Low salinity inland shrimp farming in Thailand. AMBIO. 2000: 174-179.

18. Limsuwan C. Closed recycle system for sustainable black tiger shrimp culture in freshwater areas. Paper presented at the Fifth Asian Fisheries Forum: International Conference on Fisheries and Food security Beyond the Year 2000. 1998 november 11-14; (Chiang Mai) Thailand. 1998.

19. Gong H, et al. A dietary modification approach to improve the osmoregulatory capacity of *Litopenaeus vannamei* cultures in the Arizona desert. Aquaculture nutrition. 2000; 190: 305-324.

20. Davis DA, et al. Acclimating Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, to inland, low-salinity water. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication. 2004; 2600.

21. Jory D, et al. Inland shrimp farming: potential and constraints. Books of Abstracts. World Aquaculture Society; 2003 may 19-23; (Salvador) Brazil. 2003: 385.

22. Pérez VM, González F. Propuesta de investigación 26-2005-3185 Módulo demostrativo del cultivo de camarón en agua de baja salinidad en el estado de Sonora. Sonora. Fundación Produce, 2006.
23. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Distribución Espacial de Especies Iónicas en el Acuífero de la Península de Yucatán 2013. INEGI-UNAM. Citado 2014 junio 17. Disponible en: <http://www.ciga.unam.mx/Seminariopy/Mondragon.pdf>.
24. Monroy-Dosta M, et al. Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia. Revista de biología marina y oceanografía. 2013; 48.
25. Valenzuela M. Condição fisiológica e imunológica do camarão rosa do Golfo de México *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1939) cultivado em Sistema BFT (Bio-Floc Technology) (tesis de maestría). (Río Grande do Sul) Brasil: Universidade Federale do Rio Grande, 2009.
26. Avnimelech Y. Biofloc Technology. A Practical Guide Book. 1a ed. The world of Aquaculture Society. 2012.
27. Serfling SA. Microbial flocs: natural treatment method supports fresh-water, marine species in recirculating systems. Global Aquaculture Advocate. 2006; 9: 34-36.
28. López M. Efecto del tipo de cultivo en el estado de salud de juveniles de *Litopenaeus vannamei* (tesis de licenciatura). Conkal (Yucatán) México: Intituto Tecnológico de Conkal, 2007.

29. Martínez-Córdova R. Camaronicultura, bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones peneidos. 1ª ed. México: AGT editores S.A, 1993: 27-28.
30. Aguilera D. Efecto de la enzima fitasa sobre las proteínas vegetales contenidas en dietas para la engorda de juveniles cultivados de camarón rosado del golfo de México (tesis de licenciatura). (D.F.) México, 2011.
31. Valenzuela M, Durruty C, Rosas C, López M, Gaxiola G. Construcción, manejo y operación de estanques circulares para cultivos acuícolas en la península de Yucatán. Manual Práctico. (Sisal) México: Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Académica Sisal-Facultad de Ciencias. 2012.
32. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Kanasín, Yucatán. México 2009. INEGI. Citado 2014 junio 29. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/31/31041.pdf>.
33. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Tekax, Yucatán. México 2009. INEGI. Citado 2014 junio 30. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/31/31079.pdf>.
34. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Mocochoá, Yucatán. México 2009. INEGI. Citado 2014 julio 3. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/31/31051.pdf>.
35. Pesado A, Pesado F, Meléndez R, et al. Economía Pecuaria. 1ª ed. México: Grupo Vanchri editores, 2007.

36. Samocha T, et al. Production of the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* in high-density greenhouse enclosed raceway using low salinity groundwater. Journal of Applied Aquaculture. 2004; 15: 1-9.
37. Atwood H, et al. Survival and growth of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae in low-salinity and mixed salt environments. Journal of the World Aquaculture Society. 2003; 34: 518-523.
38. Mc Nevin A, et al. Ionic supplementation of pond waters for inland culture of marine shrimp. Journal of the World Aquaculture Society. 2004; 35: 460-467.
39. Saoud IP, Davis DA. Effects of betaine supplementation to feeds of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared at extreme salinities. North American Journal of Aquaculture. 2005; 67: 351-353.
40. Valenzuela W, Rodríguez G, Esparza H. Cultivo intensivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone) en agua de pozo de baja salinidad como alternativa acuícola para zonas de alta marginación. Ra Ximhai. Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable. 2010; 6: 1-8.
41. Stern S, Daniels H, Letellier E. Tolerance of post larvae and juvenile *Penaeus vannamei* to low salinity. World Aquaculture, 1990. (Ottawa) Canadá.
42. Boyd C, Thunjai T. Concentrations of major ions in waters of inland shrimp farms in China, Ecuador, Thailand and the United States. Journal of the World Aquaculture Society. 2003; 34: 524-532.
43. Saoud I, et al. Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. Aquaculture. 2003; 217: 373-383.

44. Roy A, et al. Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity water. *Aquaculture*. 2007; 262: 461-469.
45. Valenzuela M. Cultivo de *Litopenaeus vannamei* en agua de baja salinidad. Estudio informativo. 2014. In press.
46. Valdéz G, et al. Efecto de la salinidad sobre la fisiología energética del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Hidrobiológica*. 2008; 18: 105-115.
47. Olin P, et al. Penaeid PL harvest, transport, acclimation and stocking. *Marine shrimp culture: Principles and Practices Developments in Aquaculture and Fisheries Science*. 1992; 23: 301-320.
48. Balbi f, et al. Aclimatación de postlarvas de diferentes edades y criaderos del camarón marino *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) a baja salinidad. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 2005; 40: 109-115.
49. McGraw W, Scarpa J. Determining ion concentrations for *Litopenaeus vannamei* culture in freshwater. *Global Aquaculture Advocate*. 5; 2002.
50. Ceballos J, et al. Cultivo tierra adentro de camarón marino *Litopenaeus vannamei*: evaluación del agua de dos granjas acuícolas en Cuba. *Revista Electrónica Veterinaria*. Cuba. 2012. Citado 2014 agosto 13. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060612/061203.pdf>.
51. Food and Agriculture Organization. La nutrición y la alimentación en la acuicultura de América Latina. Una diagnosis. FAO. 2014. Citado 2014 agosto 13. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab459s/AB459S04.htm>.

52. Boyd C, Thunjai T, Boonyaratpalin M. Dissolved salts in water for inland low-salinity shrimp culture. *Global Aquaculture Advocate*. 2002; 5: 40-45.
53. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Yucatán. México. 2013. Citado 2014 julio 25. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM31yucatan/municipios/31051a.html>.
54. Davis D, et al. Considerations for *Litopenaeus vannamei* reared in inland low salinity waters. *Avances en nutrición acuícola. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición acuícola; 2002 septiembre 3-16; Cancún (Quintana Roo). México. 2002.*
55. Mendoza J. La pobreza rural, problema multifacético que se cruza con los retos globales. *La jornada del campo*. Citado 2014 julio 25. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2011/07/16/retos.html>.
56. Havelock RG. *Planning for Innovation through Dissemination and Utilization of Knowledge*. 2a ed. USA: University of Michigan, 1971: 6-10.

10. ANEXOS

Anexo 1. Cantidad de alimento requerido y proporcionado en los estanques de camarón.

Estanque 1. Granja 1 (Kanasín)

DIAS DE SIEMBRA	NUM DE QUINCENA	BIOMETRIA	POBLACION	% DE PESO VIVO	DÍAS	TOT DE ALIM A LA QUINCENA (g)	
1	0	0.0028	20000	3	15	25.2	
15	1	0.6349	20000	3	15	5714.1	
30	2	2.0601	20000	3	15	18540.9	
45	3	2.5874	20000	3	15	23286.6	
60	4	3.5601	20000	3	15	32040.9	
75	5	5.7287	20000	3	15	51558.3	
90	6	7.7119	20000	3	15	69407.1	
105	7	9.5586	20000	3	15	86027.4	
Cosecha	120	8	10.935	20000	3	15	98415

TOTAL (g)	385015.5
TOTAL DE ALIMENTO NECESARIO (kg)	385.015
TOTAL DE ALIMENTO PROPORCIONADO (kg)	95
DIFERENCIA (kg)	-290.01

Estanque 2. Granja 1 (Kanasín)

DIAS DE SIEMBRA	NUM DE QUINCENA	BIOMETRIA	POBLACION	% DE PESO VIVO	DÍAS	TOT DE ALIM A LA QUINCENA (g)
1	0	0.0028	20000	3	15	25.2
15	1	0.5204	20000	3	15	4683.6
30	2	2.0504	20000	3	15	18453.6
45	3	2.4388	20000	3	15	21949.2
60	4	2.9608	20000	3	15	26647.2
75	5	4.4903	20000	3	15	40412.7
90	6	6.5407	20000	3	15	58866.3
105	7	8.0494	20000	3	15	72444.6
Cosecha 120	8	9.9653	20000	3	15	89687.7

TOTAL (g)	333170.1
TOTAL DE ALIMENTO NECESARIO (kg)	333.17
TOTAL DE ALIMENTO PROPORCIONADO (kg)	85
DIFERENCIA (kg)	-248.17

Estanque 1. Granja 2 (Tekax)

DIAS DE SIEMBRA	NUM DE QUINCENA	BIOMETRIA	POBLACION	% DE PESO VIVO	DÍAS	TOT DE ALIM A LA QUINCENA (g)
1	0	0.0028	20000	3	15	25.2
15	1	0.7202	20000	3	15	6481.8
30	2	2.1505	20000	3	15	19354.5
45	3	3.0123	20000	3	15	27110.7
60	4	3.9101	20000	3	15	35190.9
75	5	5.7341	20000	3	15	51606.9
90	6	7.4543	20000	3	15	67088.7
105	7	9.8564	20000	3	15	88707.6
Cosecha 120	8	11.9139	20000	3	15	107225.1


TOTAL (g)	402791.4
TOTAL DE ALIMENTO NECESARIO (kg)	402.791
TOTAL DE ALIMENTO PROPORCIONADO (kg)	160
DIFERENCIA (kg)	-242.79

Estanque 2. Granja 2 (Tekax)

DIAS DE SIEMBRA	NUM DE QUINCENA	BIOMETRIA	POBLACION	% DE PESO VIVO	DÍAS	TOT DE ALIM A LA QUINCENA (g)
1	0	0.0028	20000	3	15	25.2
15	1	0.6161	20000	3	15	5544.9
30	2	2.1283	20000	3	15	19154.7
45	3	2.8209	20000	3	15	25388.1
60	4	3.7122	20000	3	15	33409.8
75	5	5.5316	20000	3	15	49784.4
90	6	7.0188	20000	3	15	63169.2
105	7	9.3373	20000	3	15	84035.7
Cosecha	120	10.9274	20000	3	15	98346.6

TOTAL (g)	378858.6
TOTAL DE ALIMENTO NECESARIO (kg)	378.858
TOTAL DE ALIMENTO PROPORCIONADO (kg)	100
DIFERENCIA (kg)	-278.85

Anexo 2. Tabla de ajustes de alimentación utilizada por Purina en granjas comerciales y en cultivos de camarón en agua marina.



PROYECCIÓN ALIMENTACIÓN DIARIA

Sección Granja : **Intensivo**

Superficie (Ha.) : **0.75**

Siembra (org/m²): **50,00**

Total Siembra (#): **375,000**

Peso Siembra (g.): **0.004**

Fecha Siembra: **20-Jun-06**

Fecha Cosecha: **26-Sep-06**

Días de Cultivo: **98**

Día	Peso Prom. (g)	Inc. Peso (g)	Organismos (#)	Sup. (%)	Mort. (%)	Biomasa (Kg)	Tasa Alim. (% B.W.)	Alim. Diario (Kg)	Tipo de Alimento (Kg)		T.C.A.
									camaronina Ets	camaronina AT	
0	0.004	0.00	375,000	100.00%	3.00%	1.50	2.00%	0.18	0.18		0.12
1	0.013	0.01	373,393	99.57%	0.43%	4.69	11.71%	0.55	0.55		0.16
2	0.021	0.01	371,786	99.14%	0.43%	7.86	11.43%	0.90	0.90		0.21
3	0.030	0.01	370,179	98.71%	0.43%	11.00	11.14%	1.23	1.23		0.26
4	0.038	0.01	368,571	98.29%	0.43%	14.11	10.86%	1.53	1.53		0.31
5	0.047	0.01	366,964	97.86%	0.43%	17.19	10.57%	1.82	1.82		0.36
6	0.055	0.01	365,357	97.43%	0.43%	20.25	10.29%	2.08	2.08		0.41
7	0.06	0.30	363,750	97.00%	1.50%	23.28	10.00%	2.33	2.33		0.46
8	0.11	0.04	362,143	96.57%	0.21%	38.76	9.71%	3.77	3.77		0.57
9	0.15	0.04	362,143	96.57%	0.21%	54.22	9.43%	5.11	5.11		0.56
10	0.19	0.04	361,339	96.36%	0.21%	69.58	9.14%	6.26	6.26		0.57
11	0.24	0.04	360,536	96.14%	0.21%	84.88	8.86%	7.52	7.52		0.59
12	0.28	0.04	359,732	95.93%	0.21%	100.11	8.57%	8.58	8.58		0.42
13	0.32	0.04	358,929	95.71%	0.21%	115.27	8.29%	9.55	9.55		0.45
14	0.36	0.40	358,125	95.50%	1.30%	130.36	8.00%	10.43	10.43		0.48
15	0.42	0.06	357,429	95.31%	0.19%	150.53	7.71%	11.61	11.61		0.49
16	0.48	0.06	356,732	95.13%	0.19%	170.62	7.43%	12.67	12.67		0.51
17	0.54	0.06	356,036	94.94%	0.19%	190.63	7.14%	13.62	13.62		0.52
18	0.59	0.06	355,339	94.76%	0.19%	210.56	6.86%	14.44	14.44		0.54
19	0.65	0.06	354,643	94.57%	0.19%	230.42	6.57%	15.14	15.14		0.56
20	0.71	0.06	353,946	94.39%	0.19%	250.19	6.29%	15.73	15.73		0.58
21	0.76	0.60	353,250	94.20%	1.10%	269.88	6.00%	16.19	16.19		0.60
22	0.85	0.09	352,661	94.04%	0.16%	299.66	5.86%	17.55	17.55		0.60
23	0.94	0.09	352,071	93.89%	0.16%	329.34	5.71%	18.82	18.82		0.60
24	1.02	0.09	351,482	93.73%	0.16%	358.91	5.57%	20.00	20.00		0.61
25	1.11	0.09	350,893	93.57%	0.16%	388.39	5.43%	21.08	21.08		0.61
26	1.19	0.09	350,304	93.41%	0.16%	417.76	5.29%	22.08	22.08		0.62
27	1.28	0.09	349,714	93.26%	0.16%	447.03	5.14%	22.99	22.99		0.63
28	1.36	0.90	349,125	93.10%	1.10%	476.21	5.00%	23.81	23.81		0.65
29	1.49	0.13	348,536	92.94%	0.16%	520.21	4.93%	25.64	25.64		0.64
30	1.62	0.13	347,946	92.79%	0.16%	564.07	4.86%	27.40	27.40		0.64
31	1.75	0.13	347,357	92.63%	0.16%	607.78	4.79%	29.09	29.09		0.64
32	1.88	0.13	346,768	92.47%	0.16%	651.33	4.71%	30.71	30.71		0.65
33	2.01	0.13	346,179	92.31%	0.16%	694.73	4.64%	32.26	32.26		0.65
34	2.14	0.13	345,589	92.16%	0.16%	737.98	4.57%	33.74	33.74		0.66
35	2.26	1.00	345,000	92.00%	1.10%	781.08	4.50%	35.1	35.1		0.67
36	2.41	0.14	344,411	91.84%	0.16%	828.95	4.43%	36.71	36.71		0.67
37	2.55	0.14	343,821	91.69%	0.16%	876.65	4.36%	38.20	38.20		0.68
38	2.69	0.14	343,232	91.53%	0.16%	924.18	4.29%	39.61	39.61	11.88	0.69
39	2.84	0.14	342,643	91.37%	0.16%	971.54	4.21%	40.94	40.94	16.38	0.70
40	2.98	0.14	342,054	91.21%	0.16%	1,018.73	4.14%	42.20	42.20	21.10	0.71
41	3.12	0.14	341,464	91.06%	0.16%	1,065.76	4.07%	43.39	43.39	26.03	0.72
42	3.26	1.10	340,875	90.90%	1.10%	1,112.62	4.00%	44.57	44.57	31.15	0.73
43	3.42	0.16	340,286	90.74%	0.16%	1,164.17	3.93%	45.74	45.74	36.34	0.73
44	3.58	0.16	339,696	90.59%	0.16%	1,215.53	3.86%	46.88	46.88	41.68	0.74
45	3.74	0.16	339,107	90.43%	0.16%	1,266.71	3.79%	47.95	47.95	47.15	0.75
46	3.89	0.16	338,518	90.27%	0.16%	1,317.70	3.71%	48.94	48.94	52.64	0.76
47	4.05	0.16	337,929	90.11%	0.16%	1,368.51	3.64%	49.85	49.85	58.15	0.76
48	4.21	0.16	337,339	89.96%	0.16%	1,419.14	3.57%	50.68	50.68	63.68	0.77
49	4.36	1.30	336,750	89.80%	1.10%	1,469.58	3.50%	51.44	51.44	69.15	0.78
50	4.55	0.19	336,161	89.64%	0.16%	1,529.44	3.43%	52.44	52.44	74.64	0.79
51	4.74	0.19	335,571	89.49%	0.16%	1,589.07	3.36%	53.35	53.35	80.15	0.79
52	4.92	0.19	334,982	89.33%	0.16%	1,648.49	3.29%	54.16	54.16	85.64	0.79
53	5.11	0.19	334,393	89.17%	0.16%	1,707.70	3.21%	54.89	54.89	91.15	0.80
54	5.29	0.19	333,804	89.01%	0.16%	1,766.68	3.14%	55.52	55.52	96.64	0.80
55	5.48	0.19	333,214	88.86%	0.16%	1,825.44	3.07%	56.07	56.07	102.15	0.81
56	5.66	1.30	332,625	88.70%	1.10%	1,883.99	3.00%	56.52	56.52	107.64	0.81



PROYECCIÓN ALIMENTACIÓN DIARIA

Sección Granja :	Intensivo
Superficie (Ha.) :	0.75
Siembra (org/m ²):	50.00
Total Siembra (#):	375,000
Peso Siembra (g.):	0.004

Fecha Siembra:	20-Jun-06
Fecha Cosecha:	26-Sep-06
Días de Cultivo:	98

Dia	Peso Prom. (g)	Inc. Peso (g)	Organismos (#)	Sup. (%)	Mort. (%)	Biomasa (Kg)	Tasa Alim. (% B.W.)	Alim. Diario (Kg)	Tipo de Alimento (Kg)		F.C.A.
									camaronina Etis	camaronina AT	
									Migaja std.	Pellet 2.38 mm.	
57	5.85	0.19	332,036	88.54%	0.16%	1,942.31	2.99%	57.99		57.99	0.82
58	6.04	0.19	331,446	88.39%	0.16%	2,000.42	2.97%	59.44		59.44	0.82
59	6.22	0.19	330,857	88.23%	0.16%	2,058.31	2.96%	60.87		60.87	0.83
60	6.41	0.19	330,268	88.07%	0.16%	2,115.98	2.94%	62.27		62.27	0.84
61	6.59	0.19	329,679	87.91%	0.16%	2,173.43	2.93%	63.65		63.65	0.84
62	6.78	0.19	329,089	87.76%	0.16%	2,230.66	2.91%	65.01		65.01	0.85
63	6.96	1.20	328,500	87.60%	1.10%	2,287.67	2.90%	66.34		66.34	0.86
64	7.14	0.17	327,911	87.44%	0.16%	2,339.78	2.89%	67.52		67.52	0.87
65	7.31	0.17	327,321	87.29%	0.16%	2,391.69	2.87%	68.68		68.68	0.88
66	7.48	0.17	326,732	87.13%	0.16%	2,443.40	2.86%	69.81		69.81	0.89
67	7.65	0.17	326,143	86.97%	0.16%	2,494.90	2.84%	70.93		70.93	0.90
68	7.82	0.17	325,554	86.81%	0.16%	2,546.20	2.83%	72.02		72.02	0.91
69	7.99	0.17	324,964	86.66%	0.16%	2,597.30	2.81%	73.10		73.10	0.92
70	8.16	1.20	324,375	86.50%	1.10%	2,648.20	2.80%	74.15		74.15	0.93
71	8.34	0.17	323,786	86.34%	0.16%	2,698.89	2.79%	75.18		75.18	0.94
72	8.51	0.17	323,196	86.19%	0.16%	2,749.39	2.77%	76.20		76.20	0.95
73	8.68	0.17	322,607	86.03%	0.16%	2,799.68	2.76%	77.19		77.19	0.96
74	8.85	0.17	322,018	85.87%	0.16%	2,849.77	2.74%	78.17		78.17	0.97
75	9.02	0.17	321,429	85.71%	0.16%	2,899.65	2.73%	79.12		79.12	0.98
76	9.19	0.17	320,839	85.56%	0.16%	2,949.34	2.71%	80.05		80.05	0.99
77	9.36	1.10	320,250	85.40%	1.10%	2,998.82	2.70%	80.97		80.97	1.00
78	9.52	0.16	319,661	85.24%	0.16%	3,043.54	2.69%	81.74		81.74	1.02
79	9.68	0.16	319,071	85.09%	0.16%	3,088.06	2.67%	82.50		82.50	1.03
80	9.84	0.16	318,482	84.93%	0.16%	3,132.41	2.66%	83.23		83.23	1.04
81	9.99	0.16	317,893	84.77%	0.16%	3,176.57	2.64%	83.95		83.95	1.05
82	10.15	0.16	317,304	84.61%	0.16%	3,220.54	2.63%	84.65		84.65	1.06
83	10.31	0.16	316,714	84.46%	0.16%	3,264.33	2.61%	85.34		85.34	1.08
84	10.46	1.10	316,125	84.30%	1.10%	3,307.93	2.60%	86.01		86.01	1.09
85	10.62	0.16	315,536	84.14%	0.16%	3,351.35	2.59%	86.66		86.66	1.10
86	10.78	0.16	314,946	83.99%	0.16%	3,394.56	2.57%	87.29		87.29	1.11
87	10.94	0.16	314,357	83.83%	0.16%	3,437.63	2.56%	87.91		87.91	1.12
88	11.09	0.16	313,768	83.67%	0.16%	3,480.49	2.54%	88.50		88.50	1.13
89	11.25	0.16	313,179	83.51%	0.16%	3,523.17	2.53%	89.09		89.09	1.15
90	11.41	0.16	312,589	83.36%	0.16%	3,565.66	2.51%	89.65		89.65	1.16
91	11.56	1.10	312,000	83.20%	1.10%	3,607.97	2.50%	90.20		90.20	1.17
92	11.72	0.16	311,411	83.04%	0.16%	3,650.09	2.49%	90.73		90.73	1.18
93	11.88	0.16	310,821	82.89%	0.16%	3,692.03	2.47%	91.25		91.25	1.19
94	12.04	0.16	310,232	82.73%	0.16%	3,733.78	2.46%	91.74		91.74	1.20
95	12.19	0.16	309,643	82.57%	0.16%	3,775.34	2.44%	92.23		92.23	1.21
96	12.35	0.16	309,054	82.41%	0.16%	3,816.72	2.43%	92.69		92.69	1.23
97	12.51	0.16	308,464	82.26%	0.16%	3,857.92	2.41%	93.14		93.14	1.24
98	12.66	0.00	307,875	82.10%	1.10%	3,898.93	2.40%	93.57		93.57	1.25
								4,862.35	700.65	4,161.70	
								100.00%	14.41%	85.59%	

Notas:

- Las cantidades de alimento proyectadas en esta tabla, son con base a una estimación previa de supervivencia, crecimiento, biomasa y B.W.%; estimados por resultados anteriores (ciclo-2 '05). Estas cantidades de alimento nos ayudaran como guía en nuestra alimentación diaria; pero el monitoreo directo del estanque, por medio de testigos de alimentación (charotas), nos van a indicar una ración real y justa al requerimiento del camarón, que puede coincidir o no con la cantidad proyectada de esta tabla.
- La talla del camarón, es la que nos indicará el cambio del tamaño de partícula a suministrar. Con esto, si el crecimiento del camarón es mayor al estimado en la tabla, el cambio de un tipo de alimento a otro con respecto al tamaño de partícula, se hará más rápido o viceversa.

Anexo 3. Glosario

Bentónico: Organismo que habita el fondo de los ecosistemas acuáticos.

Ciclo circadiano: Ritmo biológico que presentan los seres vivos para realizar alguna actividad y variación fisiológica y que se caracteriza por suceder a intervalos regulares de tiempo.

Costo Fijo: Cantidad de dinero de un insumo fijo necesaria para la producción en la granja.

Costo Variable: Cantidad de dinero de un insumo variable necesaria para la producción en la granja.

Costo Promedio: Cantidad total de dinero necesaria para producir 1 kg de carne.

Costo Total: Cantidad total de dinero necesaria para producir el total de kg de carne que puede soportar 1 estanque.

Costo Fijo Promedio: Cantidad de dinero del insumo fijo en cuestión que se necesita para producir 1 kg de carne.

Costo Fijo Total: Cantidad de dinero del insumo fijo en cuestión que se necesita para producir el total de kg de carne que puede soportar 1 estanque durante 1 ciclo productivo.

Costo Variable Promedio: Cantidad de dinero del insumo variable en cuestión que se necesita para producir 1 kg de carne

Costo Variable Total: Cantidad de dinero del insumo variable en cuestión que se necesita para producir el total de kg de carne que puede soportar 1 estanque durante 1 ciclo productivo.

Ectotermo: Tipo de animal cuya temperatura corporal depende exclusivamente de la temperatura del ambiente en que se hallan. También son conocidos como poiquiloterms.

Euritermo: Organismo que soporta considerable variaciones de temperatura.

Eurihalino: Organismos acuáticos capaces de soportar un rango amplio de concentración de sales.

Eutrofización: Proceso natural y/o antropogénico que consiste en el enriquecimiento de las aguas con nutrientes, a un ritmo tal que no puede ser compensado naturalmente, de manera que la descomposición del exceso de

materia orgánica produce una disminución del oxígeno en las aguas, ocasionar el florecimiento de mareas rojas, entre otros.

Pelágico: Animal marino que vive en zonas del océano que no están sobre la plataforma continental.

Peneido: Familia de los crustáceos que incluye varias especies de importancia económica. Los cuales son objeto de pesca comercial y de la acuicultura en ambientes marinos y de baja salinidad.

Postlarva: Estadio del ciclo biológico del camarón, posterior a la etapa larvaria y anterior a la etapa juvenil, donde por lo general es sembrado para la engorda. Se caracteriza por tener una dieta omnívora. Se clasifica de acuerdo a los días de edad.

Punto de Equilibrio: Situación financiera de la granja donde la ganancia por ventas de carne es igual a los costos de producción, es decir, en este punto no se gana ni se pierde dinero.

Unidades Producidas: En este experimento, kg de carne producida en cada granja.

Utilidad Libre: Ganancias de dinero obtenidas por la venta de los kg producidos y que han superado el punto de equilibrio de la granja.

Zona estuarina: Zona donde se da la desembocadura en el mar de un río amplio y profundo, e intercambia con éste agua salada y agua dulce, debido a las mareas.