

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE ESTUDIOS DE MAR Y ACUICULTURA –CEMA-



**INFORME FINAL DEL
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)
REALIZADO EN SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA**

Presentado por
T.U.A. Carlos Alejandro Tay Leiva

Para otorgarle el título de
Licenciado en Acuicultura

Guatemala, Mayo 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE ESTUDIOS DE MAR Y ACUICULTURA –CEMA-

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE	M. Sc. Luis Francisco Franco Cabrera
SECRETARIO	M. V. Ángel Salomón Medina Paz
COORDINADOR ACADÉMICO	M. Sc. Carlos Salvador Gordillo García
REPRESENTANTE DOCENTE	M. Sc. Erick Roderico Villagrán Colón
REPRESENTANTE COLEGIO MVZ	Licda. Estrella de Lourdes Marroquín Guerra
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL	T.U.A. Julián Américo Sikahall Prado
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL	Br. Manoel Cifuentes Marckwordt

DEDICATORIA

A Guayo,

a Mishu por su paciencia y apoyo,

a CEMA por definir mi horizonte

y a mis padres que siempre estuvieron conmigo.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por sobre todas las cosas.

Muy especialmente, a mi hijo Guayo, que es el motor de mi vida.

A mi amada Michéle, por su apoyo incondicional, inagotable e invaluable.

A MSc. Luis Franco, por darme la oportunidad y su apoyo.

A MSc. Leonel Carrillo, por su apoyo durante toda mi carrera.

A Licda. Olga Sánchez, por su apoyo y conocimientos administrativos.

Al MV. Salomón Medina, Licda. Lorena Boix, Licda. Norma de Castillo, porque han estado conmigo desde el principio y me han apoyado.

A mi asesor de investigación, MSc. Erick Villagrán

Como olvidar al administrativo, Clelia, Magda, Héctor, Sonia, Jorge, Leonel y Felipe, que también están desde el principio.

A todos mis compañeros y catedráticos durante el transcurso de la carrera, especialmente a Pacas, Chepe, Estrella y al grupo de Viny, Vero, Faby, Wendy, Stephany y Silvia que me ayudaron mucho a dar el último empujón.

A Finca Chapultepec, especialmente a América de Wohlers y a “Juanito” por su gran apoyo en el desarrollo de este EPS.

A Finca Mayasal: especialmente a Sandy y muy especialmente a Doble Eco por abrirme siempre las puertas y enseñarme sobre el cultivo de camarón y por ser la finca donde inicié mis investigaciones de calidad del agua.

También a mi gran amigo “Nisho”, quien me ayudó en las actividades EPS.

Por último, quisiera dar gracias al CEMA, por enseñarme que la carrera de Acuicultura no es la carrera del futuro porque no tiene un presente, si no que es más que una carrera, es una forma de vida.

RESUMEN

El trabajo que se presenta a continuación, es el reporte final del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS–, trabajo necesario para optar al grado de Licenciado en Acuicultura. Este trabajo se llevó a cabo en la Finca Chapultepec, ubicada en el municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz y consta básicamente de tres partes. La primera parte es el área de Docencia, la cual se llevó a cabo en la Escuela Rural Mixta Chiraxché, ubicada en la finca Chapultepec; se impartieron 48 horas de docencia apoyando el curso de Ciencias Naturales con énfasis en Ecología, Conservación del Medio Ambiente y Salud e Higiene. La segunda parte es el área de Extensión, donde se dió apoyo a la Finca Chapultepec en el cultivo de tilapia (*Oreochromis sp.*). En este apoyo se capacitó al personal en el manejo adecuado del cultivo de este pez, desde la aclimatación y siembra, así como el engorde, para lo que se capacitó al personal en la realización de muestreos quincenales para evaluar crecimiento y ajustar la dieta. El proceso de Extensión, se culminó con la cosecha, eviscerado y comercialización del producto en el pueblo cercano de Campur. La última parte del trabajo es el área de Investigación, la que se llevó a cabo en la costa sur, en las fincas productoras de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, para exportación. La Investigación realizada fue sobre la influencia que tiene la calidad del agua en la producción de camarón blanco y qué medidas se toman para minimizar los efectos de la misma.

ABSTRACT

The present work is the final report for the Professional Supervised Exercise, -EPS- by its abbreviation in Spanish; this work is required to get the degree of Licenciatura en Acuicultura. This study took place at Finca Chapultepec, in the area of San Pedro Carchá, Alta Verapaz. The study is divided in three parts.. The first one in the teaching area that took place in the Rural Mixta Chiraxché School, located inside the Finca Chapultepec. 48 hours of teaching were given in support to the Science class, with emphasis in Ecology, preservation of the environment, and health and hygiene. The second part, the extension area, in which the employees in charge of the tilapia (*Oreochromis sp.*) culture received a training course in the good and adequate management of this fish culture, including stocking and acclimatizing, the managing in the stage of growth and feeding, at this point the employees were taught why and how to sample, to evaluate the growth and to make the necessary adjustments to the diet plan. The stage of extension culminated with the harvest, evisceration and commercialization of the fish in the near town, Campur. The last part of this work, the research area, took place in the shrimp farms along the Pacific Coast of Guatemala that export their production. The research was about the influence of the water quality in the production of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* and to be taken to minimize its effects.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS GENERALES	3
3. DIAGNÓSTICO	4
3.1. Áreas	4
3.1.1. Geográfica	4
3.1.2. Histórica	4
3.1.3. Política	5
3.1.4. Social	5
3.2. Recursos Humanos	11
3.2.1. Personal operativo	11
3.2.2. Personal administrativo	11
3.3 Recursos, materiales e infraestructura	12
3.3.1. Edificios e infraestructura	12
4. DATOS CENSALES	14
5. PROGRAMA DE DOCENCIA	24
5.1. Introducción	24
5.2 Objetivos	24
5.2.1. Objetivo General	25
5.2.2. Objetivos Específicos	25
5.3. Actividades realizadas	25
5.4. Actividades realizadas no planificadas	34
5.5. Conclusiones	35
5.6 Recomendaciones	36
6. PROGRAMA DE EXTENSIÓN	37
6.1. Introducción	37
6.2. Objetivos	38
6.2.1. Objetivo General	38

	Página
6.2.2. Objetivos Específicos	38
6.3. Actividades realizadas	38
6.4. Actividades realizadas no planificadas	58
6.5. Conclusiones	60
6.6. Recomendaciones	61
7. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN	62
7.1. Título	62
7.2. Justificación	62
7.3. Introducción	62
7.4. Objetivos de la investigación	64
7.4.1. Objetivo General	64
7.4.2. Objetivos Específicos	64
7.5. Revisión de literatura	65
7.5.1. Parámetros Físico-Químicos	67
7.5.1.1. Alcalinidad	67
7.5.1.2. Amoníaco	67
7.5.1.3. Dióxido de Carbono	69
7.5.1.4. Oxígeno Disuelto	70
7.5.1.5. Nitritos	71
7.5.1.6. Nitratos	71
7.5.1.7. pH	72
7.5.1.8. Dureza Total	73
7.5.1.9. Fosfato	73
7.5.1.10. Demanda Química de Oxígeno (DQO)	73
7.5.1.11. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	74
7.5.1.12. Sulfuro del Hidrógeno	74
7.5.1.13. Sulfato	74
7.6. Metodología	76

	Página
7.6.1. Delimitación del área a trabajar	76
7.6.2. Variables a investigar	76
7.6.3. Trabajo de campo	78
7.7. Resultados	78
7.8. Conclusiones	99
7.9. Recomendaciones	100
8. CONCLUSIONES GENERALES DEL EPS	101
9 RECOMENDACIONES GENERALES DEL EPS	102
10. BIBLIOGRAFÍA	103
11. ANEXO	105

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro No. 1	FODA Finca Chapultepec	13
Cuadro No. 2	Población total para el municipio de San Pedro Carchá	18
Cuadro No. 3	Población total, hombres y mujeres, para el municipio de San Pedro Carchá	19
Cuadro No. 4	Población total para el municipio de Cobán	20
Cuadro No. 5	Población total, hombres y mujeres, para el municipio de Cobán	21
Cuadro No. 6	Resultados de muestreos del estanque 1 con tilapia gris, finca Chapultepec	47
Cuadro No. 7	Resultados de muestreos del estanque 2 con tilapia Rocky, finca Chapultepec	49
Cuadro No. 8	Resultados de muestreos y cosecha del estanque 1 con tilapia Rocky, finca Chapultepec	51
Cuadro No. 9	Resultados de muestreos y cosecha del estanque 3 con tilapia gris, finca Chapultepec	52
Cuadro No. 10	Factores Bióticos y Abióticos	75
Cuadro No. 11	Parámetros de Calidad de Agua y Suelo	75
Cuadro No. 12	Fincas productoras de camarón blanco para exportación	76

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura No. 1 Estanque 1	7
Figura No. 2 Siembra estanque 2, sistema de oxigenación por gravedad.	7
Figura No. 3 Limpieza y preparación estanque 3.	8
Figura No. 4 Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Chiraxche	9
Figura No. 5 Bodega y patio de secado de café	12
Figura No. 6 Área boscosa y nacimiento de agua	13
Figura No. 7 Población ladina de los diferentes departamentos de Guatemala	15
Figura No. 8 Población indígena de los diferentes departamentos de Guatemala	16
Figura No. 9 Producción de café cereza obtenida por departamento, Guatemala	22
Figura No. 10 Superficie cultivada de café por departamento, Guatemala	23
Figura No. 11 Entrevista con Director Jorge Sierra	27
Figura No. 12 Vista frontal Escuela Chiraxché	28
Figura No. 13 Inicio de clases en Escuela Chiraxché	29
Figura No. 14 Clase sobre el aparato digestivo, Escuela Chiraxché	30
Figura No. 15 Alumnos sosteniendo colección de insectos	32
Figura No. 16 Alumnos preparando tablonos para cultivo	33
Figura No. 17 Refacción de despedida	33
Figura No. 18 Cultivo 15 días después de haberse sembrado (repollo)	34
Figura No. 19 Clase magistral CUNOR, Cobán	35
Figura No. 20 Condición inicial estanque 1, al fondo se observa las porquerizas.	39
Figura No. 21 Aspecto estanque 2 sin abastecimiento de agua	40
Figura No. 22 Estanque 1 con sistema de aireación y porquerizas selladas	41
Figura No. 23 Estanque 2 con sistema de aireación	42

	Página
Figura No. 24 Evidencia de enanismo en los estanques	42
Figura No. 25 Captura alevines en estación CEMA Amatitlán	44
Figura No. 26 Aclimatación alevines tilapia blanca	44
Figura No. 27 Encargado del cultivo lanzando atarraya en estanque 2	46
Figura No. 28 Estanque 2, se observa dentro del lote de tilapias Rocky sembradas, muchas tilapias grises	46
Figura No. 29 Cosecha estanque 1	48
Figura No. 30 Transferencia de peces estanque 2 al 1	50
Figura No. 31 Cosecha parcial tilapia blanca estanque 1	53
Figura No. 32 Eviscerando tilapia	53
Figura No. 33 Comercialización de tilapia	54
Figura No. 34 Cosecha estanque 1, tilapia Rocky	55
Figura No. 35 Tilapia Rocky cosechada	55
Figura No. 36 Comercialización en pueblo de Campur	56
Figura No. 37 Aclimatación nocturna de tilapia Rocky	57
Figura No. 38 Siembra alevines de tilapia Rocky	57
Figura No. 39 Augusto Chavarría, Carlos Tay, Juanito (de izquierda a derecha)	59
Figura No. 40 Estanque de cosecha de Augusto Chavarría	59
Figura No. 41 Factor que más incide en una excelente producción de camarón	78
Figura No. 42 Los principales problemas que genera la mala calidad del agua en la producción de camarón.	80
Figura No. 43 Parámetros que se monitorean con mayor frecuencia en finca	81
Figura No. 44 Tratamiento o procedimiento que recibe el agua antes de entrar a los estanques	83
Figura No. 45 Tratamiento o preparación de los suelos antes de iniciar un ciclo de producción	84
Figura No. 46 Preparación del agua en los estanques antes de sembrar	86
Figura No. 47 Tratamiento o manejo que recibe el agua durante el ciclo	88

	Página
Figura No. 48 Indicadores considerados para tener una buena calidad del agua	90
Figura No. 49 El problema más crítico generado por una mala calidad del agua	93
Figura No. 50 Soluciones que se les ha dado a los problemas de calidad del agua	95
Figura No. 51 La solución que más utilizan los que confrontan problemas de calidad del agua	97

ÍNDICE DE ANEXO

- ANEXO No. 1** Presentación charla “El Cuerpo Humano”
- ANEXO No. 2** Presentación charla “Las Plantas”
- ANEXO No. 3** Presentación charla “La Ecología”
- ANEXO No. 4** Presentación charla “El Agua”
- ANEXO No. 5** Presentación charla “Alimentación y Salud”
- ANEXO No. 6** Presentación charla “Higiene y Prevención de Enfermedades”
- ANEXO No. 7** Formato entrevista realizada a camaronicultores

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad de San Carlos de Guatemala tiene una orientación social, por lo que todos sus alumnos, desde su inicio dentro de ella, se les cultiva la vocación social. De tal forma se cumple con la frase que identifica a San Carlos “ID Y ENSEÑAD A TODOS”.

A continuación se presenta una recopilación del trabajo que se llevó a cabo como requerimiento para poder optar al grado de Licenciatura. Este trabajo es el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). El EPS consta de tres áreas de trabajo, las cuales son: Docencia, Extensión e Investigación. En el EPS se ponen en práctica todos los conocimientos que fueron adquiridos por el estudiante a lo largo de su carrera.

El presente trabajo se llevó a cabo en la Finca Chapultepec, San Pedro Carchá, Alta Verapaz, en lo que respecta a las áreas de Docencia y Extensión. En el área de Docencia se impartieron clases en la escuela rural mixta Chiraxché, que cuenta con los grados de párvulos y 1° a 6° primaria. Básicamente se trabajó el área de la ecología, la conservación y preservación del medio ambiente. Las clases fueron teóricas y prácticas, cumpliéndose con 48 horas de docencia. La parte de la extensión se llevó a cabo en la finca, y con productores de tilapia de la región. Básicamente el trabajo que se realizó fue de evaluar la producción actual de la finca, mejorar el sistema de cultivo, enseñar las prácticas adecuadas para el cultivo y cosecha del producto.

De igual manera se trabajó con productores de la región. Uno de los principales problemas en el cultivo de tilapia es la escasa información que tiene el productor sobre el cultivo de la misma.

El trabajo de Investigación se desarrolló sobre la “Calidad del agua en la producción de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en la costa del pacífico Guatemala”. Tomando en cuenta los principales factores del agua

que afectan la producción. La investigación se llevó a cabo en fincas que producen camarón blanco para exportación.

2. OBJETIVOS GENERALES

1. Aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Acuicultura en las áreas de Docencia, Extensión e Investigación.
2. Fomentar la conservación del medio ambiente en los alumnos de la escuela por medio de la docencia.
3. Promover el desarrollo de la comunidad mostrando el impacto positivo que un proyecto acuícola tiene en la comunidad.
4. Determinar los efectos de la calidad del agua en la producción camarón blanco *Litopenaeus vannamei*.

3. DIAGNÓSTICO

3.1 Áreas

3.1.1. Geográfica

Localización Finca Chapultepec: ubicada en el Municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz. Aproximadamente a 70 kilómetros de la carretera Carchá-Sebol.

Tamaño: Cuenta con una extensión total de 9 caballerías

Clima: Sub-tropical

Suelo: 80% franco-arcilloso y 20% rocoso.

Recursos Naturales: Cuenta con un área boscosa de montaña aproximadamente 2 ½ caballerías con un nacimiento propio de agua con un caudal de 200 lts/min.

3.1.2. Histórica

Fundación: Año de 1906, por José Vega.

Sucesos históricos importantes: Finca ubicada dentro del área del conflicto armado guatemalteco (en la década de 1980). La finca se ve afectada por la caída drástica de los precios internacionales del café a mediados de la década de los noventa. Propietarios se ven obligados a buscar actividades productivas alternas. Repartición de tierras por tiempo laborado a finales de los noventa. Existió un movimiento que exigía a los propietarios de la finca, que les fueran concedidas tierras como pago de indemnización por el tiempo laborado para Chapultepec.

3.1.3. Política:

Gobierno Local: Básicamente la finca está ubicada en el municipio de Carchá, por lo que se rige según la alcaldía de este municipio y de las leyes de la Constitución Guatemalteca. Internamente es regida según los mandatos de los propietarios, por ser de carácter privado.

Organización administrativa: La finca es manejada por los propietarios y tienen un encargado para la actividad cafetalera y ganadera, y otro encargado para la actividad lechera. Dentro de la finca no existen organizaciones políticas.

3.1.4. Social:

Ocupación: Los habitantes de la finca trabajan propiamente en las actividades de esta. Para poder entender un poco acerca de cómo esta formada esta finca hay que hacer hincapié que muchos de los colonos que vivían en la finca migraron a trabajar sus propias tierras y los pocos que quedaron en total 6, que son fijos se dedican a trabajar en la plantación de café, a el servicio propio de la casa y a la comercialización de la leche, y también existe la seguridad de la finca.

A raíz de la partida de los colonos la finca se ve obligada a contratar gente de la aldea cercana, Campur, para satisfacer los quehaceres diarios de la finca, como el pastoreo del ganado de engorde, así como el ordeñamiento de vacas lecheras y fabricación de los derivados de la leche, jardinería y plantación de almacigo . El total de los empleados temporales son aproximadamente entre 15-20 y este número aumenta hasta 40 en temporada de cosecha de café.

Producción: La producción de la finca abarca 4 actividades. La primera es la producción de café el cual es beneficiado y empacado en la finca para venderlo en oro o pergamino a un comercializador de café en la capital. El problema con la producción de café es que actualmente este no se encuentra bien pagado porque no es un café de altura. Por lo que algunas veces no se cubre la inversión de la cosecha, con el precio que tenga el café en el mercado internacional en un preciso momento. La segunda es la producción de leche y de esta la fabricación de quesos, crema y requesón, los cuales se venden en la aldea de Campur, Lankin y Cobán, el ordeño así como la venta es diaria, excepto por el día domingo que se descansa. Tercera es el engorde de ganado cebucano para venta en pie en un rastro de Cobán o de la capital. La última actividad y que a su vez tiene poco tiempo de haberse implementado es el engorde de tilapia, *Oreochromis sp.*, para venta local en la aldea de Campur. La finca cuenta con 3 estanques, uno de 75 m² (estanque 1), y dos de 50 m² (estanques 2 y 3) (ver Figuras No. 1, No. 2 y No. 3). La finca ya contaba con dos estanques, un tercero se hizo en el mes de septiembre del año 2004. Se llevaba un cultivo extensivo, se implemento un cultivo técnico sembrando 15 animales por m², aproximadamente. Se sembraron con semilla reversada de la estación de CEMA en Amatitlán. Actualmente se hizo una siembra con semilla mejorada para clima frío, tilapia blanca, *O. rocky mountain var. white*, obteniendo hasta el momento mejores resultados. Han existido algunos impases en cuanto a la producción de tilapia, ya que los encargados del cultivo no cuentan con los conocimientos técnicos básicos para el manejo del mismo.



Figura No. 1 Estanque 1



Figura No. 2 Aclimatación en estanque 2, sistema de oxigenación por gravedad.



Figura No. 3 Limpieza y preparación estanque 3.

Educación: La finca cuenta con una escuela, *Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Chiraxche* (ver Figura No. 4), avalada por el Ministerio de Educación. Cuenta con los grados de párvulos y 1° a 6° primaria. Esta escuela está construida en un terreno cedido por la finca, además proporciona la vivienda para los maestros sin costo alguno, y la construcción y mobiliario fue proporcionado por el Alcalde de Carchá. A pesar de que la finca sólo cuenta con 8 familias, muchas de la familias que migraron siguen enviando a sus hijos a esta escuela, debido a que los padres estudiaron en la misma. Para este año se matricularon 57 niños. Existe un comité de padres de familia que se encarga de administrar los fondos recaudados conocidos como Operación Escuela, se cobran Q. 10.00 al año. Esto lo utilizan los maestros para comprar útiles o material didáctico como apoyo de sus clases. Uno de los principales problemas es que la literatura no se encuentra en idioma k'eqch'i.

Otro problema es que no se cuenta con un maestro para cada grado, por lo que la enseñanza es en “multigrados”, o sea que el mismo maestro tiene que dar clases a dos o más grados a la vez.



Figura No. 4 Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Chiraxche.

Agencias sociales: Dentro de la finca no existe ningún tipo de centro de salud o similar, en algún tiempo existió una especie de dispensario, antes de que migraran los colonos. Actualmente cualquier consulta de salud se hace en la aldea de Campur, la cual cuenta con un Centro de Salud y tres farmacias.

Vivienda: Las viviendas son construidas de madera y lámina galvanizada, la mayoría tienen el piso de tierra, generalmente cuentan con dos ambientes, cocina-comedor y dormitorio. Cuentan con un servicio sanitario tipo letrina aproximadamente a 10 metros de la vivienda. Las viviendas cercanas al

casco de la finca poseen servicio de agua, proporcionado por la finca sin costo alguno. Las casas que no tienen acceso al agua, bajan a los cafetales a traerla, pues dentro de la plantación existen depósitos tipo reservorio.

Transporte: El transporte para los trabajadores temporales es proporcionado por la finca. Los demás trabajadores que viven cerca llegan en bicicleta o caminando.

Comunicaciones: Desde inicios del 2005 se cuenta con el servicio de telefonía satelital en la finca. A la tienda de la finca, propiedad de un trabajador, se le concedió el uso de una línea telefónica para prestar el servicio de alquiler de teléfono. Antes no existía la comunicación vía telefónica, luego ésta llegó a la aldea de Cambur, aproximadamente en el 2002. La ruta de acceso a la finca es por medio de una carretera de terracería. Recientemente, en enero del año en curso, se asfaltó la ruta de Carchá-El Pajal, que son aproximadamente 54 kilómetros, acortando el tiempo de camino hacia la Finca Chapultepec.

Grupos religiosos: En la finca existe una pequeña iglesia católica donada por la finca para los colonos, la cual ya no es visitada por el cura los domingos a raíz de la partida de los colonos. Se podría hablar de un 40% católicos y un 60% evangélicos entre los empleados.

Composición étnica: Un 98% de la población es indígena de descendencia keqchí. El porcentaje restante son ladinos.

3.2. Recursos Humanos

3.2.1. Personal operativo

Total de trabajadores: El número de trabajadores en la finca es de aproximadamente 26 personas.

Total de trabajadores fijos e internos: Chapultepec cuenta con 6 trabajadores fijos y 20 eventuales.

Porcentaje de personal que se incorpora o retira anualmente: el porcentaje es muy bajo o nulo, ya que en esa área la finca es una de las pocas fuentes de empleo.

Antigüedad del personal: la mayor parte de los empleados fijos tiene más de 7 años de trabajar en la finca y algunos hasta 20.

Tipo de trabajadores (profesional o técnico): La mayor parte de empleados son del área y tienen una escolaridad primaria y en el caso de dos trabajadores cuentan con una escolaridad a nivel diversificado.

3.2.2. Personal administrativo

En este caso el personal administrativo son los dueños de la finca, los que se encargan del manejo de las finanzas y la toma de decisiones.

3.3 Recursos, materiales e infraestructura

3.3.1. Edificios e infraestructura

La finca cuenta con un área para el beneficiado del café, un patio de secado, un horno secador y un área de bodega para el café beneficiado (Figura No. 5). También tiene un área para el ordeño de vacas con capacidad para ordeñar 25 vacas. El área para engorde de ganado comprende una extensión aproximada de 2 caballerías. Cuenta con 3 estanques para tilapia. Uno de aproximadamente 75 m² (estanque 1) y dos de 50 m² (estanque 2 y 3). Los tres estanques son de fondo de tierra con revestimiento de cemento en las paredes. Se cuenta con un caudal continuo proveniente del nacimiento de agua, de aproximadamente 40 m³/hora (ver Figura No. 6). La temperatura del agua oscila entre 18 y 22°C.



Figura No. 5 Bodega y patio de secado de café.



Figura No. 6 Área boscosa y nacimiento de agua.

Capacidad: La capacidad máxima de beneficiado, secado y almacenaje de café es para 5,000 quintales. La capacidad de carga del área destinada para el engorde de ganado, soporta hasta 100 animales. Y en los estanques se pueden sembrar hasta 3,000 alevines en cada uno.

Cuadro No. 1 FODA Finca Chapultepec

FACTORES INTERNOS

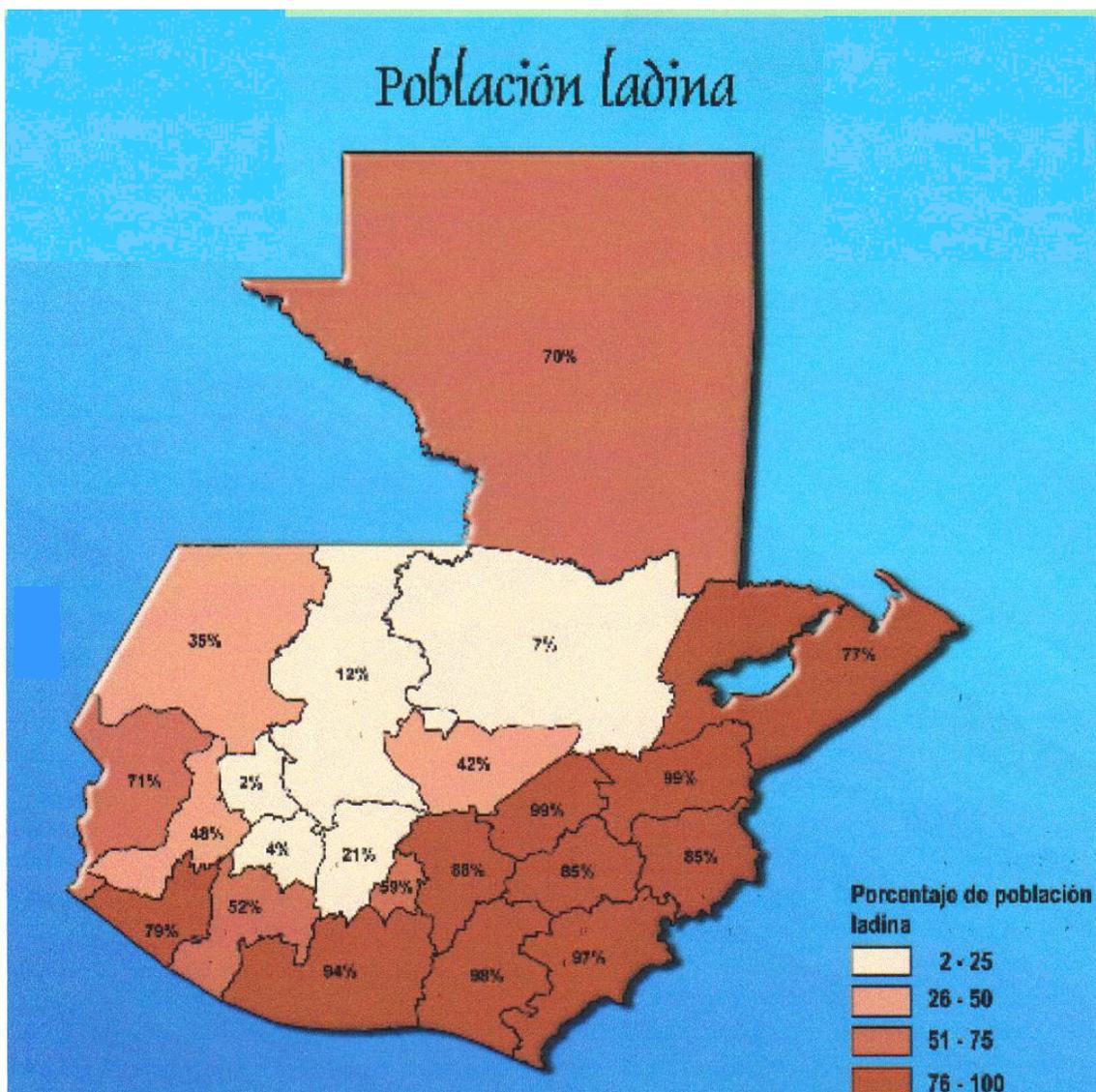
FACTORES EXTERNOS

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Alto potencial para construir mayor número de estanques.	Única área de la región que cuenta con suministro de agua constante
Finca tiene potencial para convertirse en una fuente de turismo ecológico	Mejor acceso cuando se construya carretera a Fray Bartolomé de las Casas, Petén
Área montañosa se ha conservado y no se ha deforestado	
DEBILIDADES	AMENAZAS
Dificultad para cambiar de cultivo o actividad ya que existe gran extensión con café	Que el nivel de lluvia continúe descendiendo por la fuerte deforestación alrededor de la finca
Poco conocimiento técnico en el cultivo de tilapia por parte de los trabajadores	Que los precios internacionales del café continúen bajando y no se estabilicen

4. DATOS CENSALES

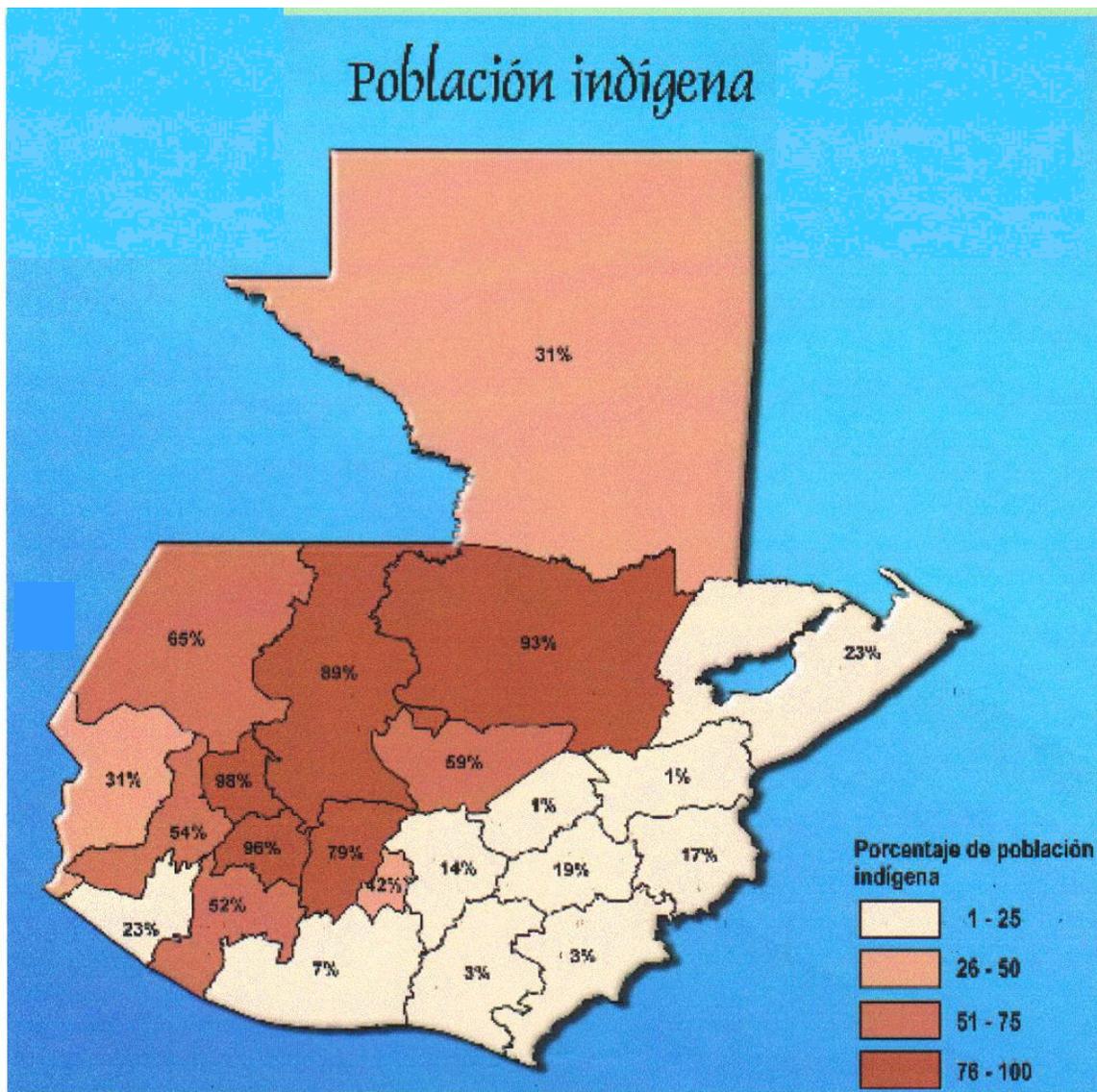
A continuación se presentan algunos datos censales sobre el Departamento de Alta Verapaz y de los municipios de San Pedro Carchá y Cobán, los datos que se presentan se obtuvieron del censo del 2002-2003 por parte del INE.

El porcentaje de población ladina para el departamento de Alta Verapaz, es únicamente de un 7% (INE 2002-2003) (ver Figura No. 7), mientras que el porcentaje de población indígena es de 93% (ver Figura No. 8). Esto claramente demuestra porqué en este departamento existe un problema con la educación ya que la mayor parte de la información o documentos educativos están impresos en castellano, lo que dificulta la enseñanza, porque la lengua materna de este departamento es el k'eqchí.



Fuente INE, 2003

Figura No. 7 Población ladina de los diferentes departamentos de Guatemala.



Fuente INE, 2003

Figura No. 8 Población indígena de los diferentes departamentos de Guatemala.

En el Cuadro No. 2 se observa la población total para el municipio de San Pedro Carchá, que tiene un total de 148,344 habitantes, de los cuales el 49.5% son hombres como se aprecia en el Cuadro No. 3, mientras que el 50.5% son mujeres. En el Cuadro No. 3 también se observa que el 32% aproximadamente de los hombres se encuentran entre las edades de 0-9

años de edad y el 31% de las mujeres se encuentran entre los 0-9 años. Esto denota un fuerte aumento en la población infantil del municipio.

En el Cuadro No. 4 del municipio de Cobán se ven las mismas influencias, posee un total de 144,461 habitantes, de los cuales el 49.6% son hombres y el 50.4% son mujeres. Tanto hombres como mujeres se encuentran la mayoría en las edades de 0-9 años (ver Cuadro No. 5).

CUADRO No. 2 Población total para el municipio de San Pedro Carchá

República de Guatemala
Instituto Nacional de Estadística

Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación
24 de noviembre de 2002

Población total por tipo de local de habitación en que vive, según grupo de edad y sexo

Departamento: Alta Verapaz Municipio: San Pedro Carchá - Total

Grupo de edad y sexo	Población total										
	Total	Tipo de local de habitación									
		Particular								Colectivo	Sin local
		Total	Casa formal	Apartamento	Cuarto en casa de vecindad	Rancho	Casa improvisada	Otro tipo			
Total	148,344	148,275	134,829	264	237	9,001	3,683	261	69	-	
0-4	24,954	24,954	22,465	43	43	1,678	676	49	-	-	
5-9	22,185	22,185	20,180	29	29	1,350	547	50	-	-	
10-14	19,168	19,167	17,546	34	23	1,086	441	37	1	-	
15-19	17,842	17,830	16,390	27	25	957	408	23	12	-	
20-24	14,977	14,959	13,599	29	38	872	398	23	18	-	
25-29	9,893	9,883	8,982	26	18	592	251	14	10	-	
30-34	7,377	7,369	6,663	31	14	461	183	17	8	-	
35-39	6,079	6,070	5,519	16	10	356	160	9	9	-	
40-44	5,594	5,590	5,098	9	9	347	113	14	4	-	
45-49	4,874	4,874	4,505	8	4	267	82	8	-	-	
50-54	4,295	4,291	3,901	3	12	255	115	5	4	-	
55-59	2,815	2,814	2,555	3	6	170	80	-	1	-	
60-64	2,255	2,254	2,060	1	-	137	54	2	1	-	
65-69	2,107	2,107	1,886	2	4	144	68	3	-	-	
70-74	1,761	1,760	1,559	1	1	149	47	3	1	-	
75-79	1,114	1,114	982	-	1	97	33	1	-	-	
80-84	595	595	524	1	-	50	17	3	-	-	
85 y más	459	459	415	1	-	33	10	-	-	-	

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 24 de noviembre de 2002

CUADRO No. 3 Población total, hombres y mujeres, para el municipio de San Pedro Carchá

República de Guatemala
Instituto Nacional de Estadística

Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación
24 de noviembre de 2002

Población total por tipo de local de habitación en que vive, según grupo de edad y sexo Departamento: A.V., San Pedro Carchá - Total

Grupo de edad y sexo	Población total										
	Total	Tipo de local de habitación									
		Particular						Casa im- provisada	Otro tipo	Colectivo	Sin local
		Total	Casa formal	Aparta- mento	Cuarto ca- sa vecindad	Rancho					
Hombres	73,571	73,542	66,920	129	116	4,458	1,770	149	29	-	
0-4	12,532	12,532	11,273	21	24	845	333	36	-	-	
5-9	11,128	11,128	10,114	17	10	713	245	29	-	-	
10-14	9,721	9,721	8,933	15	14	533	207	19	-	-	
15-19	8,848	8,846	8,130	12	15	473	199	17	2	-	
20-24	7,332	7,323	6,665	12	16	422	197	11	9	-	
25-29	4,700	4,698	4,288	11	8	270	115	6	2	-	
30-34	3,615	3,609	3,265	17	5	225	92	5	6	-	
35-39	2,936	2,931	2,658	7	6	177	79	4	5	-	
40-44	2,764	2,763	2,516	5	4	169	62	7	1	-	
45-49	2,528	2,528	2,341	6	1	134	39	7	-	-	
50-54	2,151	2,149	1,960	1	8	123	54	3	2	-	
55-59	1,405	1,404	1,277	1	2	89	35	-	1	-	
60-64	1,092	1,091	994	-	-	68	28	1	1	-	
65-69	1,005	1,005	897	1	1	72	33	1	-	-	
70-74	835	835	737	1	1	67	28	1	-	-	
75-79	504	504	451	-	1	39	12	1	-	-	
80-84	268	268	236	1	-	24	6	1	-	-	
85 y más	207	207	185	1	-	15	6	-	-	-	
Mujeres	74,773	74,733	67,909	135	121	4,543	1,913	112	40	-	
0-4	12,422	12,422	11,192	22	19	833	343	13	-	-	
5-9	11,057	11,057	10,066	12	19	637	302	21	-	-	
10-14	9,447	9,446	8,613	19	9	553	234	18	1	-	
15-19	8,994	8,984	8,260	15	10	484	209	6	10	-	
20-24	7,645	7,636	6,934	17	22	450	201	12	9	-	
25-29	5,193	5,185	4,694	15	10	322	136	8	8	-	
30-34	3,762	3,760	3,398	14	9	236	91	12	2	-	
35-39	3,143	3,139	2,861	9	4	179	81	5	4	-	
40-44	2,830	2,827	2,582	4	5	178	51	7	3	-	
45-49	2,346	2,346	2,164	2	3	133	43	1	-	-	
50-54	2,144	2,142	1,941	2	4	132	61	2	2	-	
55-59	1,410	1,410	1,278	2	4	81	45	-	-	-	
60-64	1,163	1,163	1,066	1	-	69	26	1	-	-	
65-69	1,102	1,102	989	1	3	72	35	2	-	-	
70-74	926	925	822	-	-	82	19	2	1	-	
75-79	610	610	531	-	-	58	21	-	-	-	
80-84	327	327	288	-	-	26	11	2	-	-	
85 y más	252	252	230	-	-	18	4	-	-	-	

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 24 de noviembre de 2002-

CUADRO No. 4 Población total para el municipio de Cobán

República de Guatemala
Instituto Nacional de Estadística

Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación
24 de noviembre de 2002

Cuadro III-1: Población total por tipo de local de habitación en que vive, según grupo de edad y sexo

Departamento: Alta Verapaz Municipio: Cobán - Total

Grupo de edad y sexo	Población total										
	Total	Tipo de local de habitación									
		Particular								Colectivo	Sin local
		Total	Casa formal	Apartamento	Cuarto en casa de vecindad	Rancho	Casa improvisada	Otro tipo			
Total	144,461	144,177	120,190	1,127	1,798	19,511	1,410	141	279	5	
0-4	23,920	23,917	19,156	172	300	4,001	267	21	3	-	
5-9	21,209	21,204	17,217	123	273	3,376	204	11	5	-	
10-14	18,643	18,631	15,536	101	190	2,600	193	11	12	-	
15-19	16,292	16,249	13,783	113	200	1,983	156	14	41	2	
20-24	13,970	13,907	11,785	149	198	1,626	123	26	62	1	
25-29	10,430	10,383	8,681	128	156	1,289	109	20	46	1	
30-34	7,952	7,915	6,643	90	125	972	78	7	37	-	
35-39	6,781	6,761	5,705	59	122	800	70	5	20	-	
40-44	6,260	6,246	5,391	58	67	669	52	9	13	1	
45-49	5,071	5,062	4,349	29	47	588	46	3	9	-	
50-54	4,348	4,336	3,730	37	33	496	35	5	12	-	
55-59	2,763	2,756	2,382	17	21	315	19	2	7	-	
60-64	2,173	2,170	1,866	11	20	247	25	1	3	-	
65-69	1,621	1,617	1,364	15	14	208	14	2	4	-	
70-74	1,329	1,328	1,133	11	16	161	7	-	1	-	
75-79	854	853	733	6	10	96	7	1	1	-	
80-84	462	460	397	2	4	53	2	2	2	-	
85 y más	383	382	339	6	2	31	3	1	1	-	

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 24 de noviembre de 2002

CUADRO No. 5 Población total, hombres y mujeres, para el municipio de Cobán

República de Guatemala Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación
 Cuadro III-1: Población total por tipo de local de habitación en que vive, según grupo de edad y sexo
 Departamento: Alta Verapaz Municipio: Cobán - Total

Grupo de Edad y sexo	Población total									
	Total	Tipo de local de habitación								
		Particular								
	Total	Casa formal	Aparta- mento	Cuarto ca- sa vecindad	Rancho	Casa im- provisada	Otro tipo	Colectivo	Sin local	
Hombres	71,678	71,447	59,520	514	889	9,767	695	62	226	5
0-4	12,208	12,207	9,788	78	156	2,026	152	7	1	-
5-9	10,715	10,710	8,716	62	140	1,686	99	7	5	-
10-14	9,510	9,499	7,931	50	119	1,304	90	5	11	-
15-19	8,045	8,004	6,831	51	103	948	66	5	39	2
20-24	6,868	6,811	5,817	58	89	776	58	13	56	1
25-29	5,049	5,015	4,165	69	67	660	48	6	33	1
30-34	3,816	3,789	3,159	41	61	483	42	3	27	-
35-39	3,273	3,257	2,731	25	54	405	41	1	16	-
40-44	3,060	3,049	2,626	26	30	342	20	5	10	1
45-49	2,522	2,513	2,151	13	23	304	20	2	9	-
50-54	2,122	2,115	1,804	18	12	260	18	3	7	-
55-59	1,360	1,355	1,153	9	8	171	13	1	5	-
60-64	1,031	1,030	891	2	7	116	14	-	1	-
65-69	791	789	655	4	3	116	10	1	2	-
70-74	609	608	506	4	8	90	-	-	1	-
75-79	368	368	314	2	6	43	2	1	-	-
80-84	195	193	166	-	3	23	-	1	2	-
85 y más	136	135	116	2	-	14	2	1	1	-
Mujeres	72,783	72,730	60,670	613	909	9,744	715	79	53	-
0-4	11,712	11,710	9,368	94	144	1,975	115	14	2	-
5-9	10,494	10,494	8,501	61	133	1,690	105	4	-	-
10-14	9,133	9,132	7,605	51	71	1,296	103	6	1	-
15-19	8,247	8,245	6,952	62	97	1,035	90	9	2	-
20-24	7,102	7,096	5,968	91	109	850	65	13	6	-
25-29	5,381	5,368	4,516	59	89	629	61	14	13	-
30-34	4,136	4,126	3,484	49	64	489	36	4	10	-
35-39	3,508	3,504	2,974	34	68	395	29	4	4	-
40-44	3,200	3,197	2,765	32	37	327	32	4	3	-
45-49	2,549	2,549	2,198	16	24	284	26	1	-	-
50-54	2,226	2,221	1,926	19	21	236	17	2	5	-
55-59	1,403	1,401	1,229	8	13	144	6	1	2	-
60-64	1,142	1,140	975	9	13	131	11	1	2	-
65-69	830	828	709	11	11	92	4	1	2	-
70-74	720	720	627	7	8	71	7	-	-	-
75-79	486	485	419	4	4	53	5	-	1	-
80-84	267	267	231	2	1	30	2	1	-	-
85 y más	247	247	223	4	2	17	1	-	-	-

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 24 de noviembre de 2002

El departamento de Alta Verapaz produce entre 825,000-1,891,000 de café en cereza por año. Esto ubica a Alta Verapaz como uno de los departamentos de mayor producción de café en cereza (Ver Figura No. 9).

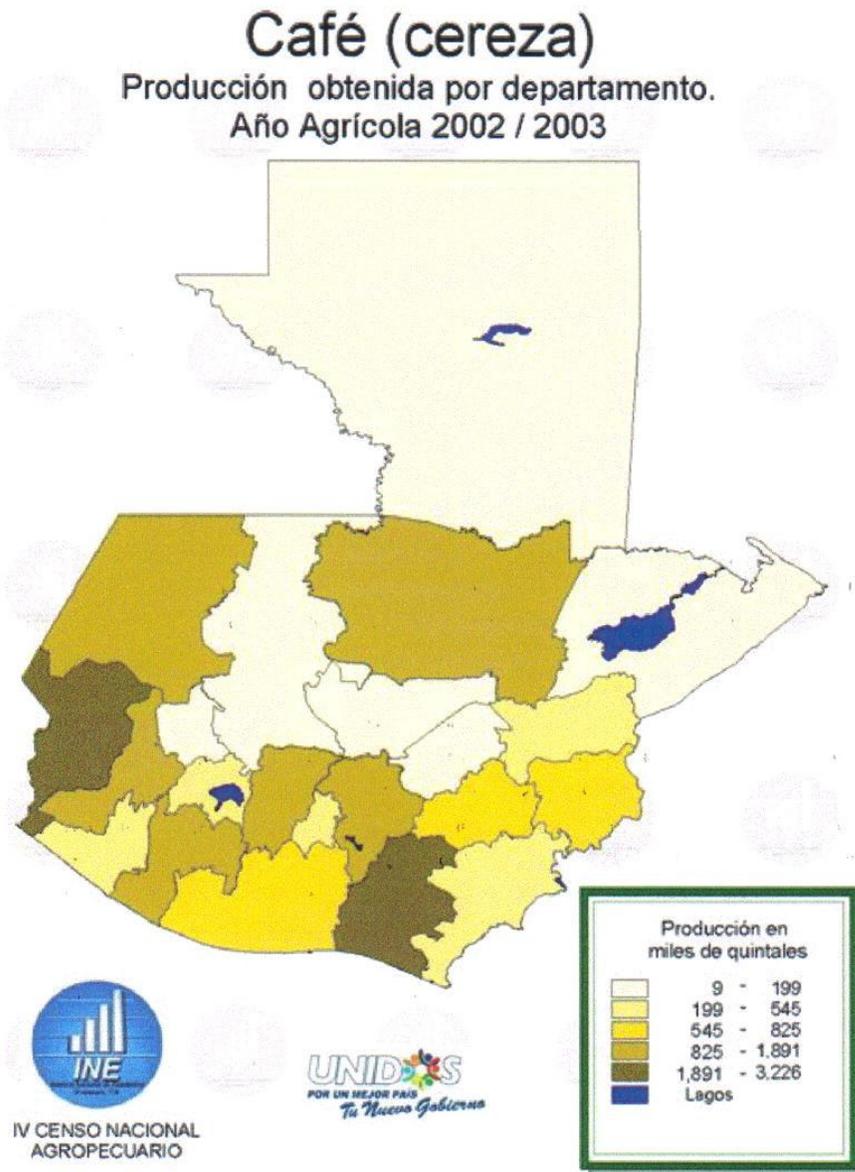


Figura No. 9 Producción de café cereza obtenida por departamento, Guatemala.

La cantidad en manzanas sembradas de café en cereza en Alta Verapaz se encuentra en el orden de las 20,200-38,800 (Figura No. 10).

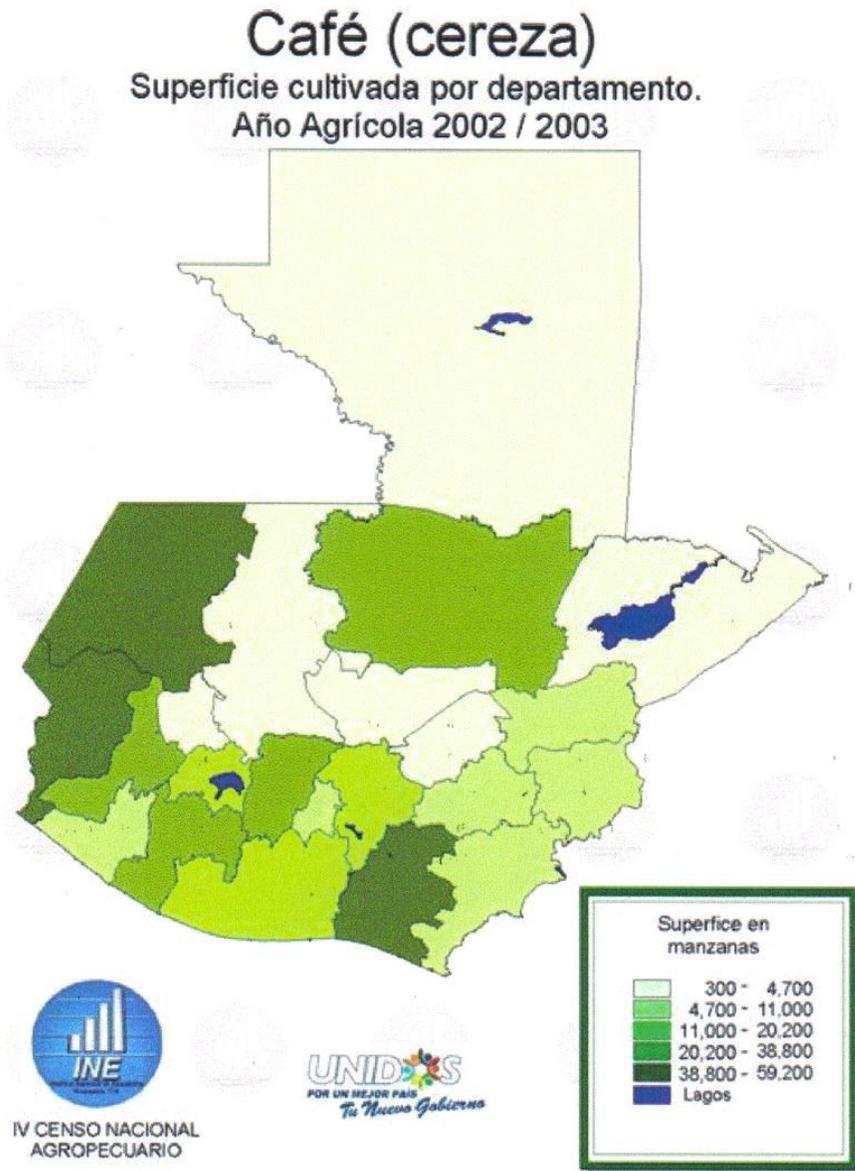


Figura No. 10 Superficie cultivada de café por departamento, Guatemala.

5. PROGRAMA DE DOCENCIA

5.1 Introducción

Uno de los principales problemas sociales que afronta Guatemala, como país, es el bajo nivel de educación que se tiene en el área urbana y mayormente en el área rural. El factor más importante que incide en este bajo nivel educativo es que Guatemala es un país multiétnico y pluricultural, como es sabido existen alrededor de 21 etnias, y no es posible encontrar educadores que hablen y den las clases en la lengua materna de las diferentes etnias, lo anterior dificulta la educación de en las áreas rurales. Otro problema puntual, es el bajo recurso que es asignado por parte del gobierno a la educación rural.

La mayor parte de las comunidades indígenas viven de la siembra de maíz y esta cultura está fuertemente arraigada. Cada inicio de año las comunidades hacen las famosas “rozas” como preparativo previo a el cultivo de maíz. Según la creencia de ellos, estas rozas llaman al agua y además no tienen costo alguno. Pero se sabe que quemar la tierra lo único que hace es erosionarla y que el suelo pierda su humedad natural, de tal forma que los cultivos año con año disminuye el rendimiento de la producción por manzana.

El presente trabajo de docencia del Estudio Profesional Supervisado se llevó a cabo en la Escuela Rural Mixta de Chiraxché, ubicada en la Finca Chapultepec, en el municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz. Se colaboró con la escuela con algunos temas de interés general en el área de las Ciencias Naturales, y se hizo mayor énfasis en lo que fue la Ecología y el cuidado de los recursos naturales, para concientizar a los niños de los problemas que pueden ocasionar las malas prácticas de la preparación de la tierra antes de la siembra. Todas las presentaciones se hicieron con apoyo

visual (data-show). También se llevaron a cabo algunas actividades de campo con la participación directa de los alumnos.

5.2 Objetivos

5.2.1. Objetivo General

- Fomentar la conservación del medio ambiente en los alumnos de la escuela por medio de la docencia.

5.2.2. Objetivos Específicos

- Concientizar a los alumnos sobre los efectos nocivos que tiene la tala indiscriminada de árboles en un bosque y sus consecuencias.
- Demostrar que utilizar las “rozas” para limpiar y preparar terrenos es una de las prácticas que más erosiona y deteriora la calidad del suelo.

5.3. Actividades realizadas

Con fecha del 16 de febrero se tuvo la primer entrevista con el Director de la escuela Rural Mixta Chiraxché (ver Figuras No. 11 y No. 12), para proponerle la idea de trabajar el EPS con los niños de la escuela, a lo que el director sugirió que por la dificultad de lingüística lo más conveniente era trabajar con niños de 4º -6º primaria. Para el presente ciclo escolar, 2005, se contó con la participación de 16 niños.

Dentro de la entrevista se hizo referencia el aspecto histórico de la escuela la cual se encuentra dentro de los terrenos de la Finca Chapultepec. La cual surgió con la necesidad de educar a los hijos de los colonos que

laboraban para la finca. Durante la entrevista también se evidenció la carencia de docentes para cubrir todos los grados ya que solo se cuenta con 3 maestros que cubren los 7 grados.

El día 26 de febrero, la Licda. Olga Sánchez, catedrática responsable del curso de EPS, se entrevistó en Cobán con el Director de la Escuela de Chiraxché, Profesor Jorge Sierra, para definir las responsabilidades del epesista y las condiciones con que se deben realizar las actividades del área de docencia. El apoyo solicitado por los maestros fue en el área de Ciencias Naturales, para lo que se definieron los temas a trabajar, en los que se distribuían de la siguiente forma:

- Reinos de la naturaleza y la célula.
- Aparatos del ser humano: Digestivo, respiratorio, circulatorio, nervioso, urinario, reproductor, óseo, muscular.
- Órganos, función, higiene y enfermedades de los aparatos.
- Nutrición y cadena alimenticia.
- Ecología, ambiente, ecosistema, factores bióticos y abióticos.
- Relaciones seres vivos: mutualismo, parasitismo, competencia y depredación.
- Conservación del ambiente, recursos, bosque, agua, aire, suelos y sus problemas.
- Contaminación, deforestación y erosión.
- 2 clases prácticas: conservación de insectos, siembra y fertilización de hortalizas.

Se habló con el director para que las clases fueran impartidas los días jueves y viernes, cada quince días y con una duración de 4 horas por día.



Figura No. 11 Entrevista con Director Jorge Sierra



Figura No. 12 Vista frontal Escuela Chiraxché

En las fechas del 28 y 29 de abril, se dio inicio a las clases en la Escuela Chiraxché a los niños de 4º, 5º y 6º grado de primaria (ver Figura No. 13). Las clases que se impartieron fueron sobre la célula y sus partes, célula animal y vegetal, así como sus diferencias.

Para impartir las clases se utilizaron carteles donde se explican las diferencias de la célula con ilustraciones de la célula animal y vegetal. También se repartieron fólderres a los niños para que pudieran guardar el material que se les entregaba, ya que en todas las clases teóricas siempre se impartió material escrito de lo que se enseñaba. Durante las clases se tuvo la colaboración del director como traductor, ya que existían algunos conceptos que los niños no comprendían en castellano.



Figura No. 13 Inicio de clases en Escuela Chiraxché.

Con fecha 12 y 13 de mayo se cumplió con la 2 jornada de clases en la Escuela Chiraxché, para esta jornada los temas que se trataron fueron los aparatos del ser humano:

- Digestivo, respiratorio, circulatorio, óseo, nervioso, urinario, reproductor y muscular (ver Figura No. 14).

Se dio material de apoyo, 32 copias y una evaluación corta en forma de sopa de letras y un crucigrama. Además se usó como material de apoyo carteles con los temas a tratar.

Debido a que el contenido era extenso se decidió dejar los siguientes temas para la próxima clase:

- Sistema circulatorio y respiratorio animales y plantas.

- Ecología, medio ambiente, ecosistema, factores bióticos y abióticos, relaciones entre seres vivos.

El 26 y 27 de mayo, se continuó con las jornadas de clases en la Escuela Chiraxché. Se completó con el contenido que hacía falta de la clase anterior y se dejó para la siguiente clase todo lo referente al ambiente, que fue uno de los puntos donde se hizo mayor énfasis para hacer o crear conciencia en los niños.



Figura No. 14 Clase sobre el aparato digestivo, Escuela Chiraxché

El día 9 de junio se llevó a cabo la cuarta jornada de clases en la Escuela Chiraxché. Las clases que se impartieron fueron acerca de la higiene, alimentación, cadena y pirámide alimenticia.

En esta clase se motivó a los alumnos a hacerse cuestionamientos sobre la higiene personal y cómo ellos visualizan su higiene y que cosas

debían de llevar a cabo para mejorarla. Las clases fueron impartidas con ayuda visual de carteles y presentaciones en computadora con Data Show.

El 23 de junio, se realizó la cuarta jornada de clases en la Escuela Chiraxché, los puntos que se trataron fueron el agua y medio ambiente, haciendo un especial énfasis en el cuidado que debemos tener con las cuencas de los ríos, la deforestación y la quema de tierras antes de la siembra.

Debido a que el tema a tratar es muy extenso se dejó parte del tema para la siguiente clase. O sea que se cubrió el tema en una clase más.

Con fecha 7 de Julio se impartió la quinta jornada de clases en la Escuela Chiraxché. Este día se finalizaron las clases sobre el agua y medio ambiente. Se evaluó lo aprendido solicitando que el alumno explicara qué fue lo que comprendió sobre la conservación del agua y qué prácticas se llevan a cabo en la comunidad y cuáles son dañinas para el medio ambiente.

Para el 8 de julio se llevó a cabo una actividad manual en la que se pidió a los niños que durante la semana recolectaran insectos para hacer una colección. Para lo que se necesitó alcohol, alfileres de disección, guantes de latex y una caja para conservar a los insectos (ver Figura No. 15) Aparentemente, los niños disfrutaron más esta actividad que las clases teóricas.

Luego de haber hecho la colección se realizó una siembra de repollo y laurel, con la intención de que los niños prepararan el suelo haciendo tabloncitos y después sembrándolos con dichos vegetales. Se hizo el cultivo de la siguiente forma, con y sin fertilizante para observar la diferencia (ver Figura No. 16). El fertilizante utilizado fue un triple 15 (15% de nitrógeno, fósforo y potasio, expresado como N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente), se escogió este fertilizante, por ser uno de los más completos en cuanto a nutrientes se refiere. En esta actividad especialmente se pudo observar la

habilidad de los niños para manejar el machete y la tierra, lo que indica que están muy familiarizados con la actividad agrícola.

El día 21 de julio se concluyó la actividad de docencia en la Escuela Chiraxché. Para dar por finalizada la actividad se dio una pequeña refacción a todos los alumnos y maestros de la escuela (ver Figura No. 17) y se dieron unas palabras de agradecimiento, por el apoyo y colaboración brindados a CEMA y al epesista.

Al día siguiente, se fueron a ver los tabloncillos donde se habían sembrado las hortalizas para determinar cuál se comportaba mejor o había crecido más (ver Figura No.18). Porque se habían hecho dos tratamientos, uno con fertilizante y otro sin fertilizante. Aparentemente los tabloncillos con fertilizante respondieron mejor que los que no tenían fertilizante, esto es en el caso del repollo, ya que en el caso del laurel, no se miraba siquiera que estuviera naciendo alguna planta. Esto se debió a que el laurel lleva más tiempo para desarrollar la planta.



Figura No. 15 Alumnos sosteniendo colección de insectos.



Figura No. 16 Alumnos preparando tablonces para cultivo.



Figura No. 17 Refacción de despedida



Figura No. 18 Cultivo 15 días después de haberse sembrado (repollo)

5.4. Actividades realizadas no planificadas

Con fecha 13 de mayo se realizó una clase magistral de Generalidades de Acuicultura en el Centro Universitario de Nor-Oriente –CUNOR- en Cobán, a la cual asistieron alumnos de 2º y 3er. año de Zootecnia. La clase fue impartida en el salón de conferencia de CUNOR y también asistieron catedráticos de la carrera. En esta cátedra se tocaron temas puntuales de la Acuicultura, tales como: piscicultura con énfasis en la Cultivo de Tilapia *Oreochromis sp.*, Cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, Cultivo de ostras *Crassostrea sp.* y el Acuarismo (ver Figura No. 19).



Figura No. 19. Clase magistral CUNOR, Cobán

5.5 Conclusiones

- Lo que dificulta más la educación en las áreas rurales es la lengua materna que no es el castellano, lo que hace más difícil el aprendizaje, ya que la mayor parte de la docencia está fundamentada en el castellano y no en la estructura de las lenguas indígenas.
- La escasez de recursos es evidente en la escuela lo que dificulta la labor del docente, por que no cuenta con los materiales didácticos apropiados para la enseñanza.
- La falta de recurso humano es un problema puntual, ya que no hay suficientes maestros para impartir las clases, por lo cual un maestro se ve en la obligación de dar clases por lo menos a dos grados a la vez.

5.6. Recomendaciones

- Algunas de las situaciones que se viven en las escuelas del interior de la República de Guatemala no son del conocimiento de las autoridades competentes. Por lo que sería recomendable, hacer llegar este tipo de casos hasta la autoridad superior, para que tome en cuenta estos casos y diseñe una estrategia de distribución de recursos que lleguen a todos los rincones del país.
- Continuar con el trabajo de desarrollo de la concientización del medio ambiente a la comunidad con otro EPS.
- El Ministerio de Educación debería proporcionar material didáctico en el idioma de cada región, para facilitar el proceso de aprendizaje.

6. PROGRAMA DE EXTENSIÓN

6.1 Introducción

Las políticas para el desarrollo rural en el país no están bien establecidas por lo que dicho desarrollo no llega a todas las comunidades. Es por eso que existen muchas entidades estatales y no estatales que se dedican a fomentar el desarrollo en las áreas rurales. Entre las entidades que se dedican a esto se encuentran múltiples Organizaciones No Gubernamentales nacionales e internacionales, (ONG), Organizaciones Estatales como el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, (INTECAP) y la Universidad de San Carlos de Guatemala, (USAC).

Como parte de la formación profesional de los alumnos que están por graduarse en la Universidad de San Carlos de Guatemala está el desarrollo del extensionismo en el área rural. La idea de hacer extensionismo es identificar áreas de posible desarrollo y fomentarlo por medio de la educación y la producción sostenible. También existe el extensionismo para mejorar alguna actividad productiva y llevarla de lo artesanal a una producción técnica y sostenible.

En el caso de la Carrera de Acuicultura se trata de promover proyectos de desarrollo acuícola, por lo general se promueven cultivos de peces para contribuir a la seguridad alimentaria de las comunidades, mejorando su dieta alimenticias y, en algunas ocasiones, como fuente de ingresos.

El presente trabajo se llevó a cabo en la Finca Chapultepec, ubicada en el municipio de San Pedro Carchá. En esta finca ya se contaba con cierta estanquería pero con un manejo artesanal, donde se mejoró el cultivo de tilapia. Además, esta finca es el único lugar que cuenta con suficiente agua para llevar a cabo un cultivo acuícola, de los pueblos cercanos. Por lo que de esta finca se distribuye el producto a las comunidades cercanas.

También dentro del trabajo de extensionismo se dio apoyo a otros productores del área en Lankín.

6.2 Objetivos

6.2.1. Objetivo General

- Promover el desarrollo de la comunidad mostrando el impacto positivo que un proyecto acuícola tiene en la comunidad.

6.2.2. Objetivos Específicos

- Capacitar a los encargados del cultivo de tilapia en el manejo técnico de éste.
- Introducir una especie de tilapia que se adapte mejor a la temperatura del agua de la finca.
- Capacitar personal en el procesamiento adecuado del producto cosechado para ponerlo a la venta.

6.3. Actividades realizadas

Inicialmente la finca contaba con 2 estanques. Uno de aproximadamente 75 m², estanque 1, (ver Figura No. 20) con un abastecimiento de agua conducido por una tubería de 4 pulgadas de diámetro y otro de aproximadamente 50 m², estanque 2 (ver Figura No. 21) con abastecimiento por desnivel del agua del estanque 1. El agua de la finca es de nacimiento y abundante, pero estaba siendo mal aprovechada, ya que el segundo estanque era alimentado por desnivel del agua del primero.

Cuando se iniciaron los trabajos en esta finca, se tuvo que hacer algunas modificaciones. Ya que las instalaciones estaban diseñadas para un sistema integrado donde las excretas de los cerdos se vertían directamente al primer estanque.



Figura No. 20 Condición inicial estanque 1, al fondo se observa las porquerizas.



Figura No. 21 Aspecto estanque 2 sin abastecimiento de agua.

Se cerraron completamente las porquerizas para evitar la contaminación del agua por excretas. Se propuso hacer un cambio en la entrada del agua de forma que esta se pudiera ubicar en los dos estanques. De la tubería de cuatro pulgadas se llevó una extensión al segundo estanque y en ambos estanques se colocó un reductor de tubería de 4 pulgadas a 2 pulgadas (ver Figuras No. 22 y No. 23). A éste reductor se le conectó un tubo de dos pulgadas que atravesaba a lo largo los estanques, se le hicieron perforaciones al tubo de aproximadamente 1.5 pulgadas a intervalos de medio metro. Así habría un mejor aprovechamiento del agua y se incrementaría la oxigenación en los estanques.

Luego de llevar a cabo los cambios en la infraestructura de los estanques se llevó a cabo un muestreo de los animales que tenían en dichos estanques y se cosechó, para deshacerse de los animales pequeños, porque

se evidenciaban problemas de enanismo (ver Figura No. 24) y comercializar los que tenían peso de $\frac{1}{2}$ libra y más. Luego de esto se limpiaron los estanques removiendo la materia orgánica y lodos.



Figura No. 22 Estanque 1 con sistema de aireación y porquerizas selladas.



Figura No. 23 Estanque 2 con sistema de aireación.



Figura No. 24 Evidencia de enanismo en los estanques.

El 26 de febrero la Licda. Sánchez, catedrática encargada del EPS, realizó una visita para conocer la Finca Chapultepec y definir las actividades del epesista. Las actividades que se identificaron como parte de la extensión fueron aquellas relacionadas con el cultivo de la tilapia, tales como: manejo durante la siembra, específicamente la aclimatación, técnicas de alimentación por medio de la evaluación del consumo, así como el correcto almacenamiento del alimento para evitar la rancidez y contaminación con hongos, muestreos poblacionales cada 15 días y técnica de cosecha, enhielado y como eviscerar una tilapia correctamente, así como su comercialización.

En febrero se llevó a cabo la siembra de 2000 alevines de tilapia blanca o Rocky Mountain. Los alevines se transportaron desde la estación de CEMA en Amatitlán (ver Figura No. 25). A la hora del despacho el 63% aproximado de los peces tenían una talla de 2 gr. Mientras el restante no tenía ni siquiera el gramo. Venían dispuestos en 5 bolsas con 300 alevines y 1 bolsa con 500 alevines. A pesar de los inconvenientes la siembra fue buena sin mortalidades.

El transporte hasta la finca se lleva un promedio de 6 horas. Se aclimataron los alevines en un promedio de 15-20 minutos (ver Figura No. 26) y se les aplicó azul de metileno para evitar cualquier hongo por contacto con aguas frías. Se tenía programado el despacho de los alevines para las 6:30 pero por atrasos estos fueron despachados hasta las 9:30, lo cual ocasionó que se viajara en plena hora del día donde el sol está más fuerte. Cuando aumenta la temperatura hay mayor consumo de oxígeno y mayor actividad metabólica de los organismos, por lo que estos se someten a un mayor nivel de stress.



Figura No. 25 Captura alevines en estación CEMA Amatitlán



Figura No. 26 Aclimatación alevines tilapia blanca

También se trató de participar en el Programa de Formación de Promotores de Desarrollo. Esta carrera se imparte quincenalmente los domingos en el Centro Universitario del Nororiente (CUNOR), como un apoyo a las comunidades para fomentar el desarrollo. Las áreas que conforman esta carrera técnica son: agrícola, construcción y producción animal. Esta carrera técnica tiene una duración de 3 años.

A este Centro Regional Universitario, CUNOR, convergen personas, para convertirse en promotores, de las aldeas o pueblos cercanos como San Juan Chamelco, Cobán, San Pedro Carchá, Santa Cruz y San Cristóbal.

Se tenía planificado hacer 3 prácticas con estos promotores, para junio y julio, pero ya no se concretó nada, ya que en las fechas que se iba a dar inicio el curso, domingo 5 de junio, no asistió ningún promotor ni catedrático.

El 12 de mayo se llevó a cabo el primer muestreo de tilapia blanca, con el objetivo de capacitar al encargado del proyecto en cómo se debe realizar un cultivo de forma técnica (ver Cuadro No. 7). La idea del muestreo fue determinar el crecimiento que ha tenido la población en un período de tiempo.

La metodología usada en los muestreos era extraer los organismos por medio de la atarraya (ver Figura No. 27) y pesarlos en una balanza y registrar el peso. Luego se hacían los cálculos pertinentes para observar su crecimiento.

Durante el muestreo se observó que aproximadamente el 60-65% de las tilapias que se capturaron durante el muestreo eran grises y el restante blancas (ver Cuadro No. 7 y ver Figura No. 28). Esto responde a que la tilapia Rocky Mountain no era 100% pura, sino un cruce entre Rocky y gris. Este muestreo evidenció que la frecuencia alimenticia no era la indicada, por lo que de dos aplicaciones de alimento al día se subió a tres, mañana (9:00-10:00 horas), medio día (12:00-13:00 horas) y tarde (16:00-17:00).



Figura No. 27. Encargado del cultivo lanzando atarraya en estanque 2.

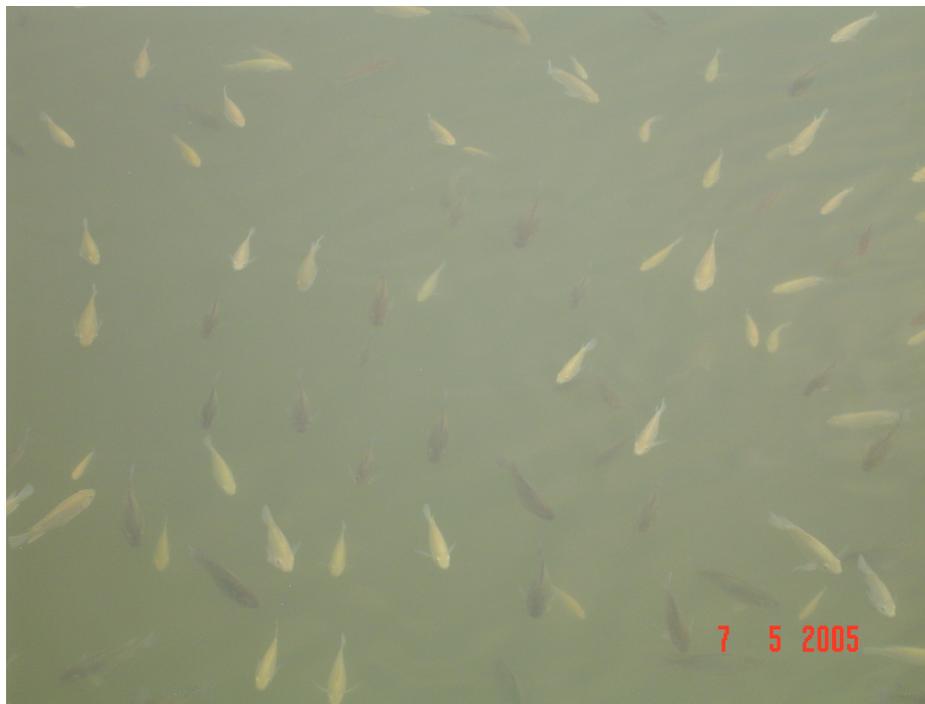


Figura No. 28 Estanque 2, se observa dentro del lote de tilapias Rochy sembradas, muchas tilapias grises.

El 9 de junio se llevó a cabo otro muestreo de la tilapia gris del estanque 1 (ver Cuadro No. 6) y la tilapia Rocky en el estanque 2 (ver Cuadro No. 7). Estos muestreos son parte de la capacitación para que los empleados de la finca aprendan la correcta manipulación de las especies y comprendan la metodología de la evaluación de peso de los individuos.

Cuadro No. 6 Resultados de muestreos del estanque 1 con tilapia gris, finca Chapultepec.

Resultado	1^{er.} muestreo (12/5/05)	2^{o.} muestreo (09/06/05)	3^{er.} Muestreo (23/06/05)
Animales muestreados	40	39	40
Peso Promedio (g)	107.8	100.4	123.4
Media peso (g)	85.1	113.5	113.5
Moda peso (g)	56.7	113.5	113.5

Luego de hacer los muestreos respectivos del estanque 1 (ver Cuadro No. 6), se procede a la cosecha el 23 de junio (ver Figura No. 29), obteniendo un rendimiento de 63 libras con individuos que presentaban peso promedio de 5.5 onzas. Se transfirieron 400 peces al estanque 3.

La decisión de cosechar este estanque con tilapia gris, fue que el crecimiento de ésta no era satisfactorio como se puede observar en el Cuadro No. 6. Por lo que mantener a estos animales era perder tiempo y dinero. También se cosecharon porque se necesitaba dejar el estanque 1 para las tilapias Rocky de 2 onzas o más, para poder tener un cultivo escalonado por peso y así acelerar el desarrollo de las tilapias Rocky y acortar el tiempo de cultivo.



Figura No. 29. Cosecha estanque 1

En el estanque 2 siempre se manejó sólo tilapia Rocky, ya que se sospechaba que el desarrollo de la tilapia gris estaba afectado por la temperatura, esperándose un mejor crecimiento en la especie Rocky Mountain, la cual se recomienda para aguas templadas. Los resultados de los muestreos de este estanque se muestran en el Cuadro No. 7.

Cuadro No. 7 Resultados de muestreos del estanque 2 con tilapia Rocky, finca Chapultepec.

Resultado	1^{er.} muestreo (12/5/05)	2^{o.} muestreo (09/06/05)	3^{er.} Muestreo (07/07/05)	4^{o.} muestreo (21/07/05)
Animales muestreados	63	61	48	27
Peso Promedio (g)	78.8	86.5	117.0	87.2
Media peso (g)	56.8	85	113.5	85.2
Moda peso (g)	56.8	56	113.5	113.5
No. tilapia Rocky	24	20	NC	NC
% tilapia Rocky	38.1	32.8	NC	NC
No. tilapia gris	39	41	NC	NC
% tilapia gris	61.9	67.2	NC	NC

NC: no cuantificado

Del estanque 2 donde sólo había tilapias blancas se transfieren el 23 de junio todas aquellas que tienen más de 2 onzas al estanque 1 que ya estaba vacío (ver Figura No. 30). Se transfirieron 328 peces con un peso total de 77.6 libras. En el estanque 2 quedaron 216 peces de 2 onzas o menos.

La idea de hacer estas transferencias es para separar los organismos que presentan un mayor peso (arriba de las 4 onzas), con la finalidad de acelerar el crecimiento de éstos para que las cosechas sean continuas en el mismo estanque, lo que facilita la logística de éstas.

Con los resultados anteriormente expuestos se evidencia que la respuesta de la tilapia Rocky es superior a la de la gris en peso ganado, lo

que indica que para la temperatura del agua de la Finca Chapultepec la especie que mejor se adapta es la Rocky. Esta presentó crecimiento periódico de casi 1 gramo diario.

En el Cuadro No. 8 se observan los resultados de muestreo y cosecha de la tilapia Rocky transferida del estanque 2, que pesaba más de 2 onzas.



Figura No. 30. Transferencia de peces estanque 2 al 1.

Cuadro No. 8 Resultados de muestreos y cosecha del estanque 1 con tilapia Rocky, finca Chapultepec.

Resultado	1^{er.} muestreo y cosecha (21/07/05)	2^{o.} muestreo y cosecha (19/08/05)
Animales muestreados	93	122
Peso Promedio (g)	142.8	164.7
Media peso (g)	141.9	170.2
Moda peso (g)	113.5	198.6
Crecimiento diario (g)	2.5	2.0
Animales cosechados	48	126
Peso Promedio (g)	195.7	193.9
Media peso (g)	198.6	198.6
Moda peso (g)	198.6	170.26

En los resultados anteriores se aprecia que el crecimiento diario a partir de julio fue de 2.5 gramos y en agosto fue de 2 gramos. Esto demuestra la importancia de hacer transferencias y escalonar el cultivo por medio del peso, ya que se logra un mejor crecimiento y en menor tiempo.

Si los datos anteriores se comparan con los de la tilapia gris del estanque 3 (ver Cuadro No. 9) se aprecia que los crecimientos diarios de la tilapia gris están muy por debajo de los de la Rocky, existe una diferencia de por lo menos 1 gramo. Y en los datos de cosecha se observa que el peso medio (moda) es más uniforme en la tilapia Rocky.

Esto nuevamente indica que existe una mejor adaptación por parte de la tilapia Rocky al medio, y que la respuesta de crecimiento es más rápida, tomando en cuenta que la tilapia gris tenía 5 meses más de haberse sembrado que la Rocky.

En el Cuadro No. 9 se presentan los resultados de muestreo y cosecha de las tilapias transferidas del estanque 1 al estanque 3 el 23 de junio.

Cuadro No. 9 Resultados de muestreos y cosecha del estanque 3 con tilapia gris, finca Chapultepec.

Resultado	1^{er.} muestreo y cosecha (07/07/05)	2^{o.} muestreo y cosecha (21/07/05)	3^{er.} muestreo y cosecha (19/08/05)
Animales muestreados	82	93	136
Peso Promedio (g)	98.3	104.7	136.4
Media peso (g)	113.5	113.5	141.8
Moda peso (g)	113.5	113.5	113.5
Crecimiento diario (g)	NC	0.5	1.13
Animales cosechados	NC	25	149
Peso Promedio (g)	NC	183.0	193.5
Media peso (g)	NC	170.2	170.2
Moda peso (g)	NC	170.2	170.2

NC: no cuantificado

El día 21 de julio se cosechó parte del estanque 1, todos los organismos arriba de 6 onzas. Además se muestreó el crecimiento de las tilapias en los estanques 1 y 2.

Se cosecharon 21 libras de tilapia blanca (ver Figura No. 31), la cual aparentemente no tuvo ningún efecto negativo por su color a la hora de la venta en el pueblo cercano Campur. Durante el procesamiento de la tilapia se les enseñó a los empleados de la finca la manera correcta de eviscerar y matar por shock térmico a la tilapia. Para este efecto el epesista mostró como se tenía que enfriar el agua donde se colocan las tilapias luego de cosecharlas. Para eviscerar el epesista mostró con un cuchillo como se hace un corte longitudinal sin tocar las vísceras para evitar romper o cortar la bilis,

evitando así que el músculo adquiriera un sabor amargo (ver Figura No. 32). Después se procedió a pesar el producto cosechado (ver Figura No. 33).



Figura No. 31 Cosecha parcial tilapia Rocky estanque 1.



Figura No. 32 Eviscerando tilapia



Figura No. 33 Comercialización de tilapia

El día 19 de agosto, se cosecharon los estanques 1 y 3 (ver Figura No. 34 y No. 35), se sacaron todos los individuos que pesaban 6 onzas o más. De ambos estanques se obtuvieron 115 libras, conformadas por 275 animales y en la libra entraban 2.2 animales.

Luego de cosechar los animales se procedió a eviscerarlos y se obtuvieron aproximadamente 13.5 libras de vísceras. Por la tarde de ese mismo día se procedió a la comercialización del producto en el pueblo cercano de Campur (ver Figura No. 36).

El día 20 de agosto se llevó a cabo el muestreo y el traslado de peces en el estanque 2 al 1, esto ya se hizo solo con la supervisión del epesista, para comprobar que ya los empleados de la finca son capaces de llevar a cabo el manejo y hacerlo correctamente.



Figura No. 34 Cosecha estanque 1, tilapia Rocky.



Figura No. 35 Tilapia Rocky cosechada



Figura No. 36 Comercialización en pueblo de Campur

El día 20 de julio se hizo una siembra de 3000 alevines de tilapia Rocky provenientes de la estación de CEMA en Amatlán. La siembra fue nocturna por lo que se tuvo mayor cuidado con la aclimatación, se dieron alrededor de 45 minutos durante este proceso y 10 minutos utilizando 10 gotas/bolsa de azul de metileno (ver Figuras No. 34 y No. 35). Esta siembra se hizo en la piscina de la finca, porque no se había terminado el estanque número 4, luego de 5 días se trasladaron al estanque, aunque si existió cierta mortalidad en la piscina como posible efecto de la pintura sobre los alevines, aunque la mortalidad no fue masiva, se perdieron 167 alevines (5%). No se muestran resultados de este estanque pues el EPS finalizó antes de que se tuvieran datos. Tampoco se mencionó formalmente la construcción del estanque 4 ya que se decidió hacer sobre la marcha, casi al final de este trabajo.



Figura No. 37 Aclimatación nocturna de tilapia Rocky



Figura No. 38 Siembra alevines de tilapia Rocky

6.4. Actividades realizadas no planificadas

El 18 de agosto se procedió con la última parte de la extensión que fue la visita de productores locales de tilapia, se visitó especialmente al señor Augusto Chavarría (ver Figura No. 39) que con anterioridad había solicitado el apoyo de CEMA para su cultivo de tilapia.

Se recorrió el área de estanques encontrando algunos problemas, como aguas muy verdes (ver Figura No. 40) y poco caudal de agua para hacer fuertes recambios. Luego de recorrer los estanques se platicó sobre los cambios que tenía que hacer, como ya no seguir fertilizando las aguas. En este punto se observó que el manejo que el está llevando a cabo es un manejo anticuado y con poca información, porque no se puede fertilizar todos los días y menos si el caudal de agua es reducido. También se recomendó

aumentar la frecuencia alimenticia de 2 a 3, para hacer más eficiente el consumo de alimento y que el mayor porcentaje de la ración alimenticia fuera suministrado en las horas del medio día, ya que es cuando se alcanzan las mayores temperaturas en el agua y el metabolismo del pez aumenta, por lo que aprovecha de una manera más eficiente el alimento.

Se buscó algunos otros productores de tilapia del área, pero no se encontraron, ya que uno de los principales problemas en el área es la disponibilidad del agua. Por lo que son muy pocos los que pueden dedicarse a este tipo de cultivo.



Figura No. 39 Augusto Chavarría, Carlos Tay, Juanito (de izquierda a derecha).



Figura No. 40 Estanque de cosecha de Augusto Chavarría.

6.5. Conclusiones

- En la zona de San Pedro Charchá, existe poco recurso hídrico para promover el cultivo acuícola de forma comunitaria. Los que tienen acceso al agua en grandes cantidades, por lo general, son propiedades privadas.
- El conocimiento sobre el cultivo de tilapia, *Oreochromis sp*, por parte de los productores y los empleados de la finca es muy escaso, por lo que el cultivo se lleva de una forma artesanal y poco técnica. Evidenciándolo desde la siembra, alimentación, cosecha y procesamiento.

- Existe una aceptación positiva para la compra de tilapia blanca entre los vecinos de los poblados aledaños, lo que indica que tienen una demanda por pescado sin importar el color.
- El crecimiento de la tilapia gris se ve limitado por efecto de la temperatura, mientras que la tilapia blanca, se adapta mucho mejor y se pueden llegar a obtener crecimientos sostenidos de hasta 3 gramos diarios.

6.6. Recomendaciones

- Continuar con la capacitación de los encargados del cultivo de tilapia en la Finca Chapultepec, ya que a pesar de que se les enseñó existen algunos detalles de suma importancia como la ración y frecuencia alimenticia que posiblemente estén limitando el crecimiento total de los organismos dentro del estanque. También se tiene que mejorar la técnica de cosecha y procesamiento para garantizar la inocuidad del producto al cliente final.
- Capacitar al personal de cocina de la finca en el procesamiento de embutidos de pescado y determinar si se pueden comercializar, así como se ha hecho con la tilapia.
- Reenfocar el sistema de extensión de manera que las personas que se dediquen a esto, se den cuenta que es necesaria la capacitación y asesoría, lo cual tiene un precio. Así los productores contarán con presupuesto para sufragar los honorarios de los Acuicultores, lo que revaloriza el trabajo de éstos.

7. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

7.1. Título

CALIDAD DEL AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE CAMARON BLANCO
Litopenaeus vannamei EN LA COSTA DEL PACIFICO DE GUATEMALA

7.2. Justificación

Uno de los aspectos de mayor relevancia en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* es la calidad del agua. Por ser un organismo acuático, el camarón necesita ciertas condiciones para su cultivo en cautiverio. El manejo adecuado de la calidad de agua contribuye a que el cultivo sea exitoso. Guatemala ocupa los primeros lugares en producción de camarón blanco por hectárea a nivel Latinoamericano. Por tal motivo es importante conocer los parámetros de calidad del agua que se manejan en las fincas productoras de camarón blanco para exportación y el manejo integral que se le da a los estanques y al agua, desde que ésta ingresa a la finca. De tal forma que este conocimiento y manejo se pueda transmitir por medio del desarrollo de un documento que contenga los aspectos científicos y técnicos que conlleva el manejo y control de la calidad del agua en la producción de camarón blanco y que esta información se pueda incorporar en la formación de pequeños productores y estudiantes.

7.3. Introducción

La Acuicultura se ha convertido en una disciplina generadora de divisas y gran fuente de empleo para Latinoamérica en los últimos 25 años, sobretudo en la producción de camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*. El

gran éxito de esta actividad se atribuye a que se pueden cultivar organismos en pequeñas extensiones de tierra obteniendo grandes producciones en comparación a las cantidades extraídas por parte de la actividad pesquera, de este organismo en el mar. Como todo cultivo se ha tecnificado cada vez más y por ende se ha vuelto más exigente. Guatemala se dedica a la producción de camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, desde principios de 1980 siendo este cultivo el de mayor importancia en el sector acuícola.

En la Acuicultura se deben tomar en cuenta varios factores como: nutrición, genética, enfermedades, ubicación geográfica y la calidad del agua. El conocimiento y manejo adecuado de todos estos factores incide de forma positiva en el éxito de la producción. Uno de los factores más importantes es la calidad del agua, ya que la acuicultura busca crear las condiciones naturales en un medio artificial. Por lo tanto la base de la producción de un organismo acuícola es el agua.

Se entiende calidad del agua como el manejo de los factores bióticos y abióticos del agua para un fin específico. En acuicultura la calidad del agua es el manejo del plancton y los factores físico-químicos de ésta necesarios para poder llevar a cabo la producción de un organismo acuícola.

El presente trabajo identifica los principales problemas de la calidad del agua en la producción de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, y las soluciones que los productores y técnicos dan a esta problemática en las fincas de Guatemala que se dedican a la producción semi-intensiva e intensiva. Para el presente estudio se tomaron como base las fincas que producen camarón blanco para exportación, las cuales se encuentran distribuidas a lo largo de la costa del pacífico guatemalteco.

7.4. Objetivos de la Investigación:

7.4.1. Objetivo General:

- Establecer los principales problemas de la calidad del agua en la producción de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* para exportación en las principales fincas de Guatemala.

7.4.2. Objetivos Específicos:

- Evaluar los parámetros físico-químicos del agua que se manejan en la producción de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*.
- Determinar los tipos de manejo de la calidad de agua en fincas productoras de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*.
- Precisar las medidas de control que se aplican para contrarrestar los problemas de la calidad del agua en la producción de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*.
- Generar información sobre los aspectos científicos y técnicos que se implementan en el manejo de la calidad del agua en fincas de producción de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en Guatemala.

7.5. Revisión de Literatura

CALIDAD DEL AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE CAMARON BLANCO *Litopenaeus vannamei* EN LA COSTA DEL PACIFICO DE GUATEMALA

El cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* inició en Latinoamérica en Panamá en la Finca de Agromarina, la cual era una finca experimental de cultivo y alimento de Purina. Luego surge como potencia productora el país de Ecuador, llegando a tener casi 200,000 hectáreas. Originalmente el cultivo de camarón se hacía con larva silvestre que se capturaba en esteros y en el mar. Entre los años de 1994 y 1995 se detecta el Síndrome del Virus del Taura el que causa grandes estragos en la industria y luego se esparce por Centroamérica, causando grandes mortalidades en la producción de camarón (FAO, 2002). Esto obligó a los productores a buscar nuevas fuentes de larva de camarón blanco, por lo que se desarrollan larvas de laboratorio, para garantizar mejores sobrevivencias y mejor rendimiento en crecimiento. Al poco tiempo de comprender como convivir con el virus del Taura, brotó otro virus conocido como el Virus de la Mancha Blanca, el virus de la mancha blanca tuvo su origen en Asia y actuó en forma devastadora en China, Tailandia y otros países asiáticos a principios de los 1990 (FAO, 2002). Dejando severamente golpeada la industria en Ecuador, generando una perdida, de alrededor de un millón de dólares, de la cual no se han logrado recuperar hasta la fecha (FAO, 2002).

Guatemala inició el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* de origen silvestre, a principios de 1980, con especial énfasis en la producción para exportación al mercado de Estados Unidos y Europa. A raíz de las enfermedades que presentaban las larvas silvestres, luego de aparecer el Virus del Taura, Guatemala empieza a importar larva de laboratorio, a finales de 1990 y principios del 2000, de origen colombiano obteniendo excelentes resultados, alrededor de 6,000 libras/ha. Luego de esto, los productores construyeron el primer laboratorio de larvas de camarón

blanco *Litopenaeus vannamei* para reducir los altos costos de importar larva desde Colombia. En el año 2003 se construyó el segundo laboratorio de larvas de camarón blanco. De tal manera que en la actualidad existen dos laboratorios de producción de larva de camarón blanco en Guatemala.

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística –INE- y Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales – AGEXPRONT-, en Guatemala existen alrededor de 1,200 hectáreas que se dedican a la producción de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Estas hectáreas están distribuidas en tres grandes grupos, Finca Mayasal, Grupo Tecojate y Pesca S.A.

El tipo de cultivo de camarón que se practica en Guatemala es semi-intensivo en el 85% del hectareaje total, con producciones que oscilan entre 5,000-8,000 libras/ha/ciclo según el mercado que se atienda, en presentaciones de entero y sin cabeza. El restante 15% lo conforman cultivos intensivos con producciones de hasta 25,000 libras/ha/ciclo. Generalmente se practican dos ciclos para tallas medianas y un solo ciclo para tallas grandes (U21-25, U26-30, U21-30, U30-40)

En acuicultura se deben tomar en cuenta varios factores para garantizar el éxito de la actividad. Entre los más importantes se encuentran la selección del lugar, calidad del agua, especie a cultivar, genética y la nutrición.

Dependiendo de la especie a cultivar así serán sus requerimientos nutricionales como de calidad del agua. En lo que respecta a calidad del agua en general, a continuación se presentan algunos requerimientos básicos tanto para peces como para camarón blanco. El adecuado conocimiento y manejo de estos requerimientos así como su interpretación conllevan a un manejo más técnico y eficiente.

7.5.1. Parámetros Físico-Químicos

Los parámetros se dividen en químicos y físicos. Los químicos incluyen todos los parámetros orgánicos, inorgánicos y gases, mientras que los parámetros físicos, son la temperatura, color, olor, turbidez y conductividad.

A continuación se presentan los principales parámetros físico-químicos del agua que se pueden medir en el cultivo de camarón blanco.

7.5.1.1. Alcalinidad :

Ésta es la suma de los componentes (principalmente bicarbonato, carbonato, e hidróxido) en el agua que tienden a elevar el pH del agua. Estos factores son característicos de la fuente del agua y de los procesos naturales que ocurren en cualquier hora dada. La alcalinidad representa la capacidad "buffer" del agua y de su capacidad de resistir un cambio en el pH. El rango aceptable para la mayoría de peces es 20-200 mg/l. Para el cultivo de camarón blanco se recomienda mantener alcalinidades arriba de 100 mg/l.

El agua de mar tiene un promedio de 116 mg/l de alcalinidad. En algunas ocasiones se recomienda el uso de bicarbonato de sodio para aumentar la alcalinidad sin afectar la dureza del agua.

7.5.1.2. Amoníaco :

El nitrógeno del amoníaco (N) está presente en concentraciones variables en muchas fuentes superficiales y subterráneas del agua. Es el producto de la actividad microbiológica, el amoníaco cuando se encuentra naturalmente se mira como un indicativo de la contaminación sanitaria del agua.

El amoníaco es oxidado rápidamente por ciertas bacterias, en sistemas naturales del agua, a nitrito y nitrato – en un proceso que requiere la presencia del oxígeno disuelto. El amoníaco, siendo una fuente del nitrógeno es también un alimento para las algas y otras formas de vida vegetales y contribuye así a sobrecargar los sistemas y es la causa de contaminación natural.

En peces, el amoníaco representa el producto final del metabolismo de la proteína el cuál es importante si está presente en la forma, NH_3 , que es tóxico para peces (de agua dulce y marina) en > 0.03 mg/l, o en la forma ionizada, NH_4^+ , el cual es inofensivo. La concentración relativa de cada uno es dependiente del pH y de la temperatura. Cuanto más alto es el pH, más moléculas de NH_3 estarán presentes. El amoníaco puede bloquear la transferencia del oxígeno en las agallas de los peces y branquias de los camarones, de tal forma causa daño inmediato y a largo plazo de la agalla o branquia. Los peces y camarones que sufren del envenenamiento por amoníaco aparecerán inactivos y flotarán hacia la superficie, como si “boquean” por aire. En ambientes marinos, el nivel seguro de NH_4^+ está entre 0.02 y 0.4 mg/l.

El USEPA (US Environmental Protection Agency, por sus siglas en inglés) recomienda un límite de 0.02 mg/l como NH_3 en ambientes de agua dulce o marinos. Los niveles totales del amoníaco, en este límite, pueden extenderse a partir de 160 mg/l en pH 6 y temperatura de 5 °C a 0.06 mg/l en pH 9 y temperatura de 25 °C.

Aproximadamente el 85% del alimento suministrado en el cultivo de camarón termina en forma de amoníaco. La toxicidad de este tiene alta relación con la edad del camarón, post-larvas y juveniles son menos tolerantes que los camarones adultos, aunque prolongadas exposiciones en aguas con altos niveles de amoníaco son letales para el camarón. Altas concentraciones de amoníaco en el medio irritan las branquias de los

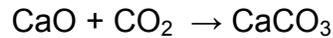
camarones causando la hiperplasia branquial (desprendimiento e ingestión de filamentos de branquia) reduciendo de tal forma la capacidad para extraer oxígeno del agua. También las altas concentraciones de amoníaco en el agua incrementan el nivel de amonio en la sangre lo que reduce la afinidad del pigmento de la sangre en crustáceos (hemocianina) por el oxígeno. Estos dos problemas a la larga reducen la tolerancia del camarón a bajas del oxígeno en el medio.

7.5.1.3. Dióxido de Carbono:

El dióxido de carbono (CO_2) está presente en el agua en forma de un gas disuelto. Típicamente, las aguas superficiales contienen dióxido de carbono libre menos de 10 mg/l mientras que las aguas subterráneas pueden tener concentraciones mucho más altas. Disuelto en agua, el CO_2 forma el ácido carbónico que baja el pH.

La vida del fitoplancton depende del dióxido de carbono y de los bicarbonatos en el agua para su crecimiento. Cuando los peces sufren una baja la concentración de oxígeno (e.g. por la degradación de basuras orgánicas), se eleva la concentración del dióxido de carbono. Este aumento de dióxido de carbono hace más difícil utilización del oxígeno disuelto en el medio. Para poder utilizar el oxígeno disuelto del medio, los peces deben descargar primero el CO_2 de su torrente sanguíneo, un proceso que se retrasa considerablemente cuando hay altas concentraciones del CO_2 en el agua. La gama aceptable del dióxido de carbono para la mayoría de peces es < 2.0 mg/l.

Altos niveles de CO_2 en un estanque indican una gran productividad primaria lo que sugiere que el pH puede caer, además los altos niveles de CO_2 impiden el uso del oxígeno disuelto en el medio por los camarones. Para reducir los niveles de CO_2 se recomienda el recambio de agua o la aplicación de cal para formar carbonato de calcio:



Los rangos aceptables para camarón oscilan entre 5-20 mg/l. La manera en que los camarones liberan el CO_2 de la sangre es cuando los niveles en esta son mayores que los existentes en el agua, pero al tener altos niveles en el agua el CO_2 no es descargado, por lo que estos altos niveles en la sangre tienden a bajar el pH lo que interfiere con la habilidad de llevar oxígeno a los tejidos por medio de la sangre.

7.5.1.4. Oxígeno Disuelto :

Vital para la vida acuática, el oxígeno entra en el agua por difusión o por medio de la fotosíntesis. La solubilidad real es directamente proporcional a la presión parcial en la fase de gas, a la concentración de la sal y a la temperatura. El nivel disuelto del oxígeno en el agua está cambiando constantemente y representa un equilibrio entre la respiración y la descomposición. La basura orgánica puede sobrecargar un sistema natural causando un agotamiento de la fuente de oxígeno en el agua. Asimismo, las aguas eutróficas, que son ricas en nutrientes, alcanzan el mismo resultado al promover proliferación masiva de las algas (blooms algales) que eventualmente para su descomposición luego de su ciclo de vida consumen el oxígeno disuelto disponible.

En el caso de los camarones el oxígeno disuelto es utilizado para la respiración, proceso fisiológico por el cual las células oxidan los carbohidratos y liberan la energía necesaria para metabolizar los nutrientes del alimento. Cuando existe una baja de oxígeno el camarón ve limitada su habilidad para metabolizar el alimento, por lo cual suspende su alimentación y se queda en una fase de hibernación, lo que afecta en el crecimiento del individuo y a su vez aumenta el riesgo de enfermedad ya que el organismo se encuentra débil. Los niveles recomendables son de 5-8 mg/l de oxígeno disuelto.

7.5.1.5. Nitritos :

Los nitritos son el producto intermedio del nitrógeno orgánico, siendo producido por la oxidación del amoníaco o de la reducción del nitrato. La presencia de cantidades grandes de nitritos es indicador de la contaminación del agua. El nivel ideal para peces marinos está entre 0.01 y 0.04 mg/l. Los niveles que exceden 0.55 mg/l del nitrito-nitrógeno pueden causar enfermedad de la sangre marrón en peces . Esto se debe a que el nitrito se une a la hemoglobina, formando así la metohemoglobina, la cual es incapaz de transportar oxígeno a los tejidos del pez, muriendo este por asfixia.

Los nitritos se pueden acumular en el medio cuando la oxidación del nitrito por las bacterias nitrobacter se ve reducida por la tasa de nitrificación, y la tasa de nitrificación por las bacterias nitrosomonas es mucho mayor. La toxicidad de los nitritos en el camarón se ve afectada por la edad y la salinidad del agua. Los nitritos son más tóxicos en niveles bajos de salinidad y ph. Los rangos adecuados deben estar por debajo de 1mg/l.

7.5.1.6. Nitratos :

Los nitratos en el agua son el producto final del nitrógeno orgánico, siendo producido con la oxidación del amoníaco. Aunque no particularmente es tóxico a los peces, el exceso de nitratos en el agua son un indicador de mala calidad del agua. Bajo condiciones anaerobias, por ejemplo en el lodo o el suelo en el fondo de un estanque, de un lago o de un acuario, la desnitrificación se puede utilizar para convertir el nitrato de nuevo al nitrito y de allí al gas del nitrógeno, quitando el nitrógeno total del sistema acuático. En ambientes marinos, los niveles de 0.1 a 0.2 se consideran ideales. Los niveles que exceden 50 mg/l del nitrato-nitrógeno se consideran malsanos para los lagos. Los niveles a partir de 10 mg/l a 40 mg/l indican el agua pobre en acuarios, dependiendo de la especie que es levantada.

En lo que es el cultivo de camarón no se reportan niveles de toxicidad por nitratos, estos organismos pueden tolerar niveles de hasta 200 mg/l. Aunque lo recomendable es de 5-20 mg/l. Altos niveles de nitrato indican condiciones aeróbicas en un estanque o en un medio.

7.5.1.7. pH :

Por la definición, el pH es el logaritmo negativo de la concentración del ión de hidrógeno. Es en efecto un "índice" de la cantidad de ión de hidrógeno presente en una sustancia y se utiliza para categorizar el último como el ácido, neutro, o alcalino (básico).

La mayoría de las aguas naturales tendrán valores de pH de pH 5.0 a pH 8.5. El agua fresca de la lluvia puede tener un pH de 5,5 a 6.0. El dióxido de carbono producido por la respiración de animales y plantas en el agua tiene el efecto de bajar el pH y el bicarbonato removido del agua por los procesos fotosintéticos de plantas acuáticas eleva el pH. Los mismos procesos alteran el contenido en oxígeno disuelto; gotas de oxígeno durante la respiración y descomposición; se elevan con la actividad fotosintética. Un pH que es demasiado alto es indeseable porque el amoníaco libre aumenta con el aumento del pH. La nivel aceptable del pH para la mayoría de la especies de peces y de crustáceos es de 6.8-8.5.

En camarones los rangos tolerables de pH oscilan entre 7 y 9, aguas muy ácidas o básicas son dañinas, ya que deterioran o dañan las branquias del camarón. Niveles muy bajos o muy altos también afectan, ya que se empiezan a liberar nutrientes que no están disponibles a pH neutro, causando intoxicación o proliferación del bloom algal.

7.5.1.8. Dureza Total:

La dureza total del agua representa la concentración total de los iones de calcio y de magnesio expresados como carbonato del calcio. La dureza puede extenderse a partir de cero a cientos de partes por millón, dependiendo del origen del agua o del tratamiento a los cuales se ha sometido el agua.

Las aguas que contienen concentraciones de dureza hasta de 60 mg/l se conocen como "suaves", aquellas que contienen 120-180 mg/l como "duras". Nivel recomendado : > 130 mg/l.

Para cultivo de camarón se busca una dureza total promedio de 150 mg/l, el calcio y magnesio no solo confieren cierta calidad al agua sino que sirven para la nutrición del organismo.

7.5.1.9. Fosfato:

Las altas concentraciones del fosfato en las aguas superficiales pueden indicar la influencia de fertilizantes, la descarga inútil doméstica, la presencia de efluentes o de detergentes industriales. Si persisten los altos niveles de fosfato, las algas y la demás vida acuática prosperarán, eventualmente disminuyendo el nivel del oxígeno disuelto debido al decaimiento acelerado de la materia orgánica. Las floraciones algales son promovidas por altos niveles de fosfato mayor de 0.8 mg/l.

7.5.1.10. Demanda Química de Oxígeno (DQO):

La demanda de oxígeno producido por reacción química mide el contenido orgánico e inorgánico como indicadores de la cantidad de oxígeno disuelto que será removida de la columna o del sedimento del agua debido a la actividad bacteriana y/o química. El DQO normal en un estanque debe ser menos de 10 mg/l . Un DQO de 60 mg/l en un estanque o un lago o una charca o un tanque natural de acuicultura está en alto riesgo de eutroficarse.

7.5.1.11. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):

La demanda bioquímica del oxígeno mide la cantidad de oxígeno utilizada por los organismos en la oxidación bioquímica de la materia orgánica en una muestra de aguas residuales en un tiempo específico (generalmente 5 días), y con una temperatura específica. Las medidas del DBO se utilizan como medida de la fuerza orgánica del agua. Aunque no es idéntica al DQO, la velocidad con la cual una puede obtener resultados de la prueba del DQO, a menudo los resultados de esta prueba serán utilizados para los propósitos de la prescripción. El agua natural normal tiene un DBO a partir de 0.8 a 5 mg/l. Cualquier DBO arriba de 6 mg/l necesita ser tratada ya que indica que existen fuertes consumos de oxígeno.

7.5.1.12. Sulfuro de Hidrógeno:

Los datos encontrados indican que el sulfuro del hidrógeno inhibe la respiración aerobia, inhibe contracciones del músculo, incluyendo la respiración, y promueven en exceso la interrupción de la glucosa. Hasta ahora, no se pueden encontrar los niveles específicos que son tóxicos para Acuicultura, pero esta sustancia es altamente tóxica.

7.5.1.13. Sulfato:

No se ha encontrado ningún límite para el sulfato en aguas con propósito acuícola, pero la Salud Pública de los E.E.U.U. ha fijado 250 mg/l como el límite permitido en agua potable. No obstante la estabilidad de los sulfatos en un cultivo acuícola muestran un medio aeróbico.

Dentro del cultivo de camarón los parámetros de calidad del agua que generalmente se analizan se pueden dividir en bióticos y abióticos. Los cuales se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 10. Factores Bióticos y Abióticos

Factores Bióticos	Factores Abióticos
Fitoplancton	Físicos: Turbidez, temperatura,
Zooplancton	Químicos: Oxígeno disuelto, pH, Nitratos
	Amoníaco, Fosfatos, Sulfatos, Nitritos, salinidad.

Fuente: Tay, 2005

A continuación se presentan los niveles adecuados de la calidad del suelo y agua que se deben de manejar en camaricultura según el Dr. Claude Boyd de la Universidad de Auburn, Alabama.

Cuadro No. 11. Parámetros de Calidad de Agua y Suelo.**SUELO**

Parámetro	Rango Óptimo
pH	7.0-7.5
Materia Orgánica	1.0-2.0
Nitrógeno mg/l	40-60
Fósforo mg/l	70-80

Fuente: Boyd, 1995

AGUA

Parámetro	Rango Optimo (mg/l)	Parámetro	Rango Optimo (mg/l)
Nitrato	5.0-8.0	Hierro	0.01-0.05
Fosfato	0.2-0.6	Manganeso	0.01-0.09
Silicatos	3.0-6.0	Magnesio	1,350
Amonia	0.01-0.10	Sulfatos	2,700
Nitritos	0.01-0.10	Potasio	400
Sulfitos	0.01-0.09	Calcio	400
		pH	8.0-9.0

Fuente: Boyd, 1995

7.6. Metodología

7.6.1. Delimitación del área a trabajar

Para el presente estudio se tomaron en cuenta las fincas que producen camarón blanco *Litopenaeus vannamei* para exportación, que están ubicadas en la Costa del Pacífico de Guatemala. Las fincas que se incluyen en el estudio son: Mayasal, Esteromar, Tecojate, Jovel, Ixtán, Laguna Grande.

Cuadro No. 12. Fincas productoras de camarón blanco para exportación

FINCA	HECTAREAJE (Ha.)	TIPO DE CULTIVO
Esteromar, Escuintla	187	Semi-intensivo e intensivo
Mayasal, Sta. Rosa	281	Semi-intensivo, Intensivo e hiperintensivo
Tecojate, Tecojate	197	Semi-intensivo e intensivo
Jovel, Retalhuleu	133	Intensivo
Ixtán, Retalhuleu	91	Intensivo
Laguna Grande, Retalhuleu	140	Intensivo

7.6.2. Variables a Investigar

- Se investigará acerca del tratamiento que se le da a los estanques antes de iniciar un ciclo de cultivo, lo que incluye la preparación de estanques e insumos utilizados. Mientras que en el agua se determinará que tratamiento recibe ésta antes de ser ingresada a los estanques, proceso de filtrado, desinfección, proceso químico, y encalado.

- La preparación del agua al momento de entrar a los estanques, específicamente como la fertilizan y que insumos utilizan, además de cuanto tiempo dejan reposar el agua antes de sembrar y con qué finalidad.
- Qué tipo de monitoreo realizan en el agua y que parámetros analizan y la frecuencia del análisis y toma de datos.
- Cuáles son los parámetros que se consideran críticos durante la producción y que medidas toman para corregirlos y solucionarlos.
- Cuándo se hace evidente un mal manejo de la calidad del agua, en el camarón, al momento de cosecharlo. En este caso se evaluará que condiciones presenta el camarón para que este sea rechazado en planta o tomado como camarón de segunda.
- Los resultados obtenidos fueron analizados por medio del análisis numérico de Pareto , ya que el estudio se basa en el análisis de casos. y por medio de los datos organizados se puede explicar las interrogantes expuestas anteriormente. (N.M. Downie, R.W. Heath: 1981, p. 16). La regla de Pareto se utiliza cuando se tiene una amplia gama de aspectos que afectan una situación y se dificulta identificar el o los más importantes. En esta investigación, se utiliza la regla de Pareto para definir las principales respuestas a las preguntas de la encuesta. En las gráficas se representan todas las respuestas a la pregunta y el porcentaje de la población entrevistada que dio cada una de estas respuestas (barras color corinto). Estas están ordenadas de mayor a menor porcentaje, o sea, la respuesta más frecuente de primero y la menos frecuente de último. Luego se grafican los porcentajes acumulados de las diferentes respuestas (barras celestes), permitiendo identificar el grupo de respuestas de mayor incidencia dentro del grupo de encuestados.

7.6.3. Trabajo de Campo

Entrevista oral a individuos que trabajan en granja y que tienen un año o más de experiencia en el campo.

7.7. Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos de 12 preguntas que se formularon a los entrevistados, las gráficas que se presentan demuestran donde se concentra el 80% de las respuestas o sea aquellas variables a las que se le da mayor importancia.

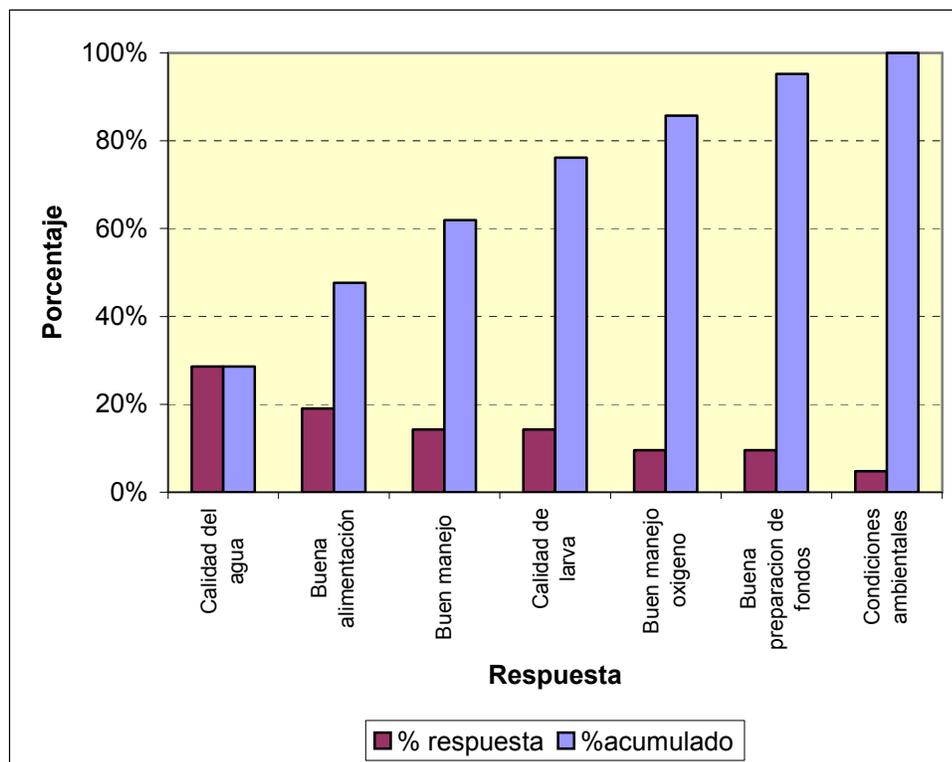


Figura No. 41 Factor que más incide en una excelente producción de camarón.

Se observa que la mayor parte de los entrevistados opina que los 4 factores más importantes son:

- Calidad del agua, con esto se refieren a una buena preparación del agua, para que esta cuente con el fitoplancton y zooplancton necesario para alimentar a los camarones, desde post-larva hasta su cosecha y que el estanque presente y conserve niveles de oxígeno disuelto estables (los niveles aceptables de O₂ oscilan entre 3-8 mg/l) como resultado de una buena productividad primaria.
- Buena alimentación, tanto natural como suplementaria, que exista un bloom de algas adecuadas como las diatomeas y que el alimento suministrado a lo largo del cultivo llene los requerimientos físicos y nutritivos del camarón.
- Buen manejo, con esto se refieren desde el tratamiento inicial del agua hasta manejo de recambios. Los recambios tienen diversas aplicaciones, las cuales van desde recuperación de nivel de agua por evaporación hasta recambios para diluir la floración algal dentro del estanque. Además de una acertada técnica de alimentación.
- Calidad de larva, lo que significa que buscan larva de laboratorio resistente a enfermedades y con buenos factores de crecimiento. Uno de los criterios usados en una buena selección de larva es la alta sobrevivencia de los nauplios, entre 90-95% en laboratorio, también la sobrevivencia de las post-larvas luego de ser sembradas en finca, entre 85-90%, luego de una semana de haberse sembrado. Otro criterio utilizado es la uniformidad de la larva, es aceptable cuando no se tienen más de tres tallas.

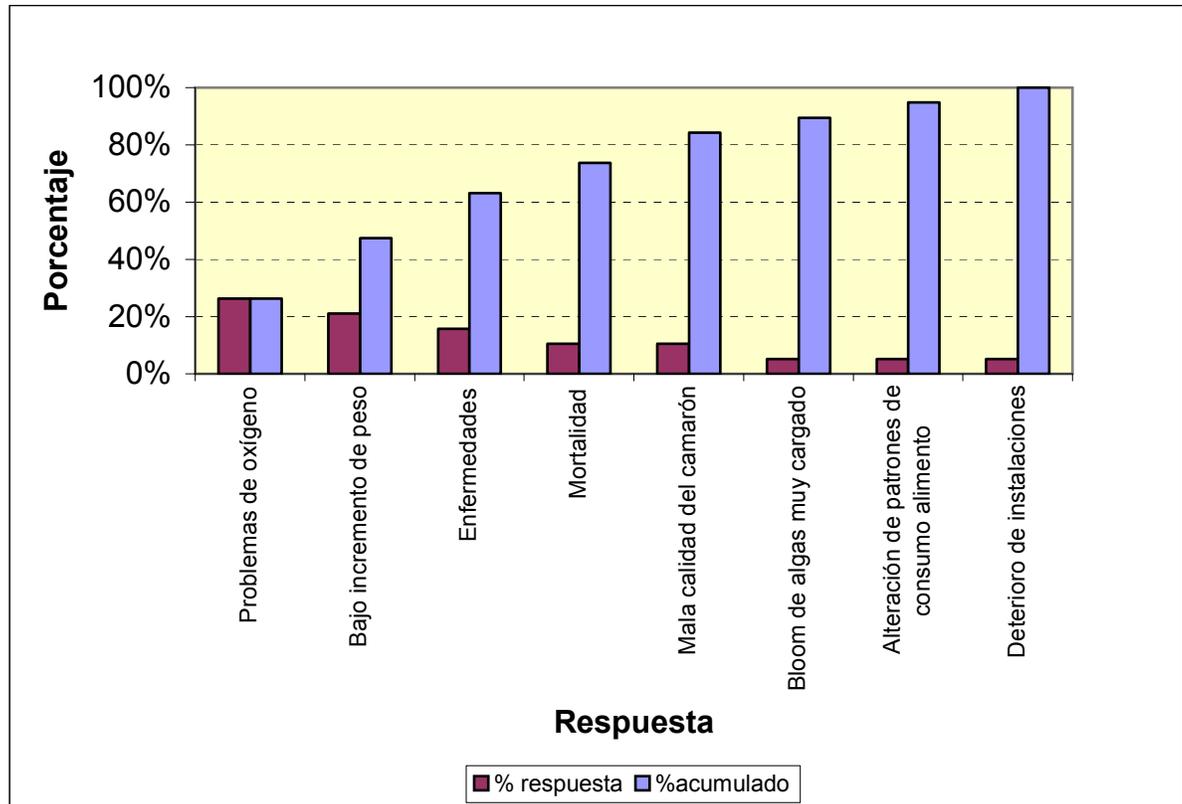


Figura No. 42 Principales problemas que genera la mala calidad del agua en la producción de camarón.

El 80% de las respuestas lo conforman los siguientes tópicos, en primer lugar se tiene que una mala calidad del agua genera problemas de oxígeno. Este es el tópico de mayor importancia, ya que un 26% de las respuestas hacen referencia a caídas del oxígeno. Esto quiere decir que los oxígenos tienden a descender o ser inestables por blooms de algas sobre cargados, algas no deseables, o demasiados sólidos en suspensión y materia orgánica.

Otro problema importante es la reducción en el incremento del peso, debido a que mucha de la energía del organismo se desvía en defenderse de un medio adverso, bajo condiciones de mala calidad del agua el organismo tiende a sufrir estrés, y el alimento ingerido no se aprovecha al 100% en crecimiento.

Los problemas de salud animal es otro de los problemas causados por una mala calidad del agua, ya que se incrementa el riesgo de enfermedad, debido a que el camarón se debilita y su sistema inmunológico se encuentra vulnerable.

La mortalidad es el resultando de todo el estrés causado al organismo por una mala calidad del agua, ya que un organismo expuesto durante un período prolongado a condiciones extremas o tóxicas, termina muriendo.

El resto de las respuestas que conforma el 20%, menciona los tópicos de mala calidad del camarón al momento de cosecha, bloom algal muy cargado, alteración en el patrón de consumo de alimento, deterioro físico de las instalaciones.

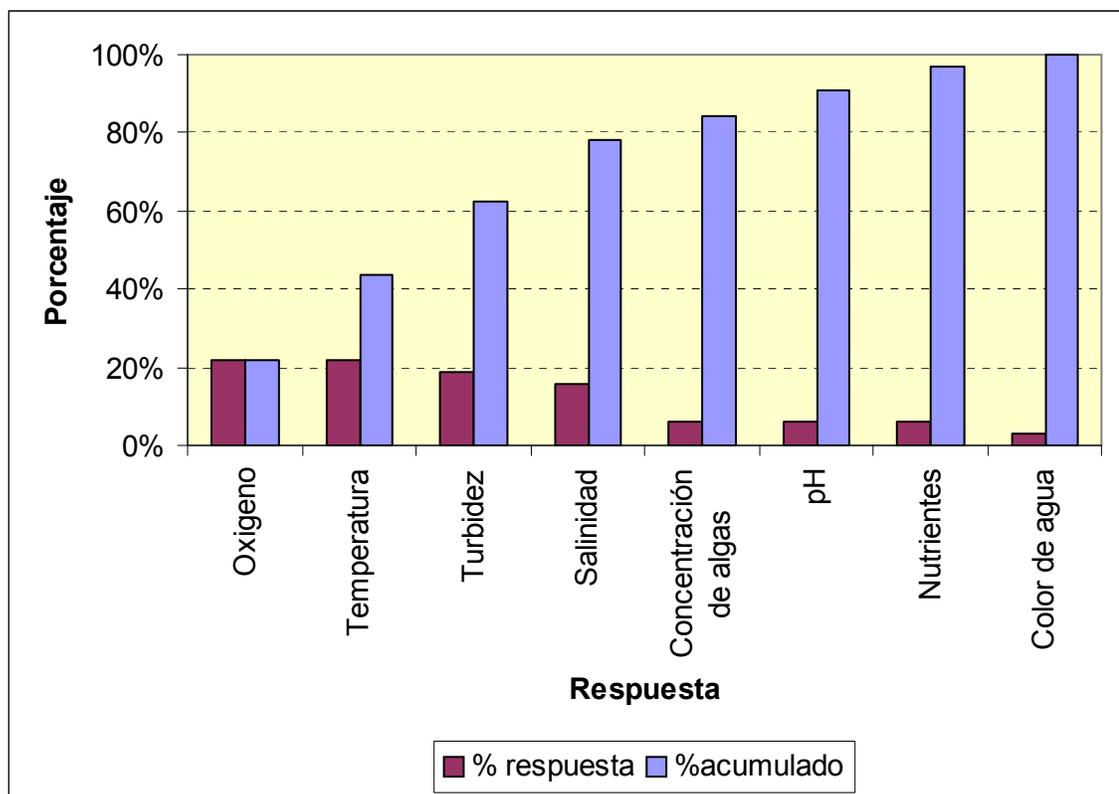


Figura No. 43 Parámetros que se monitorean con mayor frecuencia en finca.

El oxígeno disuelto y la temperatura son los parámetros más monitoreados en finca, ambas respuestas forman el 44% de la totalidad de las respuestas, y esta importancia reside, en que el factor más crítico a lo largo de un ciclo de cultivo, es el oxígeno disuelto, ya que si el oxígeno disuelto está por debajo de 2 mg/l, los camarones pueden empezar a mostrar signos de condiciones anóxicas en el estanque, tales como flotación en la superficie del agua, tratando de encontrar mejores condiciones de oxígeno y por consiguiente empieza la mortalidad masiva. Generalmente este parámetro se mide por lo menos unas tres veces al día en cada estanque y se hace en la compuerta de salida.

Con respecto a la temperatura, es de suma importancia medirla, ya que se ha observado que las temperaturas bajas, menores de 28°C, tienen una fuerte tendencia a presentar brotes de mancha blanca. Por lo que la temperatura es vital cuando hay cambios bruscos de clima y las temperaturas empiezan a descender.

La turbidez es un parámetro que se mide regularmente en las fincas de camarón, ya que por medio de esta, se sabe que tan denso puede ser el bloom de algas o si existen demasiados sólidos en suspensión. Esta respuesta conforma el 19% de los resultados.

La salinidad es otro parámetro que se monitorea con frecuencia en las fincas camaroneras. Este parámetro se mide regularmente para saber que variaciones experimenta el agua de un reservorio o de un estanque, sobre todo en inicio de ciclo cuando se va a sembrar larva, la cual debe de ser aclimatada y cuando se entra en la temporada lluviosa. Algunos recomiendan que las salinidades no deben de variar bruscamente (20-36 mg/l), pero se ha observado que el camarón es una especie euryhalina que tolera cambios fuertes y paulatinos de salinidad (Tay, 2001).

Dentro del 20% restante de respuestas que conforma el análisis se encuentra que los otros parámetros que se miden son: concentración de

algas, nutrientes del agua, pH y color del agua. Se considera que el monitoreo de nutrientes y concentración de algas, pueden ser buenos indicadores de las condiciones de un estanque, ya que por medio de las algas se puede averiguar si un estanque se está deteriorando, por ejemplo cuando se evidencia un bloom violento de algas verde-azules, las cuales son indicadoras de contaminación generalmente. Los nutrientes indican con certeza si existe deterioro, por medio de parámetros, como la medición de amoníaco, sulfato, nitritos, nitratos, amonio, entre otros. El color del agua es una medición subjetiva, ya que está sujeta al criterio del encargado de medir los parámetros.

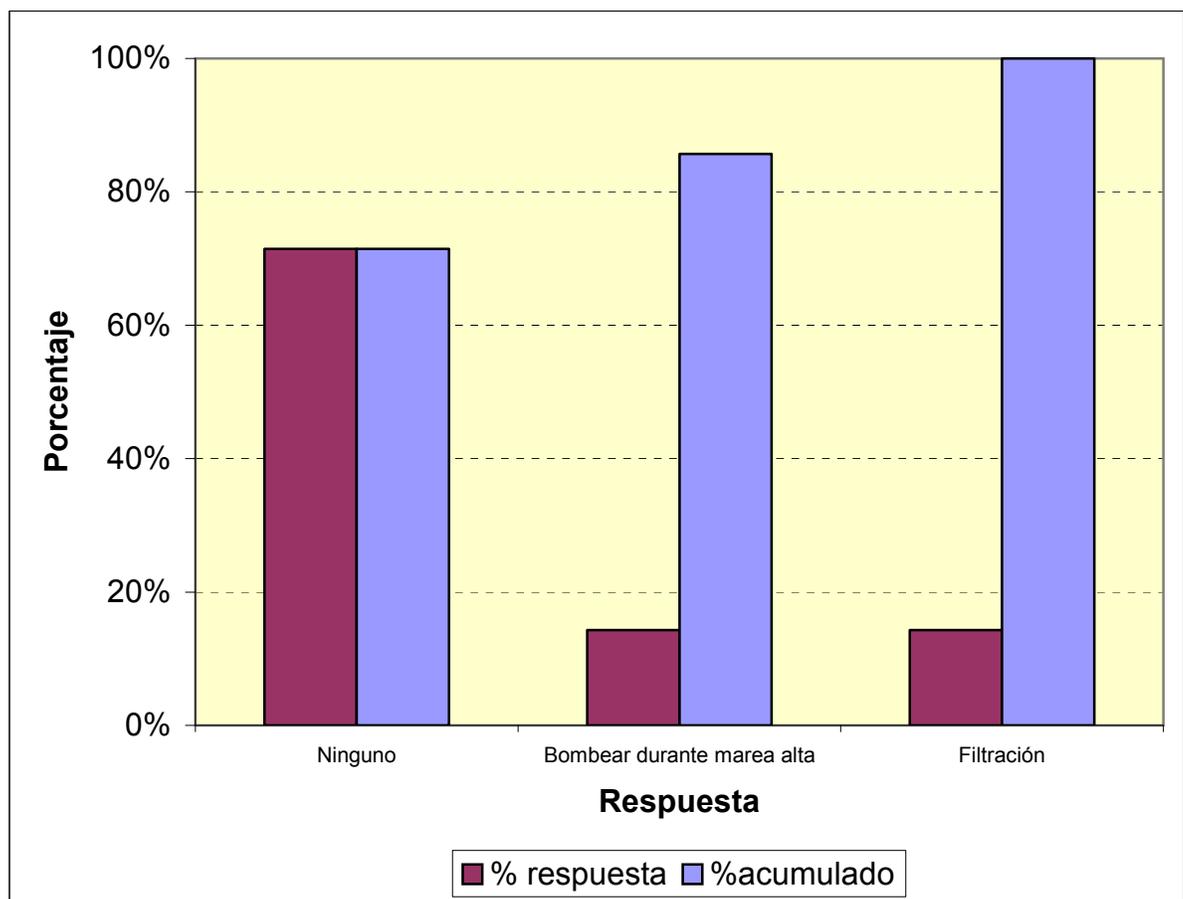


Figura No. 44 Tratamiento o procedimiento que recibe el agua antes de entrar a los estanques

El 80% de las respuestas concuerdan en que no se lleva a cabo ningún tratamiento, por lo que sólo bombean el agua directo al canal reservorio y de allí es incorporada a los estanques.

El 20% de los resultados está conformado por dos respuestas. Se bombea durante marea alta, lo que permite bombear agua bastante limpia o con cantidades bajas de sólidos en suspensión y buenos niveles de oxígeno disuelto. La filtración de el agua, es otra práctica que se realiza en algunas fincas con la finalidad de evitar el ingreso de organismos que puedan ser portadores, transmisores u hospederos del virus de la mancha blanca. El agua se hace pasar a través de filtros con diámetro de la luz de malla entre 150-500 micras.

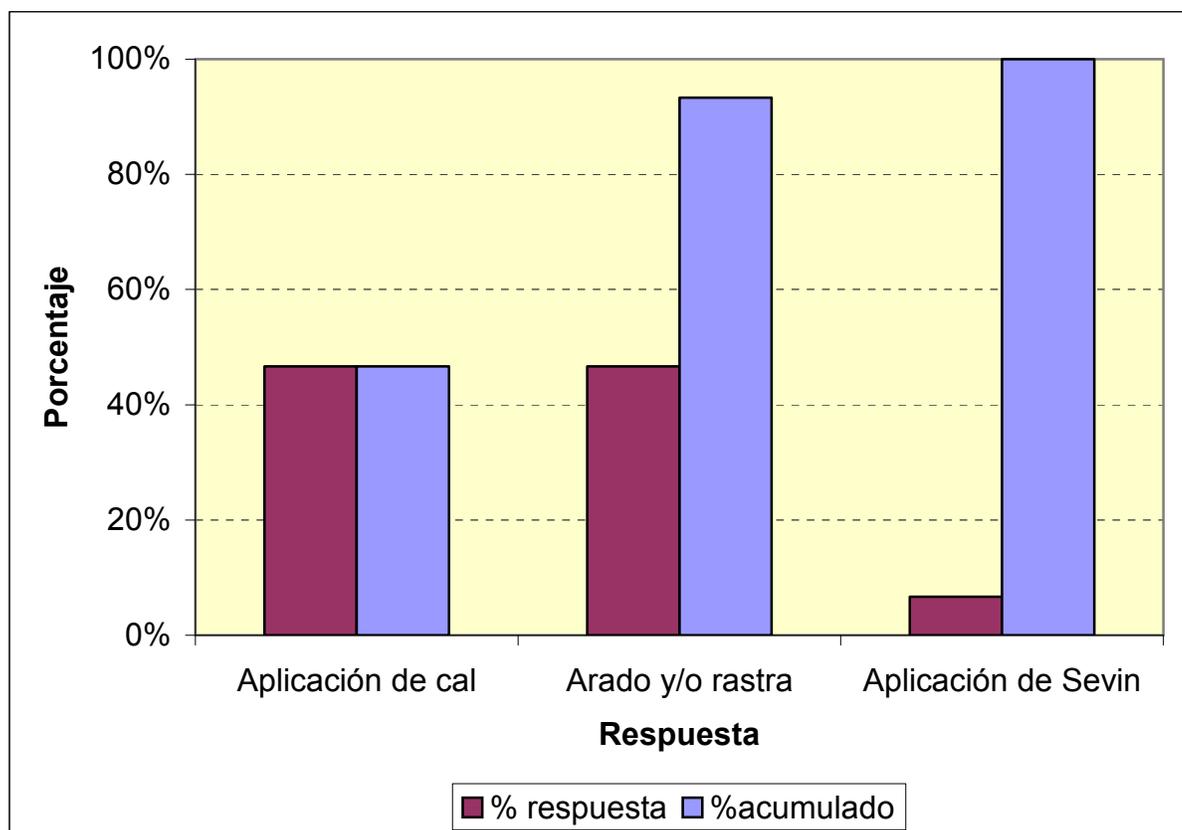


Figura No. 45 Tratamiento o preparación de los suelos antes de iniciar un ciclo de producción.

Los resultados indican que los suelos de los estanques reciben algún tipo de tratamiento o preparación antes de llenarse para la siembra. La aplicación de cal es una de las prácticas más comunes. Por lo que se denota que todas las fincas tratan con cal los suelos antes de iniciar un ciclo de producción. La aplicación de la cal tiene dos finalidades, la primera recuperar el pH de los fondos, o sea elevar este, ya que por el uso que se le da durante un ciclo este tiende a deteriorarse. Generalmente para recuperar el pH (rango óptimo 7.5-8.5) se debe utilizar el carbonato de calcio (CaCO_3), las dosis que se aplican al suelo suelen oscilar entre 1,000-2,500 libras/Ha. La segunda aplicación que se le da a la cal es como desinfectante, y esta se aplica en menores cantidades, entre 100-300 libras/Ha. La cal que se utiliza para esta finalidad es la que se conoce comúnmente como cal hidratada, que es el hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Otra práctica muy común al inicio del ciclo de verano cuando los suelos están bien secos, es el arado de los suelos, esta es la segunda respuesta que conforma parte del 20% restante de los resultados. Esta práctica sirve para airear el fondo del estanque y además incorporar la cal al suelo, lo que permite, según la creencia de muchos, que se degrade la materia orgánica del fondo. Se incorpora oxígeno al suelo solo cuando el estanque está vacío, porque cuando se llena de agua, se empiezan a cerrar las porosidades del suelo y la cal como no es soluble, participa en el sellamiento de éstas porosidades. De tal forma que si son suelos muy trabajados y altamente arcillosos, se pierde por completo la porosidad que el suelo tenía antes del llenado, formándose un medio anaeróbico.

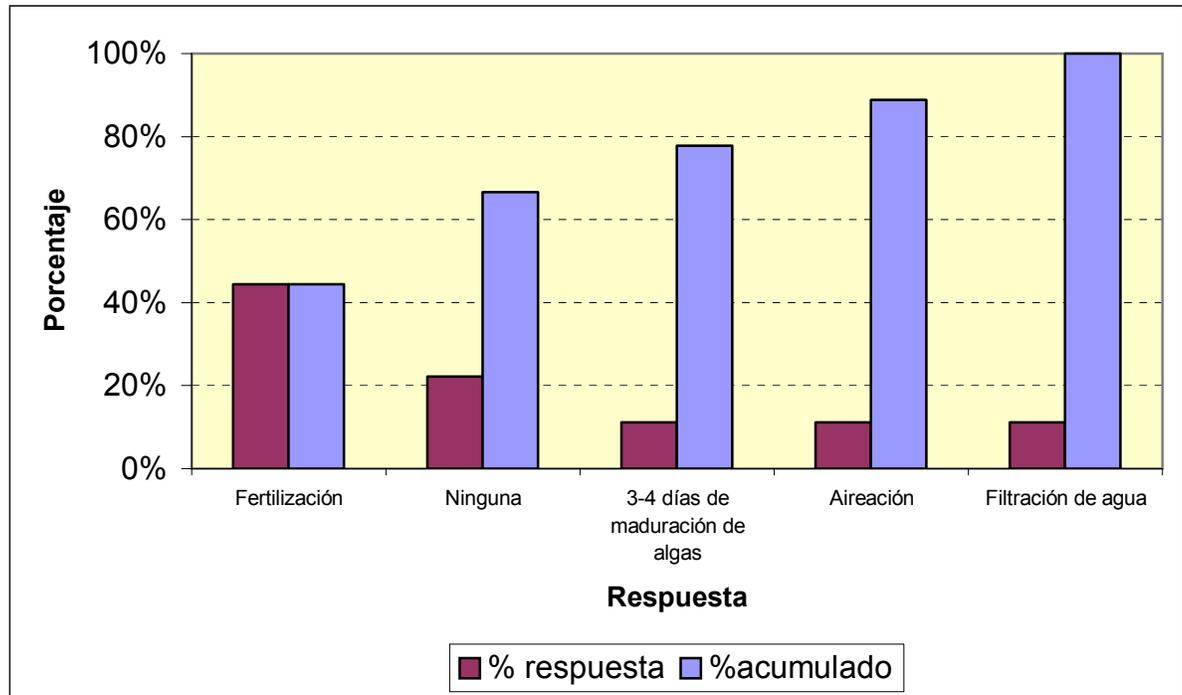


Figura No. 46 Preparación del agua en los estanques antes de sembrar

El 45% de los resultados indica que la preparación más común y frecuente es la fertilización. La práctica de la fertilización se hace para tener un medio rico en alimento natural al momento de sembrar la larva de camarón y para garantizar una producción adecuada de oxígeno por medio las floraciones algales, especialmente se busca tener diatomeas. Para fertilizar se usan fertilizantes de fuentes nitrogenadas y fuentes fosfatadas. Entre los fertilizantes nitrogenados más utilizados, se encuentra la urea (46-0-0), el nitrato de amonio (33-0-0) y el Nutrilake (15-0-0). Las dosis y frecuencia de aplicación varían según el criterio del encargado de la finca o un sector específico de la finca. Pero estas pueden oscilar entre 10-100 libras/Ha según el caso. Los fertilizantes fosfatados más comunes son el TSP (0-46-0) y el DAP (18-46-0). La frecuencia de aplicación de los mismos varía y las dosis pueden estar en un rango de 10-50 lb/Ha.

Contrario a lo que muchos piensan, la fertilización debe ser periódica, se debe fertilizar a lo largo del ciclo, analizando nutrientes disponibles como nitratos y fosfatos, ya que durante el ciclo de producción la acumulación de materia orgánica generada por las excretas, mudas, alimento, “die offs” de algas y los sólidos en suspensión, tienden a demandar oxígeno y toda esa materia orgánica libera compuestos tóxicos para el camarón. Por lo que es necesario mantener la columna de agua y los fondos con niveles adecuados de oxígeno. En otras palabras se debe de mantener el medio en forma aeróbica.

El 22% de los resultados, demuestran que no se da ningún tratamiento al agua antes de sembrar, ya que en algunos lugares se tienen elevadas floraciones algales, por lo que sería contraproducente fertilizar, en otras fincas no se lleva a cabo ningún tratamiento porque el cultivo es de tipo intensivo, por lo que desde el inicio del cultivo dependen completamente de la aireación y otra de las razones por las cuales no se hace ninguna preparación del agua es por motivo de costos.

El resto de las respuestas que conforman el 33%, con un 11% cada respuesta, de los resultados indican que las prácticas menos frecuentes son: dejan que el estanque madure durante 3-4 días antes de realizar la siembra, el agua del estanque recibe aireación antes de la siembra y la última indica que el agua de los estanques es filtrada antes de que se lleve a cabo la siembra, con la finalidad de evitar el ingreso de organismos depredadores y que puedan ser transmisores de enfermedades.

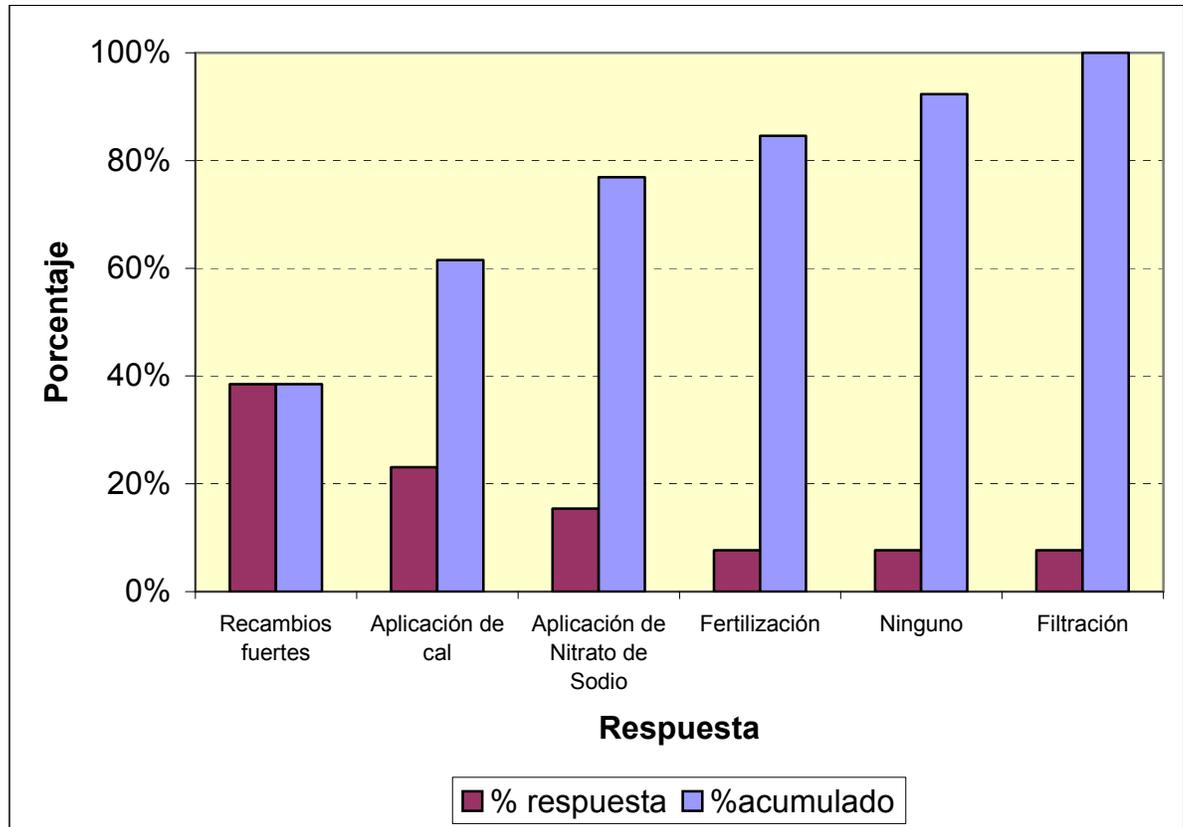


Figura No. 47 Tratamiento o manejo que recibe el agua durante el ciclo.

El 80% de los resultados lo conforman tres tratamientos o manejos que recibe el agua durante el ciclo de producción. El primer tratamiento, que es el más común, conforma el 39% de los resultados y son los recambios fuertes. Estos recambios están orientados a mantener o recuperar los niveles de oxígeno disuelto en la columna de agua incorporando agua fresca del reservorio al estanque y a retirar agua del estanque, la cual presenta fuertes coloraciones debido a floraciones muy densas de algas para reducir así el consumo masivo de oxígeno disuelto en la columna de agua por parte de las algas. Generalmente, se consideran floraciones muy densas cuando el conteo de fitoplancton está por arriba de las 350,000 células/ml, con predominancia de algas verdes y verde-azules (Tay, 2005). Estas

floraciones altas normalmente indican que existe un exceso de nutrientes en el medio y que hay contaminación por cianofitas, las cuales causan caídas drásticas en el nivel de oxígeno disuelto del estanque, además del problema del sabor a tierra en el camarón luego de ser cosechado. Cuando se dan estas altas floraciones de cianofitas es muy probable que se tengan niveles de fosfatos por arriba de 1 mg/l.

Luego ocupando un 23% de los resultados se tiene que el segundo tratamiento más común durante el ciclo, es la aplicación de cal. Generalmente se utiliza el hidróxido de calcio (Ca(OH)_2), ya que esta tiene propiedades químicas que hace que se precipiten las floraciones algales. Muchas veces las caídas repentinas de oxígeno disuelto en la columna de agua se atribuyen a floraciones algales muy densas. Otras aplicaciones de la cal incluyen el tratamiento preventivo en el control de enfermedades, especialmente con la vibriosis, cuando es aplicada en tiempo, tiene resultados positivos. También se puede utilizar como un potenciador para la inducción de la muda, sobre todo cuando se desea que el organismo acelere un poco su crecimiento o cuando se tienen problemas de flacidez en el exoesqueleto. Las cantidades que se aplican varían según el criterio de cada encargado de área o de finca, y se aplica semanalmente entre 30-150 libras/Ha, si es necesario.

La última respuesta dentro del 80% de los resultados, con un 16% de significancia, es la aplicación del fertilizante acuícola Nutrilake. El cuál se utiliza para detener las caídas drásticas de oxígeno en la columna de agua y fondos. Este fertilizante tiene muy buena aceptación debido a su composición química, que es un nitrato de sodio (NaNO_3), libera una molécula de oxígeno inmediatamente al entrar en contacto con el agua, además parte del fertilizante aplicado, aproximadamente un 75% se disuelve en la columna de agua, mientras que el 25% restante cae al fondo (Boyd, 2003) permitiendo que el bentos utilice la molécula de oxígeno disuelto y haciendo que el fondo del estanque permanezca en condiciones aeróbicas.

El 20% restante de los resultados está conformado por los tratamientos menos utilizados como la fertilización y la filtración, algunos de los entrevistados respondió que no se da ningún tratamiento al agua del estanque a lo largo del ciclo.

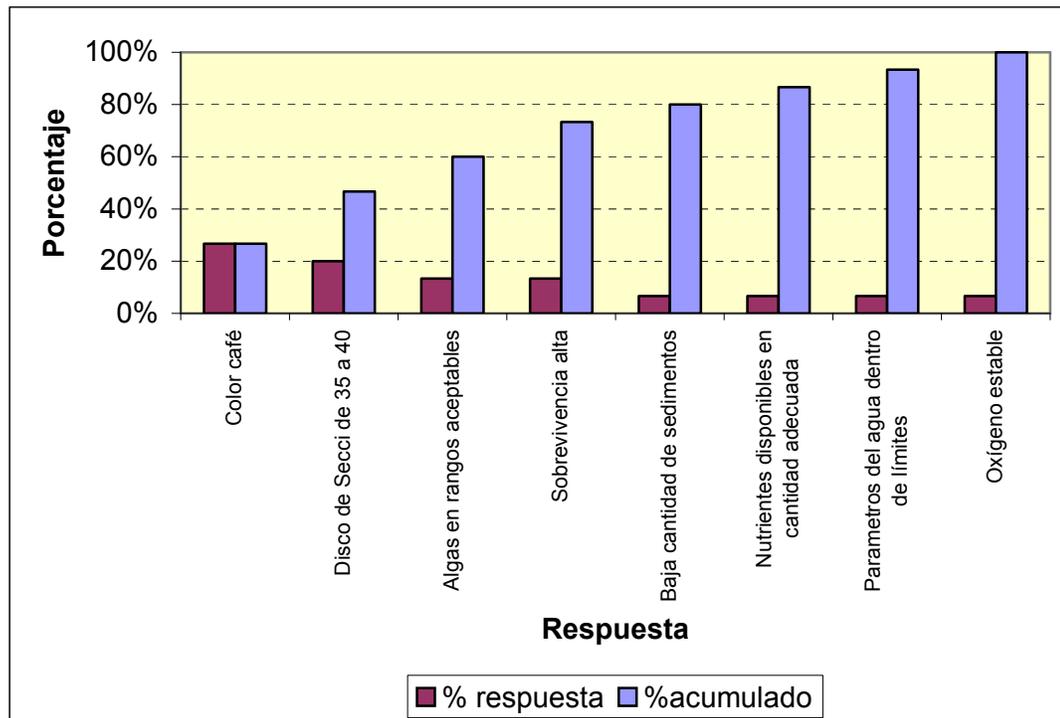


Figura No. 48 Indicadores considerados para tener una buena calidad del agua.

El 80% de los resultados está formado por 4 respuestas de las cuales, la que más importancia tiene, es el color del agua, que esta tenga un color café (27% significancia). Esto indica que la mayor parte de productores observan la coloración del agua, el cual es un parámetro subjetivo y queda completamente al criterio del observador. No obstante este criterio puede ser un reflejo de los años de experiencia que tenga un productor y que por la distinta tonalidad del agua sea capaz de determinar la calidad del agua.

Luego la respuesta que tiene un 20% de significancia es la medición de la turbidez por medio del disco de Secchi. Donde los entrevistados concuerdan que transparencias entre 35-40 cm son indicadores de una buena calidad del agua.

Las dos primeras respuestas son subjetivas, ya que se sabe que el agua tiene un color y una transparencia específica, pero esto no indica que las condiciones del agua sean las ideales, porque no se sabe que tipo de algas se tiene en el medio, o si la coloración observada está siendo influenciada por sólidos en suspensión o materia orgánica. Además cuando se define calidad del agua se toman en cuenta todos factores bióticos y abióticos que la conforman para un fin específico.

Con un 13% de significancia, la tercer respuesta indica que, cuando existe un conteo de algas y estas se encuentran en los niveles adecuados, se cuenta con una buena calidad del agua. El análisis cualitativo y cuantitativo de fitoplancton permite conocer si se tiene buena calidad de agua. Esto debido a que existen cierto tipo de algas que predominan más que otras, dependiendo de las condiciones del medio. Por ejemplo si se tiene un medio con constantes caídas de oxígeno, coloraciones verdes, y alta mortalidad de camarón por fluctuaciones repentinas en el oxígeno, es muy posible que esté influenciado en su mayoría por algas verdes (60% aproximadamente) y un por algas verde-azules (40% aproximadamente). Mientras que si se tiene un medio con oxígenos estables y coloraciones entre café y verde y no hay mortalidades de camarón, además de que se tienen niveles de oxígeno estables, al momento de efectuar un conteo de algas, lo más probable es que se encuentre una distribución algal de la siguiente forma, Diatomeas 15%, Clorofitas 80% y Verde-azules en un 5% y que la cantidad de algas/ml no sobrepase las 200,000 unidades por mililitro (Tay, 2003).

Cabe resaltar que la frecuencia con que se llevan a cabo estos conteos no es muy alta y no se tiene establecida aún una metodología para el análisis periódico de este parámetro.

Una alta sobrevivencia a cosecha, es sinónimo de una buena calidad del agua, lo que denota que se tuvo cuidado en el manejo de la misma. Gran parte del tiempo, las bajas producciones a cosecha se relacionan directamente con fuentes de mala calidad del agua. En otras palabras se puede decir, que el fin último de un buen manejo de la calidad del agua se ve reflejado en las cosechas con altos rendimientos por hectárea y con muy buenas sobrevivencias.

Conformando el 20% restante de los resultados se tiene las siguientes respuestas, baja cantidad de sedimentos, nutrientes del agua disponibles en cantidad adecuada, parámetros del agua dentro de los rangos permisibles (3-8 mg/l) y estabilidad del oxígeno a lo largo del ciclo. De estas respuestas vale la pena resaltar, que aproximadamente el 60% de las fincas ya están llevando a cabo estudios de calidad del agua por medio de colorimetría, para tener un mayor conocimiento de las condiciones con que ingresa el agua al reservorio y la calidad de la misma en los estanques. Los parámetros que se miden normalmente son nitratos, fosfatos, nitritos y amoníaco. Estos análisis ayudan al técnico a tomar mejores y más acertadas decisiones en cuanto al manejo que se le va a dar al agua de un estanque, aunque al igual que el análisis de algas, aún no está bien definida la metodología y la frecuencia de la toma de muestras de agua.

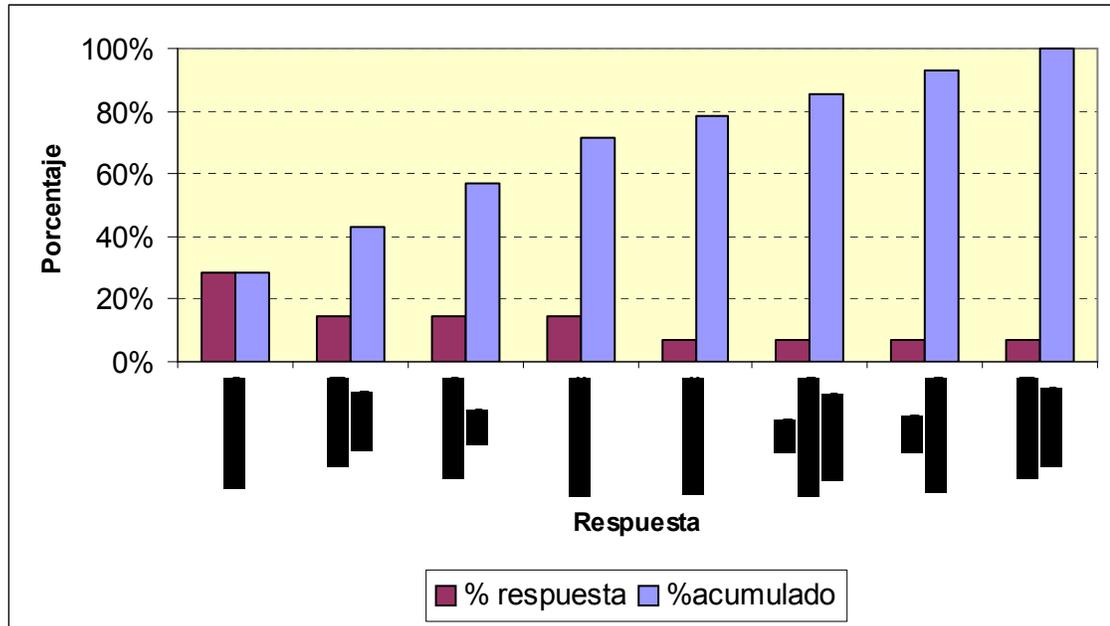


Figura No. 49 Problemas generados por una mala calidad del agua.

Dentro del 80% de los resultados, la respuesta con mayor significancia, con un 29%, determina que el problema más crítico causado por una mala calidad del agua es un bajo oxígeno o la inestabilidad del mismo. La mayor parte del tiempo, los productores y técnicos tienen que lidiar con este problema. Este problema generalmente es ocasionado por excesivas floraciones algales, arriba de 300,000 cel/ml, también por transparencias demasiado altas, arriba de 60 cm, por lo que no permite establecer un adecuado bloom de algas y no se produce el suficiente oxígeno para mantener el estanque, Las siguientes tres respuestas más representativas tienen un 15% de significancia cada una. Determinando que la mortalidad masiva, brote de enfermedades y un bajo crecimiento son de los problemas más frecuentes generados por una mala calidad de agua.

Como anteriormente se expuso, el camarón que entra en estrés se vuelve más vulnerable a cualquier patógeno. Existen dos factores que son los que más comúnmente causan estrés en un cultivo de camarón y son los cambios

bruscos de temperatura y las bajas de oxígeno. Luego de una baja de oxígeno el camarón puede presentar mortalidad masiva, empiezan los brotes de enfermedades por que se debilita el sistema inmunológico y por ende, esto genera un bajo crecimiento, por que se detiene el consumo de alimento y el poco alimento consumido se dirige hacia la supervivencia del organismo y no para la transformación de músculo.

El 20% restante de los resultados define que los malos fondos, los cuales demandan una gran cantidad de O_2 por los organismos que se desarrollan en este así como las reacciones químicas que se llevan a cabo para la oxidación de la materia orgánica. En la mayor parte del cultivo el organismo se mantiene en el bentos y consume lo que es generado por este, pero cuando existe acumulación de materia orgánica en el fondo a lo largo de los ciclos, aunque los fondos se encalen y se les pase la rastra, las partículas coloidales de los suelos arcillosos cada vez se hacen más pequeñas, lo que impide que el intercambio de metabolitos tóxicos entre el suelo y la columna de agua se lleve a cabo, y como resultado de esto, se convierte el medio de aeróbico a anaeróbico. La inestabilidad del medio, la baja sobrevivencia y la inestabilidad del medio son los problemas menos frecuentes generados por la mala calidad del agua dentro de un estanque de camarón.

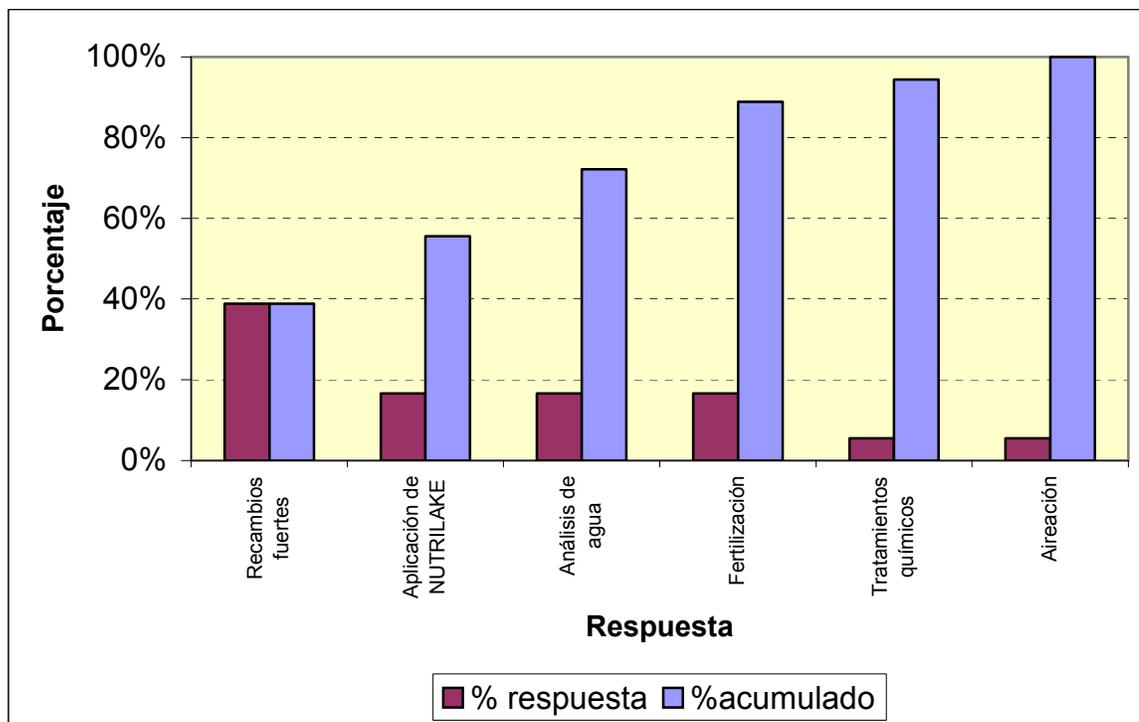


Figura No. 50 Soluciones que se les ha dado a los problemas de calidad del agua.

Cuando se tienen problemas de calidad de agua, las prácticas más utilizadas, según lo determina el 80% de los resultados, son los recambios fuertes de agua (39% de significancia), esto con la finalidad de recuperar los oxígenos del estanque, diluir la concentración de algas, remoción en la columna de agua de sólidos en suspensión.

La aplicación de Nutrilake (fertilizante acuícola a base de nitrato de sodio) se realiza al voleo diluido en agua, en dosis que varían desde las 30-100 libras/Ha. Esta práctica se lleva a cabo para recuperar los oxígenos de un estanque o detener la caída de oxígeno. En otras palabras este producto se aplica para estabilizar los oxígenos del medio, y que por su fórmula química puede incorporar a la columna de agua y al fondo, oxígeno de forma inmediata. Esta respuesta tuvo un 17% de significancia. Vale la pena

mencionar que el uso de Nutrilake para recuperar oxígenos es una medida de emergencia.

Las siguientes dos respuestas tienen relación entre sí y están dentro del 80% de los resultados con mayor significancia. Una de las medidas más utilizadas en la corrección de problemas de calidad del agua es el análisis de agua, para saber con que nutrientes se cuenta, además la medición de compuestos químicos tóxicos que pueden estar por arriba de los rangos permisibles como lo es el caso del amoníaco (NH_3) que debe estar en los rangos de 0.01-0.1 mg/l (Boyd, 2003). La otra respuesta está basada con referencia a la medición de nutrientes, ya que cuando hay poca disponibilidad de nutrientes y la floración algal es escasa se procede a la fertilización, ya que muchas veces los problemas de calidad del agua están dados por que no se logra incrementar la densidad de algas en un estanque.

Por último, las respuesta que conforman el restante 20% de los resultados con poca significancia, definen que entre las prácticas que se utilizan para solventar problemas de calidad del agua están, los tratamientos químicos al agua, como aplicación de cloro o sulfato de cobre y la aireación.

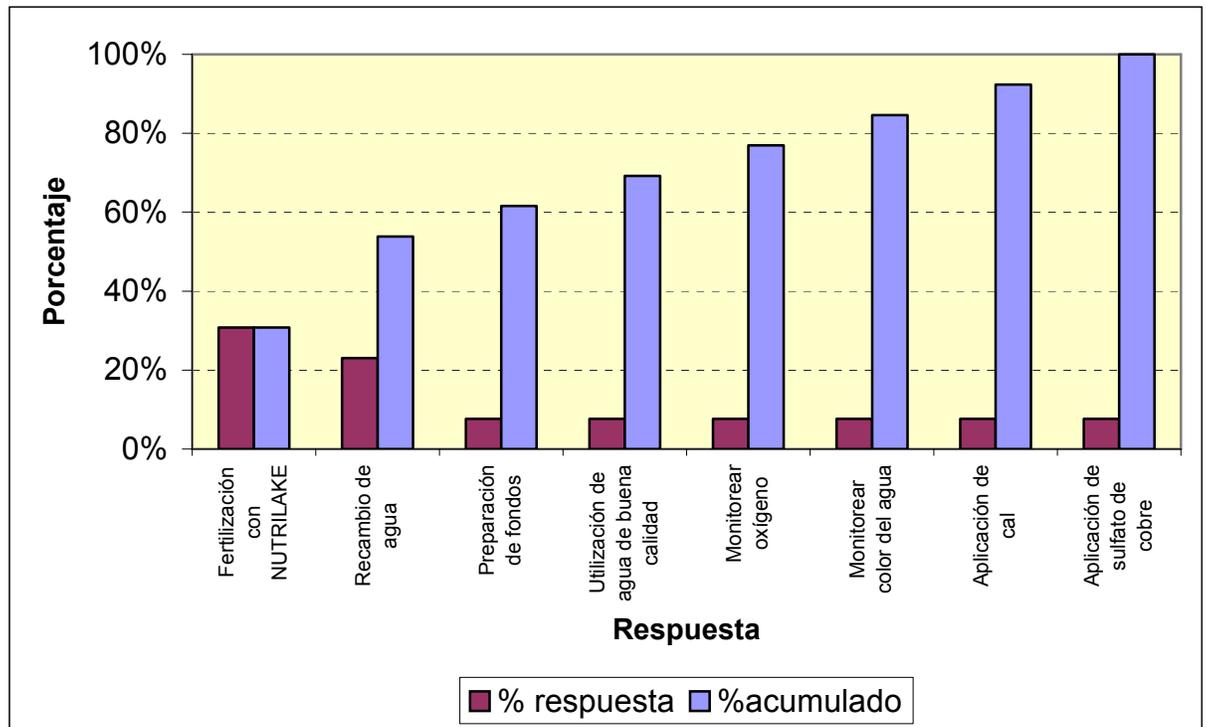


Figura No. 51 Soluciones a los problemas de calidad del agua.

En la última pregunta de la entrevista, la información obtenida más relevante está en dos respuestas. La primera con un 31% de significancia, es que la solución más utilizada por los técnicos que enfrentan problemas de calidad del agua, es la aplicación del fertilizante Nutrilake.

La segunda respuesta con mayor significancia (23%) fue el uso de recambios de agua para mitigar los problemas de calidad del agua.

Ambas respuestas indican que el mayor problema de calidad del agua que afrontan los técnicos en finca son las caídas de oxígeno durante un ciclo de cultivo y la estabilización del mismo.

Las demás respuestas, todas tienen un 8% significancia y mencionan soluciones como preparación de fondos, incorporación de agua de buena calidad, monitoreo de oxígeno, monitoreo de colores de agua, aplicación de cal y sulfato de cobre.

7.8. Conclusiones

- La estabilidad de los oxígenos es el problema que más aqueja en una finca productora de camarón blanco para exportación.
- La solución más frecuente utilizada para mitigar los problemas causados por la caída de oxígeno son los fuertes recambios de agua y la utilización de nitrato de sodio (Nutrilake) diluido al voleo en la columna de agua.
- El monitoreo más común que se lleva a cabo para medir la calidad del agua es la medición de oxígeno y temperatura.
- En la mayor parte de las fincas aún no se ha implementado un monitoreo técnico por medio de parámetros físico químicos que indique la calidad de agua que entra a la finca y la que se tiene en los estanques.
- Gran parte de las fincas utilizan mediciones subjetivas como la coloración y transparencia del agua, para determinar la calidad de la agua de un estanque.
- La práctica más común en la preparación de los suelos al inicio de un ciclo de producción es la aplicación de cal y la incorporación de la misma al suelo por medio del rastreo o arado del suelo.

7.9. Recomendaciones

- Crear un protocolo de monitoreo de calidad de agua para estanques, definiendo los parámetros, frecuencia y forma en que se deben medir y por qué, para que el técnico tenga más herramientas para solventar problemas causados por calidad del agua y hacer más eficiente el uso de los recursos. También que se defina una metodología para la recolección de muestras, ya que se pudo evidenciar que las pocas fincas que hacen análisis de nutrientes y fitoplancton no tienen bien definida la metodología para la recolección de muestras.
- Monitorear parámetros físico-químicos y realizar análisis de fitoplancton de los afluentes de las fincas para determinar la calidad de agua que entra a una finca. De igual manera, monitorear los efluentes de las aguas de descarga para determinar las condiciones en que una finca retorna el agua al medio. Ya que se tiene la creencia de que las camaroneras destruyen el ambiente. Pero esto no siempre es así, ya que la mayor parte de los afluentes que abastecen a las fincas de camarón en Guatemala generalmente vienen con una mala calidad del agua. Por lo que las fincas funcionan como grandes sedimentadores.

8. CONCLUSIONES GENERALES DEL EPS

- En el área de docencia, uno de los aspectos más relevantes de la Escuela Rural Mixta Chiraxché, es la carencia de personal para poder atender a todos los grados, por lo que las clases se imparten a dos grados a la vez; esto impide que el docente pueda atender un grado al 100%, limitando así el desempeño del alumno. Influye además, la carencia de materiales para llevar a cabo todas las actividades escolares, falta de borradores, marcadores, crayones; lo que hace pensar que realmente la ayuda del gobierno no es distribuida en todas las regiones y mucho menos equitativamente.
- En el área de extensión, se puede observar que los productores tienen escaso conocimiento acerca del cultivo acuícola. Existe una tendencia generalizada de que un cultivo de tilapia, se puede llevar a cabo sin mayor inversión y de una manera artesanal y poco técnica. La mayor parte de las fuentes de agua en la región de las verapaces son de temperaturas templadas, lo que imposibilita el desarrollo y crecimiento adecuado de la especie de tilapia gris, que es la más recomendada.
- Durante la comercialización de la tilapia, se observó que existe una buena aceptación para este producto hidrobiológico y que si no se consume en algunas áreas de Carchá es porque no se tiene acceso a este producto.
- Con respecto al área de investigación, se identificó que las constantes fluctuaciones en los niveles de oxígeno disuelto es el principal problema generado por la calidad del agua. Como respuesta a este problema, comúnmente se llevan a cabo recambios fuertes de agua y se aplica nitrato de sodio (Nutrilake) para poder recuperar y estabilizar los oxígenos.

9. RECOMENDACIONES GENERALES DEL EPS

- Para el área de docencia, otro epesista pudiera dar continuidad al programa de docencia para ayudar a la escuela Rural Mixta Chiraxché, y así seguir transmitiendo la información que no está al alcance de estos niños y por sobre todo hacer énfasis en el cuidado del medio ambiente, ya que es uno de los aspectos de mayor interés en el área. Debido a que por ser comunidades netamente agrícolas tienden a hacer uso de los recursos naturales de una forma irresponsable y nociva. Por lo que es importante seguir sembrando la semilla ecológica en los niños y hacer que de alguna manera influyeran a sus padres y les demuestren que un manejo responsable y técnico de los recursos puede dar mejores rendimientos por área, que las prácticas destructivas que llevan a cabo con cada siembra.
- En el área de extensión a las autoridades del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- para que se revalorice el esfuerzo y estudio de los egresados. Establecer estrategias gremiales para concientizar a todo inversionista y productor que el trabajo de asesoría tiene un valor económico y éste debe de pagarse, de tal forma que los egresados de Licenciatura se coticen mejor.
- Para el área de investigación, crear un protocolo de monitoreo de calidad de agua para estanques, definiendo los parámetros que se deben medir y por qué, para que el técnico tenga más herramientas para solventar problemas causados por calidad del agua y hacer más eficiente el uso de los recursos.
- Definir una metodología para la recolección de muestras, ya que se pudo evidenciar que las pocas fincas que hacen análisis de nutrientes y fitoplancton no tienen bien definida la metodología para la recolección de muestras.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Alken Murray Corp. 2003. Interpreting water analysis test results (en línea). Estados Unidos de América, Alken Murray Corp. Consultado 18 ago. 2005. Disponible en <http://www.alden-murray.com/TESTS01.htm>.
2. Boyd, CE. 1995. Potential of sodium nitrate to improve environmental conditions in aquaculture ponds. *World Aquaculture* 26 (2): 38-40
3. Boyd, CE. 1998. Managing natural productivity in semi-intensive shrimp ponds. Alabama, US, Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University. P. 10.
4. González de la Rocha, J. 2002. El virus de la mancha blanca: un ejemplo de vulnerabilidades en la camaronicultura de la región de América Latina y el Caribe (en línea). Chile, FAO. Consultado 05 sep. 2005. Disponible en <http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/reclnat/recursos/pesca/virus.htm>
5. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2004. Censo Poblacional. Guatemala, INE.
6. Kungvankij, P; Chua, TE. 1986. Shrimp culture: pond design, operation and management (en línea). Tailandia, FAO. Consultado 05 sep. 2005. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/field/003/AC210E/AC210E03.htm>.

7. SAEM (Sociedad Andaluza de Educación Matemática). 2000. Distribuciones unidimensionales (en línea). España, SAEM. Consultado 20 sep. 2005. Disponible en <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd97/UnidadesDidacticas/53-1-u-punt1.1.html#seccion2>
8. Seminario Internacional de Producción de Camarón (2002, Ciudad de Guatemala, 2002) Producción de Camarón: memorias.
9. Van Wyk, P; Scarpa, J. 2000. Water quality requirements and management (en línea). Estados Unidos de América, Harbon Branch Oceanographic Institution. Consultado 18 ago. 2005. http://www.hboi.edu/aqua/downloads/pdf/shrimpmanual_chapter8.pdf