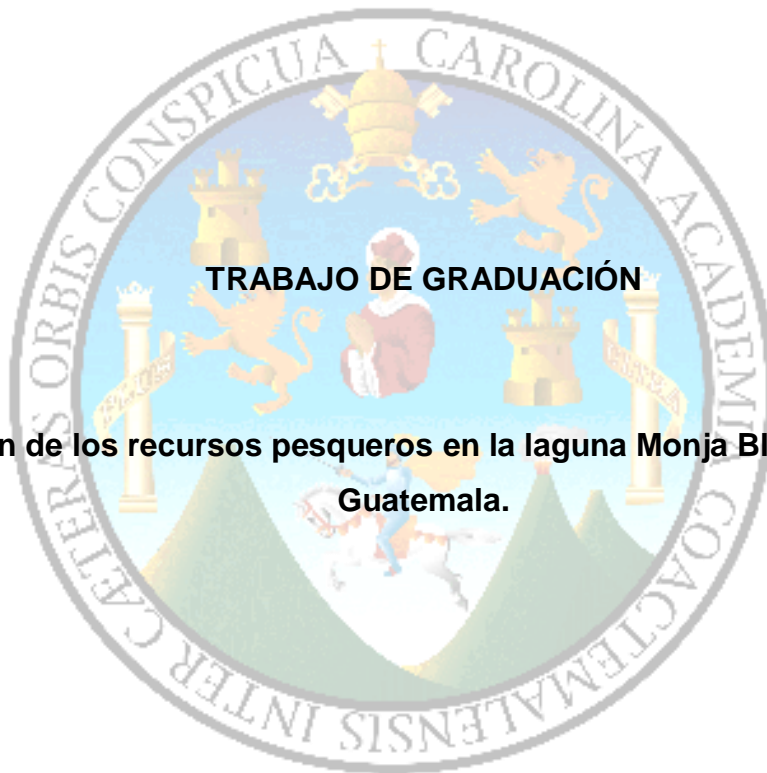


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Evaluación de los recursos pesqueros en la laguna Monja Blanca, Palencia,
Guatemala.**

Presentado por:

T.A. Esvin Joel Hernández Hernández

**Para otorgarle el título de
Licenciado en Acuicultura**

Guatemala, noviembre 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente	M.Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle
Secretaría	MA. Olga Marina Sánchez Cardona
Representante Docente	MBA Allán Franco de León
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas	M.Sc. Adrián Mauricio Castro López
Representante Estudiantil	T.A. Francisco Emanuel Polanco Vásquez
Representante Estudiantil	Pc. María José Mendoza Arzu

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala por darme la oportunidad de crecer intelectualmente y formarme como un ser humano útil a la sociedad.

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura por brindarme los medios necesarios para poder obtener el conocimiento para alcanzar esta meta.

A los Catedráticos del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura quienes con su optimismo y experiencia me brindaron la orientación necesaria, para poder ser profesionales.

A la Municipalidad de Palencia por darme la oportunidad de aplicar y adquirir nuevos conocimientos para poder desenvolverme y desarrollarme profesionalmente.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS porque estoy consciente que él es quien nos da la vida, la fuerza y el conocimiento. Sin DIOS, el hombre no puede hacer nada.

A mis padres quienes con su amor, comprensión y sacrificios me brindaron apoyo incondicional para poder lograr mis metas.

A mi esposa y mis hijos por su apoyo y palabras de aliento y ser de inspiración a seguir superándome cada día.

A mis hermanas y demás familia por su incondicional apoyo a lo largo de los días de convivir juntos.

A mis amigos porque cada día tratamos de apoyarnos para lograr esta meta que nos propusimos alcanzarla.

RESUMEN

La laguna Monja Blanca se ubica en el municipio de Palencia, departamento de Guatemala. Este cuerpo de agua es de gran importancia para los pobladores del municipio, puesto que además de proporcionarles un ambiente eco-turístico, les provee alimentos altamente nutritivos, tales como peces: tilapia *Oreochromis sp.*, carpa *Cyprinus sp.* y guapote *Parachromis sp.* Así como un crustáceo: langostino o crawfish *Procambarus clarkii*. Le corresponde a la municipalidad de Palencia velar a nivel local por el manejo de la laguna, es por ello que han realizado repoblamientos de estas especies en años anteriores, con el fin de incrementar el recurso pesquero en la misma.

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la situación actual de los recursos hidrobiológicos de la laguna, con el fin de darle un aprovechamiento sustentable a los mismos, debido a la gran importancia que tienen para el municipio de Palencia. En este estudio se estableció la estructura media de talla-peso de peces, a través de capturas con anzuelo durante seis meses. Igualmente se determinó la abundancia del langostino con respecto a su sexo, capturándolos con una red de arrastre de fondo.

La principal actividad fue la estimación de la biomasa de los recursos hidrobiológicos de la laguna. Para ello, se utilizó la metodología de arrastre virtual (Ixquiac & Salaverria, 2002) con la cual se estimó una biomasa promedio de 4.80 TM/km². El cálculo de la biomasa del recurso de crawfish se realizó por el método de área barrida (Sparre & Venema, 1997), derivando una biomasa promedio de 0.18 TM/km².

El mayor aporte de esta investigación fue el establecimiento de la capacidad de carga para la laguna. Está se determinó a través del método de aportación permisible de fósforo para sistemas acuáticos (Beveridge, 1986), con esta se plantea una capacidad de carga de 3.82 TM.

ABSTRACT

The Monja Blanca lagoon is located in Palencia, department of Guatemala. This lagoon is of great importance to the residents of this township, because it provides an environment of eco-tourism and provides them with highly nutritious foods such as fish: tilapia *Oreochromis* sp., Carpa *Cyprinus* sp. and guapote *Parachromis* sp.; and, a crustacean: crawfish *Procambarus clarkii*. The Palencia's Municipal Authorities are in charge of the fishery program including fish recruitment from aquaculture. and they have done repopulation of these species in previous years in order to artificial recruitment of fish species.

The main objective of this research was to evaluate the present situation of hydro biological resources to establish an specific management program. Through hook-catched fish methodology, size-weight relationship the resources were evaluated. A relative crustacean abundance was established.

The average fish biomass was estimated at 4.8 TM/km² and 0.18 TM/km² for crustacean population.

The carrying capacity of the lagoon Monja Blanca was estimated at 3.82 TM.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	ANTECEDENTES	3
III.	MARCO TEÓRICO	4
	3.1 Productividad en ecosistemas acuáticos continentales	4
	3.2 Pesca continental	5
	3.3 Producción en aguas continentales	6
	3.4 Capacidad de Carga	7
	3.5 Caracterización de recursos pesqueros de la laguna Monja Blanca	9
	3.5.1 <i>Carpa Cyprinus sp.</i>	9
	3.5.1.1 Distribución	9
	3.5.1.2 Hábitos alimenticios	9
	3.5.2 <i>Guapote Parachromis sp.</i>	10
	3.5.2.1 Distribución	10
	3.5.2.2 Hábitos alimenticios	10
	3.5.3 <i>Tilapia Oreochromis sp.</i>	11
	3.5.3.1 Distribución	11
	3.5.3.2 Hábitos alimenticios	11
	3.5.4 <i>Crawfish Procambarus clarkii</i>	12
	3.5.4.1 Distribución	12
	3.5.4.2 Hábitos Alimenticios	12
IV.	OBJETIVOS	13
	4.1 Objetivo general	13
	4.2 Objetivos específicos	13

V. METODOLOGÍA	14
5.1 Descripción del área	14
5.2 Variables	14
5.3 Recolección de la información	15
5.3.1 Estimación de la biomasa de peces por arrastres virtuales	15
5.3.2 Estimación de la biomasa de crawfish por red de arrastre de fondo	15
5.3.3 Calidad de agua	16
5.3.4 Capacidad de carga	16
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
6.1 Composición de las capturas del recurso de peces	18
6.2 Estructura de talla y peso de carpa <i>Cyprinus sp.</i>	19
6.2.1 Talla total y estándar	19
6.2.2 Peso total	19
6.3 Estructura de talla y peso de guapote <i>Parachromis sp.</i>	20
6.3.1 Talla total y estándar	20
6.3.2 Peso total	21
6.4 Estructura de talla y peso de tilapia <i>Oreochromis sp.</i>	22
6.4.1 Talla total y estándar	22
6.4.2 Peso total	24
6.4.3 Relación talla - peso en tilapia <i>Oreochromis sp.</i>	25
6.5 Composición de las capturas del recurso de crawfish <i>Procambarus clarkii</i>	27
6.6 Estructura de talla y peso de langostino <i>Procambarus clarkii</i>	28
6.6.1 Talla total	28
6.6.2 Peso total	29

6.6.3 Relación talla - peso en langostino <i>Procambarus clarkii</i>	30
6.7 Biomasa de peces por arrastre virtual	32
6.8 Biomasa de crawfish <i>Procambarus clarkii</i>	33
6.9 Calidad de agua	33
6.10 Capacidad de carga	34
VII. CONCLUSIONES	36
VIII. RECOMENDACIONES	37
IX. BIBLIOGRAFÍA	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1.	Ubicación geográfica de la laguna Monja Blanca, municipio de Palencia.	14
Figura No. 2.	Área barrida por la red de arrastre de fondo.	16
Figura No. 3.	Especies capturadas entre mayo-octubre 2008, en la laguna Monja Blanca.	18
Figura No. 4.	Tallas de carpa <i>Cyprinus sp.</i> capturada en la laguna Monja Blanca.	19
Figura No. 5.	Peso total de carpa <i>Cyprinus sp.</i> capturada en la laguna Monja Blanca.	20
Figura No. 6.	Tallas de guapote <i>Parachromis sp.</i> capturado en la laguna Monja Blanca.	21
Figura No. 7.	Peso total de guapote <i>Parachromis sp.</i> capturado en la laguna Monja Blanca.	22
Figura No. 8.	Talla total de tilapia <i>Oreochromis sp.</i> capturada en la laguna Monja Blanca.	23
Figura No. 9.	Talla estándar tilapia <i>Oreochromis sp.</i> capturada en la laguna Monja Blanca.	23
Figura No. 10.	Peso total de tilapia <i>Oreochromis sp.</i> capturada en la laguna Monja Blanca.	24
Figura No. 11.	Relación talla - peso de tilapia <i>Oreochromis sp.</i> capturada en la laguna Monja Blanca.	25
Figura No. 12.	Ecuación de regresión entre talla (lnL) – peso (ln W) de tilapia <i>Oreochromis sp.</i> convertidos a logaritmos naturales.	26
Figura No. 13.	Estructura de tallas de langostino <i>Procambarus clarkii</i> capturado en la laguna Monja Blanca.	27

Figura No. 14.	Distribución del sexo del langostino <i>Procambarus clarkii</i> en la laguna de Monja Blanca.	28
Figura No. 15.	Talla total de langostino por sexo <i>Procambarus clarkii</i> capturado en la laguna Monja Blanca.	29
Figura No. 16.	Peso total de langostino <i>Procambarus clarkii</i> capturado en la laguna Monja Blanca.	30
Figura No. 17.	Relación talla - peso de langostino <i>Procambarus clarkii</i> capturado en la laguna Monja Blanca.	31
Figura No. 18.	Ecuación de regresión entre talla (lnL) – peso (ln W) de langostino <i>Procambarus clarkii</i> convertidos a logaritmos naturales.	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1.	Características de la producción pesquera en los principales cuerpos de agua de Guatemala.	7
Cuadro No. 2.	Parámetros físico-químicos de la laguna Monja Blanca.	34
Cuadro No. 3.	Descarga hídrica de la laguna Monja Blanca.	34
Cuadro No. 4.	Capacidad de carga para la laguna Monja Blanca.	35

I. INTRODUCCIÓN

La problemática de los países de América Latina se caracteriza entre otros aspectos por la necesidad apremiante de incrementar la producción de alimentos para el consumo interno y por la insuficiencia de recursos financieros para invertirlos en la infraestructura para la producción en el sector primario (FAO, 2000).

Las pesquerías en aguas continentales representan en la actualidad un factor importante de desarrollo, generando empleos e ingresos en áreas que pueden considerarse marginales para otras actividades primarias como la agricultura y ganadería (FAO, 2000).

Guatemala es un país en vías de desarrollo en donde la demanda de recursos pesqueros aumenta de manera considerable día con día, esto se debe principalmente al crecimiento demográfico, mayor conocimiento y disponibilidad de recursos naturales de alta calidad.

Los recursos hidrobiológicos desempeñan un papel muy importante en el desarrollo de Guatemala, ya que brindan una fuente directa de alimentos e ingresos así como oportunidades de empleo. Además crea una demanda de bienes y servicios indirectos, por lo cual el fomento de actividades pesqueras y acuícolas puede ser considerado, independientemente del mercado al cual está destinado el producto, como una estrategia de desarrollo social (FAO, 2005).

El municipio de Palencia posee cerca de 55,323 habitantes, de los cuales aproximadamente el 15.0% se dedica a la producción pecuaria y el resto a la agricultura. Asimismo del total de la población el 56.19% se encuentra en pobreza y el 13.63% en pobreza extrema, por ello el aprovechamiento de recursos naturales en este municipio es primordial para reducir los niveles de pobreza.

En este lugar se ubica la laguna Monja Blanca, la cual además de proveer un paraje eco-turístico, proporciona alimentos altamente nutritivos a las personas que lo necesiten, dentro de estos sobresalen algunos peces y una especie de langostino.

II. ANTECEDENTES

En la costa de Michoacán, México, se realizó la evaluación biológica pesquera de la lisa *Mugil curema*. La cual se enfocó en establecer las tallas de captura y determinar un modelo de rendimiento para el recurso. Registrando tallas promedio de captura de 23.4 cm, con un peso de 219.2 g. Asimismo el modelo de rendimiento por recluta utilizado enmarcó que se debía incrementar la talla de captura al menos a 23.65 cm de longitud total. Indicando que esta especie era un recurso sobreexplotado por la pesquería de la zona (Meléndez; Acosta, 2010).

Se realizó una investigación en la laguna de Calderas, municipio de Amatitlán, para evaluar y estimar la producción del recurso pesquero en base a su productividad primaria. El estudio mencionado indica que se pueden obtener mayores ingresos económicos aumentando el esfuerzo de pesca. Teniendo presente que al exceder este esfuerzo se compromete directamente la reproducción y crecimiento de las especies capturadas. La laguna de Calderas en función a la aportación permisible de fósforo, tiene la capacidad de sustentar 23.11 TM (Ixquiac, 2007).

En el litoral del océano Atlántico, en la bahía de Amatique se efectuó una investigación sobre la evaluación del recurso de pesquería de camarón y langosta, la cual tuvo como propósito fundamental estimar la abundancia de estos recursos. Estableciendo para el recurso de camarón una biomasa total de 1,400 TM y para pesquería de langosta 19.8 TM. Indicando que la explotación se encontraba dentro de los límites sostenibles retrospectivamente (Carrillo, 2000).

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Productividad en ecosistemas acuáticos continentales

Los ecosistemas acuáticos están compuestos por un gran número de organismos de diferentes tipos, los cuales dependen para su subsistencia de la fijación de la luz en compuestos carbonados, esto se debe principalmente a la acción fotosintética de las plantas verdes y del posterior reciclaje de materiales a través de una compleja red alimentaria (Raven, 1999).

En la mayoría de los lagos y lagunas, la base energética de material orgánico procede principalmente de la producción autóctona (interna) de algas, macrofitas y perifiton. Esas plantas necesitan luz, una fuente de carbono y aportación de nutrientes. El material vegetal es consumido por los animales planctívoros y herbívoros, que a su vez son presa de los carnívoros primarios y secundarios (Salom, 2,000)

Si la disponibilidad de un nutriente concreto fuera inferior a la demanda de los productores primarios, ese nutriente constituiría un factor limitador. Siendo el fósforo (P) uno de ellos. Las razones de la escasez de este elemento son tres. En primer lugar, es un elemento relativamente raro, dado que no hay reservas gaseosas en la atmósfera (a diferencia de C, H o N). En segundo lugar, es relativamente insoluble y se une fácilmente con toda una serie de metales, en particular C, Al, Mn y Ca, precipitándose (Berkaloff, 2004).

El fósforo es un componente esencial de los organismos acuáticos, debido a que forma parte de los ácidos nucleicos (ADN y ARN); del ATP y de otras moléculas que tienen fosfatos (PO_4^{3-}), las cuales almacenan la energía química de los fosfolípidos que forman las membranas celulares; así también la de los huesos y dientes, siendo hasta el 1% de su masa corporal (Takeuchi & Nakazoe, 1981).

Se ha mostrado también que la disponibilidad y la utilización de P depende de la cantidad ingerida, de las reservas corporales de P, de la presencia de otros elementos en el intestino y en los tejidos del cuerpo (Silva, 1984).

Sin embargo, la eficiencia de absorción y (a niveles superiores a las necesidades alimentarias) la tasa de crecimiento son independientes del nivel de P en la dieta y por lo tanto, la excreción está en relación directa con la ingesta (Nakashima & Leggett, 1980). El fósforo excedente por encima de las necesidades alimentarias se excreta en buena parte a través de los riñones (Forster & Goldstein, 1969).

3.2 Pesca continental

La pesca en aguas continentales en Guatemala se realiza con equipos y artes de pescas relativamente sencillas, rudimentarias y de baja potencia; ocupa escasa inversión de capital y por ende obtienen volúmenes reducidos de captura; la experiencia y el conocimiento son transmitidos de generación en generación. Los productos provenientes de la pesca proporcionan proteínas animales de alta calidad y barata, en zonas rurales y suburbanas (Ixquiac, 2007).

Si en los grandes lagos de Guatemala las pesquerías están siendo fuertemente explotadas, los cientos de embalses pequeños (menores de 150 ha), están bajo mayor presión, en ellos se podrían aplicar técnicas acuaculturales, que incluyeran, siembra de alevines (nativos), fertilización del agua con subproductos agropecuarios y alimentación balanceada con bajo contenido proteínico, aplicado en el 1.0% de la biomasa íctica, pudiendo cosechar hasta 1.0 TM/peces/ha (UNIPESCA, 2002).

La producción pesquera y acuícola de las aguas continentales representa un componente muy importante de la seguridad alimentaria y de ingresos económicos de las comunidades ribereñas así como de aquellas localizadas en las áreas de influencia (UNIPESCA, 2005).

3.3 Producción en aguas continentales

En Centroamérica se ha obtenido información de 2,303 cuerpos de agua, que contienen un espejo de agua de 16,010.83 km². El 64.6% del espejo de agua equivalente a 10,346 km² lo concentran los 31 lagos de la región; 15.5% equivalente a 2,484 km² corresponden a las 136 lagunas costeras; el 8.4% por ciento equivalente a 1,351 km² lo reúnen los 42 embalses hidroeléctricos; en conjunto los 209 lagos, lagunas costeras y embalses reúnen el 90.0% de agua embalsada.

El 10.0% restante lo reúnen pequeñas concentraciones de agua conocidas como lagunas, lagunetas y algunos reservorios más otras nominaciones locales (pantanos, pampas, cenotes), los cuales en conjunto son 2,094 y forman 1,830 kilómetros de espejo de agua (SIC, 2002).

El esfuerzo pesquero aplicado en los diferentes cuerpos de agua de Centroamérica, produce un total de 37,964 TM demostrando que la actividad pesquera tiene la tarea de abastecimiento alimentario, generación de ingresos y mejoramiento del nivel de vida (PREPAC, 2005).

Los cuerpos de aguas continentales son un valioso potencial de recursos pesqueros y a la vez una apreciable fuente de alimentos. Los principales cuerpos de agua en Guatemala conforman 1,117 km² de espejo de agua, (Cuadro No. 1), de los cuales dependen al menos unas 4,390 personas que se dedican a la pesca, principalmente a la de subsistencia, la cual se realizan con embarcaciones la mayoría sin motor, las artes de pesca utilizadas por lo general son trasmallos y anzuelos. La captura global anual se estima en 2,341 TM las cuales generan US\$ 3.4 millones de dólares (UNIPESCA, 2006).

Cuadro No. 1. Características de la producción pesquera en los principales cuerpos de agua de Guatemala.

Cuerpo de agua	km²	Pescadores	Producción TM	TM/km²
Chixoy	18.0	300	56	3.13
Izabal	118.0	660	764	6.47
Amatitlán	15.2	260	149	9.80
Atitlán	135.0	2,200	272	2.02
Peten Itza	99.0	700	821	8.29
Guija	41.6	190	204	4.91
Golfete	61.8	80	94	1.51
TOTAL	488.6	4,390	2,360	36.13

Fuente: UNIPESCA, 2006.

3.4 Capacidad de Carga

Para determinar la capacidad de carga de un sistema acuático se debe evaluar su estructura trófica, para ello es necesario establecer la disponibilidad mínima y máxima de fósforo (ΔP), debido a que de este dependen la mayoría de los procesos tróficos.

Existen dos clases de modelos para determinar la capacidad de carga de un sistema acuático; los dinámicos y estadísticos. Los modelos dinámicos varían mucho en complejidad, mientras los estadísticos requieren sólo dos o tres variables cuantitativas (Straskraba, 1982).

El modelo estadístico que se basa principalmente en datos empíricos es el más adaptable, debido a que pronostica las concentraciones de fósforo (P), en lagos y embalses mediante varias ecuaciones de balance de masas, en base al estado trófico del sistema acuático (Beveridge, 1986).

El modelo estadístico sostiene que la concentración de fósforo total (P), en una masa de agua depende de los siguientes factores; las dimensiones del lago (superficie y profundidad media), la tasa de descarga (es decir, la fracción del volumen de agua que se pierde anualmente por desagüe), la fracción y aportación de fósforo (P), que se pierde permanentemente por acumulación en los sedimentos. En estado de régimen:

$$(P) = \frac{L(1-R)}{Z\rho}$$

(P) representa el fósforo total en g³,

L la aportación de fósforo total en g²/año,

z la profundidad media en m,

R la fracción de fósforo total retenido por los sedimentos y

P la tasa de descarga en volumen por año.

3.5 Caracterización de recursos pesqueros de la laguna Monja Blanca

3.5.1 Carpa *Cyprinus sp.*

La carpa común normalmente mide en estado adulto de 60-90 cm y su peso ronda los 9,000 g. nada formando cardúmenes, es omnívora y resistente a una gran variedad de condiciones climáticas. Los ejemplares salvajes son más pequeños y achatados que los domésticos. Presenta una espina dorsal cerrada y sus escamas son largas y finas. Los machos tienen la aleta ventral más larga que las hembras. El color y el tamaño son muy variables, especialmente en los ejemplares domésticos (Vicente, 2002).

3.5.1.1 Distribución

Es nativa de cuerpos de aguas estancadas o lentas de las regiones templadas de Europa y Asia. Se trata de un animal muy resistente, capaz de vivir en aguas salobres con una temperatura entre 2 y 25 °C. En muchos lugares donde ha sido introducida se considera una amenaza para el ecosistema debido a su predilección por el sustrato vegetal de los fondos poco profundos, que sirve de alimento a numerosas especies animales (Doménech, 1995).

3.5.1.2 Hábitos alimenticios

Su alimentación consiste principalmente de plantas acuáticas aunque también puede comer artrópodos, zooplancton o incluso peces muertos si se presenta la ocasión (Hepher & Pruginin, 1985).

3.5.2 Guapote *Parachromis* sp.

Los guapotes pertenecen a la gran familia Cichlidae y ésta a su vez la conforman más de 1300 especies, divididas en 105 géneros. Es una especie adaptada a las condiciones presentes en los trópicos de América Central, donde las temperaturas oscilan entre los 22°C y 33°C. La mandíbula inferior del guapote es más grande que la superior. Poseen un cuerpo relativamente de poca altura. El guapote por lo general es de color tenue, casi imperceptible, siendo el más común el dorado, gris azulado y plateado. Los machos se caracterizan por poseer su cuerpo cubierto de puntos negros, inclusive en las aletas impares y los machos de gran tamaño y maduros se caracterizan por poseer un abultamiento o pelota de grasa en la nuca y su cuerpo se torna de color azul (Miguel, 1993).

3.5.2.1 Distribución

El guapote está distribuido en Centroamérica, desde el sur de México hasta Costa Rica. Además pueden ser encontrados tanto en ríos con buen caudal, como en lagos o lagunas y en estas últimas se pueden pescar tanto en la superficie como profundidades que oscilan entre los 2 y 5 m (Miguel, 1993).

3.5.2.2 Hábitos alimenticios

El guapote es esencialmente carnívoro su dieta está compuesta por peces más pequeños, insectos y crustáceos. Se alimenta sobre todo muy temprano al amanecer o en su defecto en días un tanto nublados, disminuyendo así su actividad al avanzar el día y volviéndose a reactivar por la tarde (Hernández, 2001).

3.5.3 Tilapia *Oreochromis sp.*

La tilapia es un pez teleósteo del orden perciforme, perteneciente a la familia Cichlidae. Estos peces viven en aguas cálidas y su óptimo desarrollo se logra en temperaturas superiores a los 20°C.

Originaria de África, se encuentra ampliamente distribuida por el sudeste Asiático, América Central, sur del Caribe y el sur de Norteamérica. Son varias especies agrupadas bajo este nombre en común. Las especies existentes pertenecen a los géneros *Oreochromis*, diferenciados principalmente por la forma de incubar los huevos (Gu-San Dun, 1975).

3.5.3.1 Distribución

Dentro de sus áreas originales de distribución, las tilapias han colonizado hábitats diversos: arroyos permanentes y temporales, ríos anchos y profundos, lagos profundos, lagos pantanosos, lagunas dulces, salobres o saladas, alcalinas, estuarios y lagunas costeras e incluso hábitats marinos. Las tilapias cultivadas habitan por lo general aguas lénticas (poca corriente), permaneciendo en zonas poco profundas y cercanas a las orillas donde se alimentan y reproducen (Alamilla, 2001).

3.5.3.2 Hábitos alimenticios

Las tilapias tienen una tendencia hacia hábitos alimenticios herbívoros, a diferencia de otros peces que se alimentan o bien de pequeños invertebrados o son piscívoros. Debido a la diversidad de alimentos que varían desde vegetación macroscópica (pastos, hojas, plantas sumergidas) hasta algas unicelulares y bacterias, los dientes también muestran variaciones en cuanto a dureza y movilidad. A pesar de la heterogeneidad en relación a sus hábitos alimenticios y a los alimentos que consumen, las tilapias poseen diferente clasificación (Kubitza, 2003).

3.5.4 Crawfish *Procambarus clarkii*

Este crustáceo decápodo de la familia Cambaridae. Se le considera la especie de la orden decápoda con mayor capacidad de adaptación a distintos ecosistemas. Es capaz de crecer rápidamente en sitios con aguas estacionales, asimismo puede tolerar periodos secos por más de cuatro meses. *P. clarkii* en machos es capaz de alcanzar pesos de más de 50 g y tamaños de 12.0 cm, de longitud (Norrocky, 1991).

El crawfish está cubierto completamente por un exoesqueleto quitinoso y endurecido, excepto en las articulaciones, donde es delgado y blando para permitir los movimientos. El cuerpo está formado por un cefalotórax anterior, rígido (cabeza + tórax) y un abdomen posterior articulado (Curtis, 2002).

3.5.4.1 Distribución

Esta especie se encuentra normalmente en ríos de curso lento, marismas, estanques, sistemas de riego. Difícilmente se le puede encontrar durante la época de verano, debido a su adaptación de enterramiento y deslizamiento entre las piedras. Existen cuatro especies de crawfish en Guatemala, siendo: *Procambarus williamsoni*, *Procambarus clarkii*, *Procambarus llamasi* y *Procambarus pilosimanus* (Fetzner, 2005).

3.5.4.2 Hábitos Alimenticios

Esta especie es omnívora, puede alimentarse tanto de vegetales como de otros animales e incluso de carroñas. Sin embargo la mayoría en la naturaleza y en cultivo debe subsistir de una dieta predominantemente de vegetales (Bardach, 1975).

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- ❖ Evaluar los recursos pesqueros de la laguna Monja Blanca, municipio de Palencia.

4.2 Objetivos específicos

- ❖ Establecer la estructura promedio de talla y peso de las principales especies de peces y de langostino.
- ❖ Estimar la biomasa de los recursos pesqueros de la laguna Monja Blanca.
- ❖ Determinar la capacidad de carga del sistema acuático en función de la cantidad permisible de fósforo.

V. METODOLOGÍA

5.1 Descripción del área

La laguna Monja Blanca, se sitúa en la aldea La Laguna, su perímetro es de 1,490.00 m, se ubica a la de altitud de 1,751 m.s.n.m., con latitud 14°40'00" y longitud 90°18'0". Este cuerpo de agua presenta un espejo de agua de 69,976.19 m² y una profundidad media de 1.90 m (Figura No. 1), (SIG-MAGA, 2009), (Gálvez, 2008).

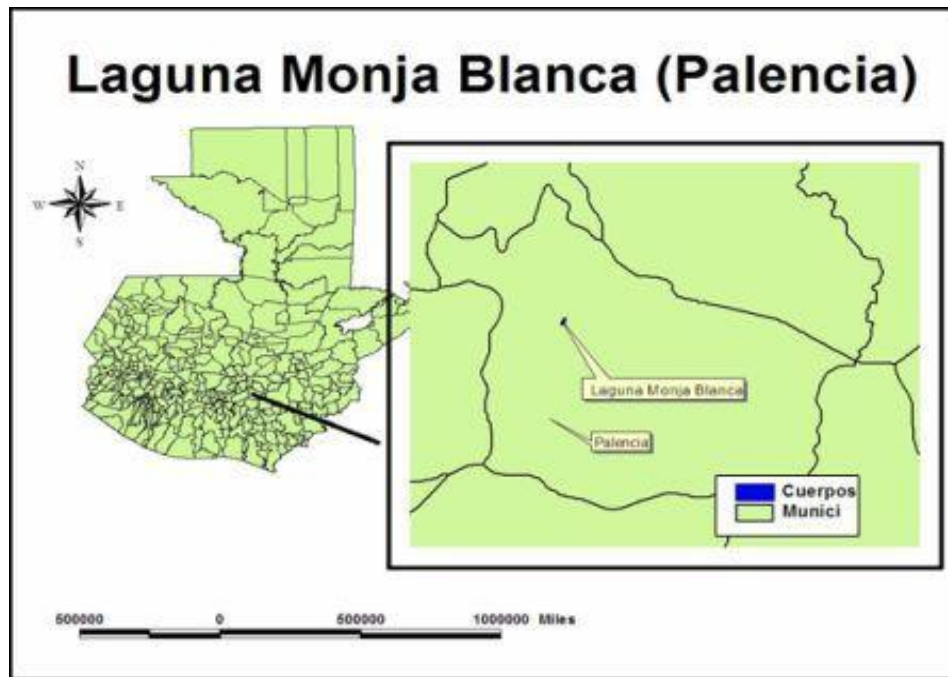


Figura No. 1. Ubicación geográfica de la laguna Monja Blanca, municipio de Palencia (SIG-MAGA, 2009).

5.2 Variables

- ❖ Capacidad de carga.
- ❖ Biomasa.
- ❖ Análisis físico-químicos.

5.3 Recolección de la información

5.3.1 Estimación de la biomasa de peces por arrastres virtuales

Para establecer la producción pesquera de la laguna se evaluó la estructura media de los peces, para ello se realizaron capturas con anzuelo No. 6 en toda la laguna en los meses comprendidos entre mayo a octubre del año 2008, con estos datos se elaboró un registro de tallas (cm) y pesos (g) por especie.

Así mismo se empleo el método de estimación de la biomasa a través de arrastre virtual, el cual se basa en los trabajos realizados por Ixquiac & Salaverria (2002), este combina el conteo del número de peces observados bajo el haz de una ecosonda en movimiento, a una velocidad constante, lo cual hace el efecto de una red de arrastre en toda la columna de agua.

Se efectuaron dos arrastres virtuales en los meses de septiembre y octubre, estos se realizaron a lo largo de toda la laguna en transeptos de aproximadamente 150.0 m, en un tiempo promedio de cinco minutos. El tiempo total promedio por arrastre virtual fue de 3.52 horas. Al inicio y al finalizar un transepto se tomaron coordenadas con el GPS, para luego plotearlos en un mapa cartográfico y verificar la distancia recorrida.

5.3.2 Estimación de la biomasa de crawfish por red de arrastre de fondo

Para determinar la producción de langostino (crawfish), se efectuaron capturas a través de un arrastre con red de fondo (Luz de malla No. 5 y longitud de 50.0 m) (Figura No. 2), en toda la laguna en el mes de marzo. Los transeptos con la red se hicieron de aproximadamente 150.0 m, por un periodo promedio de cinco minutos cada uno, acumulando un tiempo total de 1.62 horas. Al finalizar este proceso se realizó un registro de talla, peso y sexo de los organismos capturados.

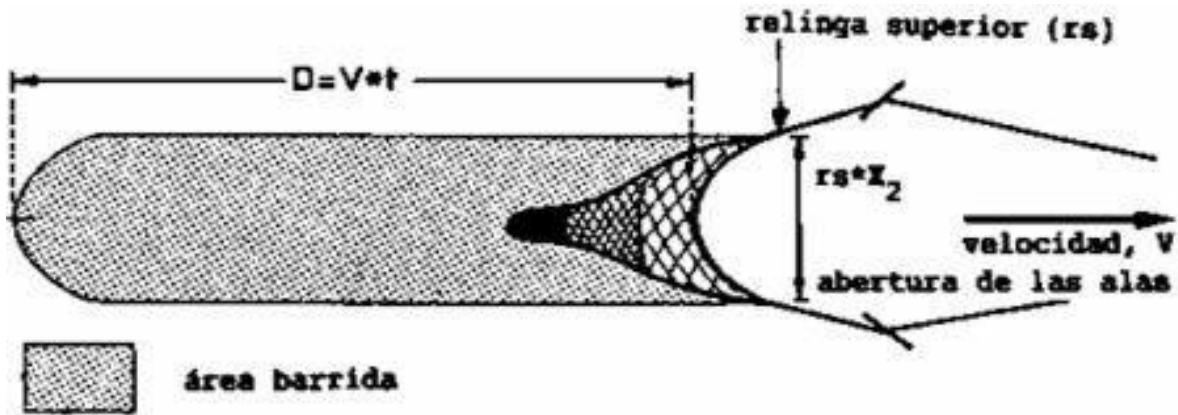


Figura No. 2. Área barrida por la red de arrastre de fondo (FAO, 1997).

5.3.3 Calidad de agua

En los meses de abril y septiembre se realizaron análisis físicos y químicos del agua de la laguna, haciendo mayor énfasis en la aportación de fósforo. Para ello se llevaron a cabo análisis físicos; oxígeno y temperatura. En los análisis químicos; nitritos (mg/L), nitratos (mg/L), sulfatos (mg/L), y fosfatos (mg/L). Esto se efectuó con la finalidad de establecer la calidad de agua en el sistema acuático.

5.3.4 Capacidad de carga

Para realizar la estimación de capacidad de carga se utilizó la metodología propuesta por Dillon y Digler (1974). Este método recae principalmente en calcular los niveles de fósforo para un sistema acuático, debido a que es un elemento esencial en la formación y crecimiento de los organismos acuáticos, encontrando que el valor máximo para un cuerpo de agua debe ser de 60.0 mg/m^3 (Takeuchi & Nakazoe, 1981).

Asimismo fue necesario determinar los aportes internos de fósforo en el medio acuático por parte de los peces, estos por ser la mayor contribución al medio. Para esto se situó que el contenido de fósforo que aporta una tonelada de tilapia de peso húmedo es de 3,400 g (Silva, 1984).

Por último se estipula el coeficiente de la tasa de descarga, el cual fue necesario para comprender el estado de renovación en el sistema acuático. Este se calculo en base a las variables hidrográficas: precipitación pluvial, escorrentía superficial y evaporación.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Composición de las capturas del recurso de peces

Se capturaron 709 peces, siendo el 98.0% tilapia *Oreochromis sp.*, el 1.4% carpa *Cyprinus sp.*, y el 0.6% guapote *Parachromis sp.* (Figura No. 3). Esta distribución obedece a que al momento de realizar repoblamientos, se hacen enfocados al interés comercial y alimenticio del municipio, es por ello que el género *Oreochromis sp.* posee mayor porcentaje de capturas.

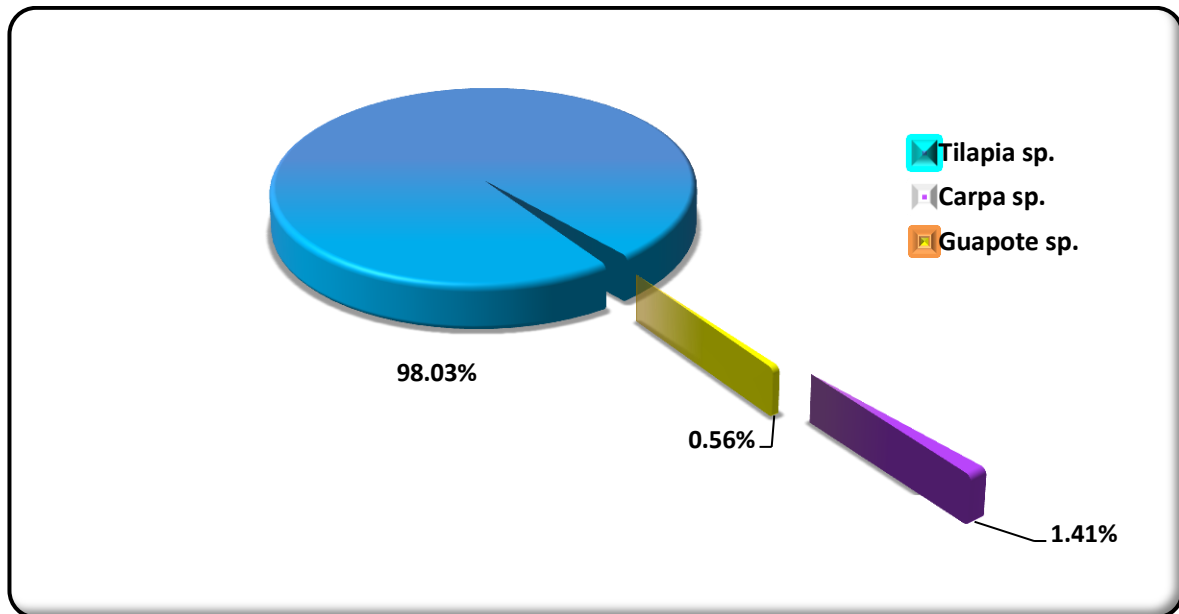


Figura No. 3. Especies capturadas entre mayo a octubre 2008, en la laguna Monja Blanca (Trabajo de campo, 2008).

6.2 Estructura de talla y peso de carpa *Cyprinus sp.*

6.2.1 Talla total y estándar

La talla total máxima fue de 18.2 cm y la talla estándar máxima de 15.5 cm, en el mes de julio. En el mes de junio se obtuvo la talla total mínima de 13.6 cm y una talla estándar mínima de 11.0 cm (Figura No. 4). Esta especie en estadio adulto logra alcanzar tallas máximas de hasta 60-90 cm (Vicente, 2002), en este caso demuestra que los organismos capturados se encuentran en estadio juvenil no aptos para su comercialización.

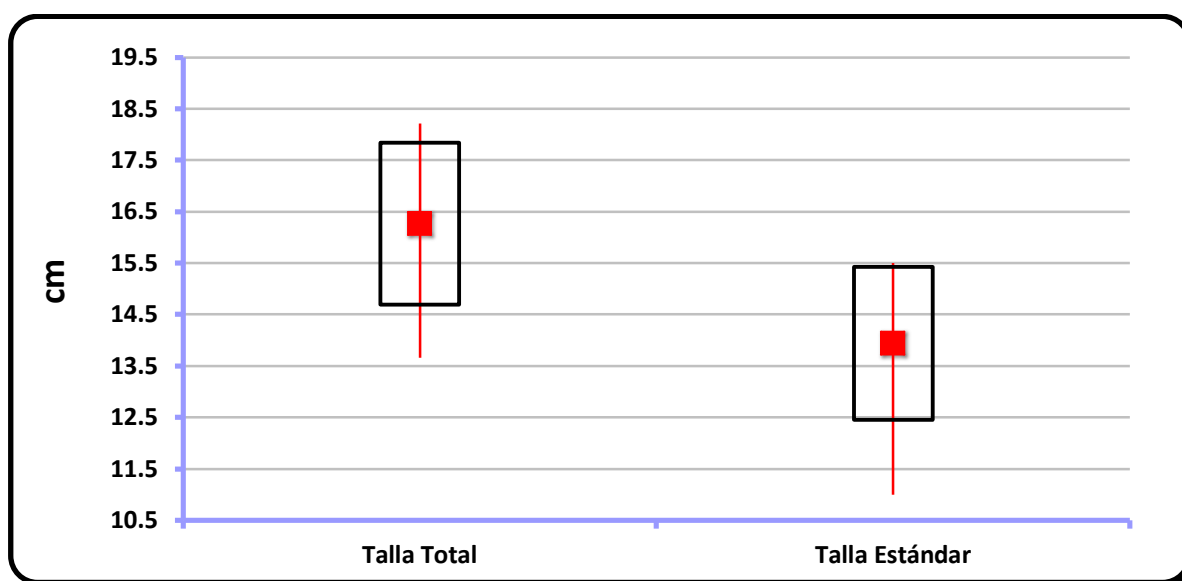


Figura No. 4. Tallas de carpa *Cyprinus sp.* capturada en la laguna Monja Blanca (Trabajo de campo, 2008).

6.2.2 Peso total

El peso máximo obtenido en esta especie fue de 103.0 g, capturada en el mes de julio y un mínimo de 33.0 g, en el mes de mayo. Presentando como peso medio 63.4 g, con una desviación estándar de 23.6 g (Figura No. 5). Esta especie en estadio adulto logra alcanzar pesos máximos de hasta 9,000 g (Vicente, 2002), en este caso demuestra que los organismos capturados se encuentran en estadio juvenil.

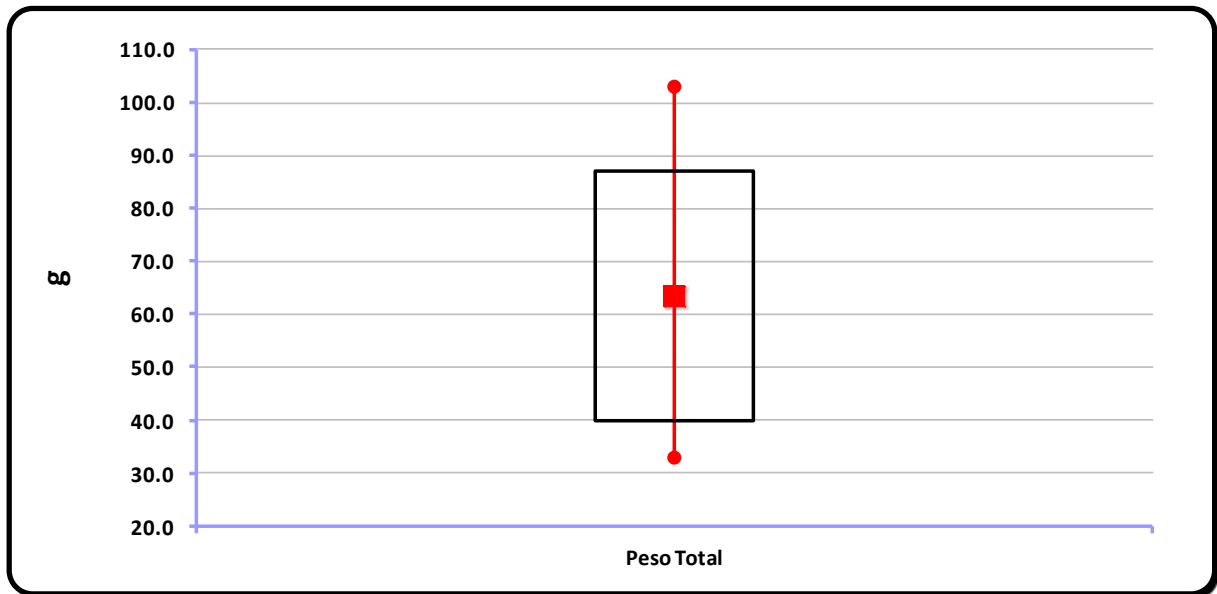


Figura No. 5. Peso total de carpa *Cyprinus sp.* capturada en la laguna Monja Blanca (Trabajo de campo, 2008).

En base a los diez organismos capturados es difícil inferir la sustentabilidad del recurso en el tiempo o realizar correlaciones estadísticas para dicha especie, con la presentación de estos datos se ejemplifica que no es una especie dominante que afecte directamente a otras especies en la laguna. Lo único que se pudo comprobar es que a mayor longitud el peso es paralelo, presentando una proyección asimétrica en la especie.

6.3 Estructura de talla y peso de guapote *Parachromis sp.*

6.3.1 Talla total y estándar

La talla total máxima fue de 14.2 cm y una estándar de 11.5 cm, en el mes de junio. La talla total mínima fue de 9.8 cm y la estándar de 8.0 cm, en el mes de julio. Presentando como talla total media 11.8 cm y la estándar de 9.6 cm (Figura No. 6). El guapote presenta medidas en estadio adulto de 30.0 – 40.0 cm (Miguel, 1993). En base a lo anterior se deriva que los organismos capturados se encuentran en un estadio juvenil, no dejando así de ser una especie con talla comercial.

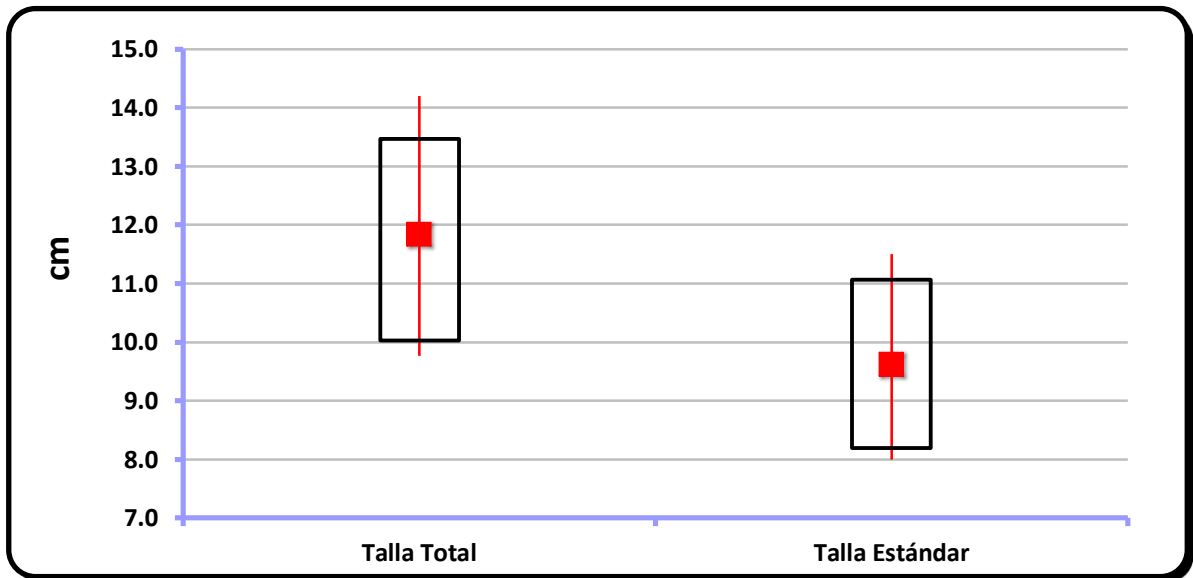


Figura No. 6. Tallas de guapote *Parachromis sp.* capturado en la laguna Monja Blanca (Trabajo de campo, 2008).

6.3.2 Peso total

El peso máximo de captura fue de 36.0 g, en el mes junio y el mínimo de 21.0 g, en el mes de julio. Presentando como peso medio 29.0 g, con una desviación estándar de 6.27 g (Figura No. 7). El guapote presenta pesos en estadio adulto de 4,000 g (Miguel, 1993). En base a lo anterior se opina entonces que los organismos obtenidos se encuentran en estadio juvenil.

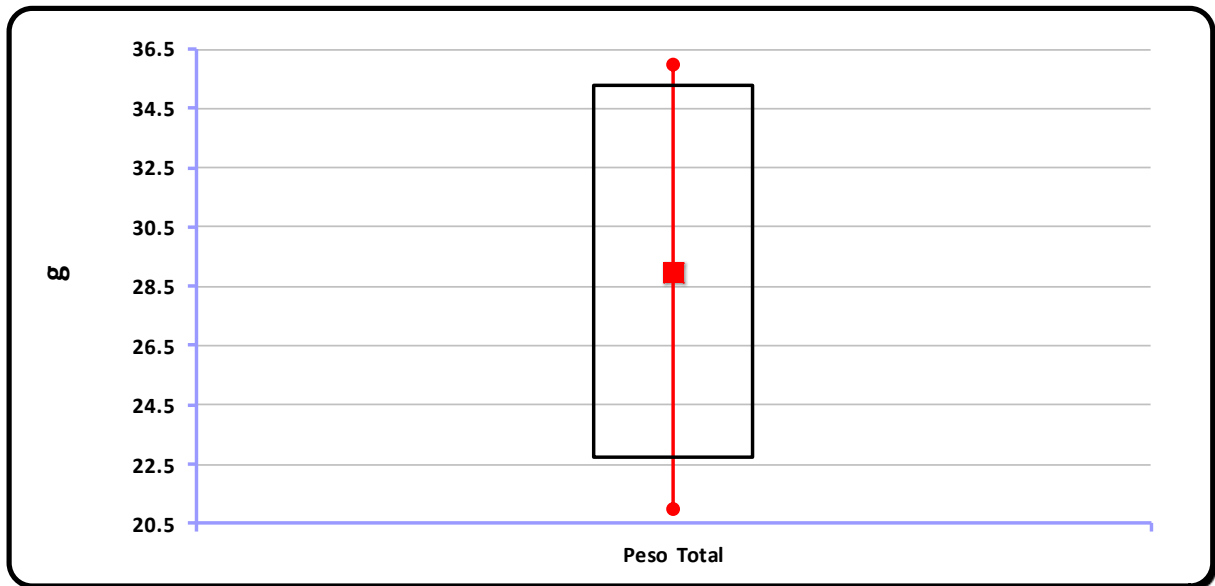


Figura No. 7. Peso total de guapote *Parachromis sp.* capturado en la laguna Monja Blanca (Trabajo de campo, 2008).

Los organismos capturados de esta especie fueron cuatro, lo cual ostenta que al igual que la carpa no es una especie dominante en el sistema acuático. Así mismo por no contar con un mayor número de capturas es difícil inferir en una comparación entre especies. Aun así es una población con gran potencial para reproducirse, lo cual por tratarse de una especie carnívora puede afectar directamente la sustentabilidad de otras especies.

6.4 Estructura de talla y peso de tilapia *Oreochromis sp.*

6.4.1 Talla total y estándar

La talla total máxima en tilapia fue de 25.3 cm, capturada en el mes de agosto y en el mes de septiembre una mínima total de 5.1 cm. La talla media total fue de 12.0 cm, con una desviación estándar de 2.9 cm (Figura No. 8).

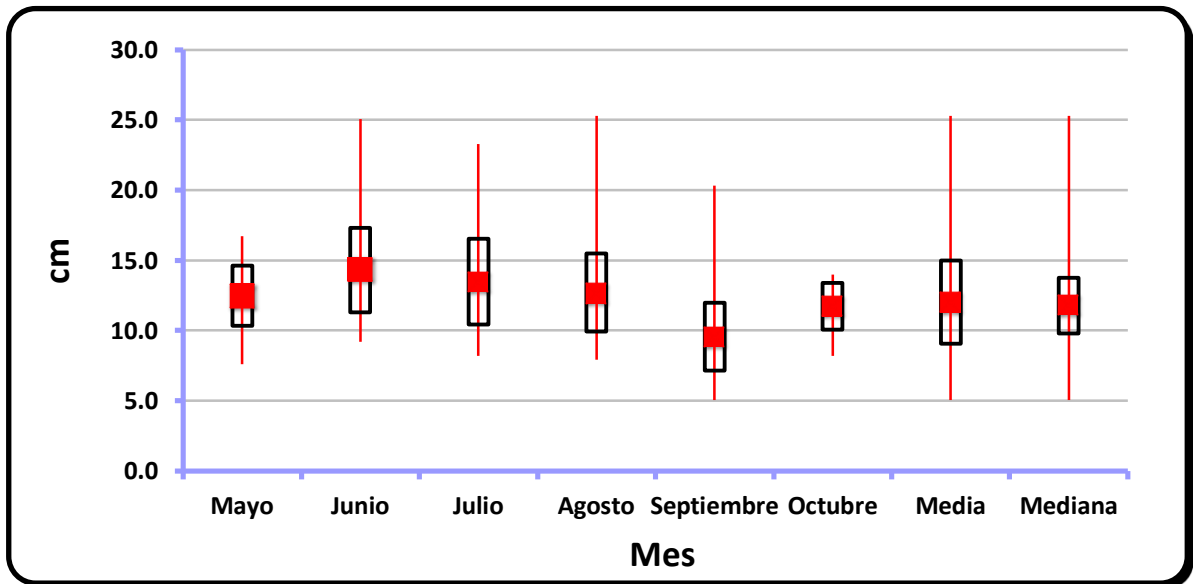


Figura No. 8. Talla total de tilapia *Oreochromis sp.* por mes capturada en la laguna Monja Blanca (Trabajo de campo, 2008).

La talla máxima estándar de 23.2 cm, capturada en el mes junio y la mínima estándar de 4.1 cm, en el mes de septiembre. La talla media total que se alcanzó fue de 9.8 cm, con una desviación estándar de 2.4 cm (Figura No. 9).

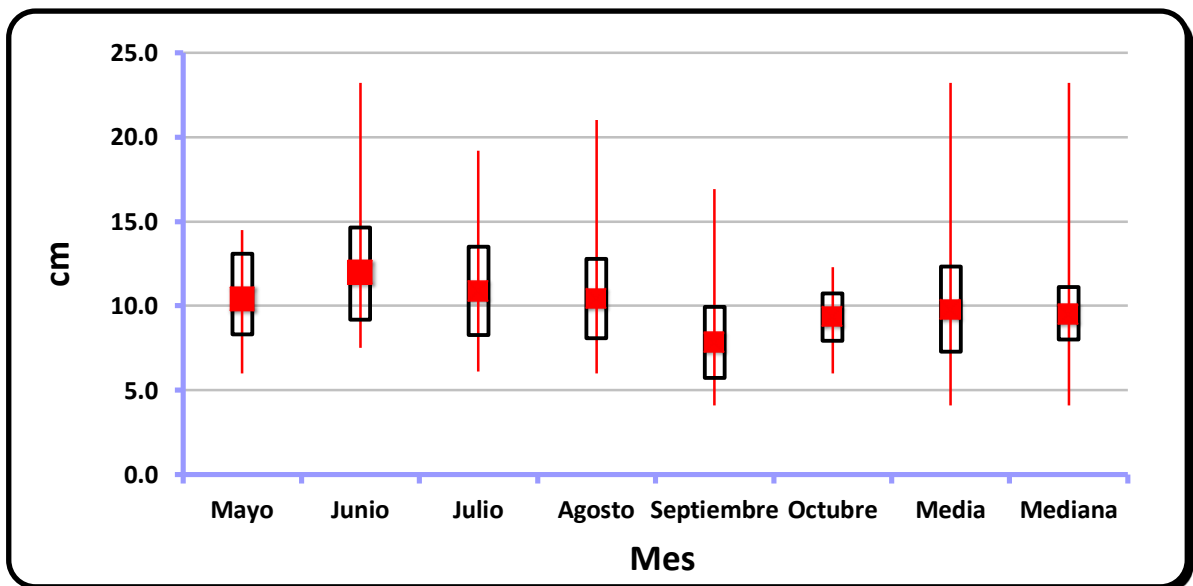


Figura No. 9. Talla estándar tilapia *Oreochromis sp.* por mes capturada en la laguna Monja Blanca (Trabajo de campo, 2008).

La tilapia presenta medidas en estado adulto de 25.0 – 38.0 cm (Gu-San Dun, 1975). Aunque algunos organismos capturados presentaron tallas en estos intervalos (<25.03 cm), según datos obtenidos predomina el estadio juvenil. Esto infiere en que dicho recurso posee gran potencial a nivel comercial, partiendo de un manejo sostenible.

6.4.2 Peso total

El promedio del peso total de tilapia capturada fue de 39.9 g, con una desviación estándar de 30.5 g. El peso máximo total que se alcanzó fue en el mes de agosto con 287.0 g y el mínimo total de 5.0 g en el mes de octubre (Fig. No. 10).

Aunque pueden alcanzar pesos de hasta 3,000 g la talla comercial es de 230.0 g (Gu-San Dun, 1975). El 5.0% de organismos presentaron talla comercial y el 20.0% estuvo entre los 50.0 – 100.0 g, lo cual indica que la especie a mediano plazo con un buen manejo tendrá mayor beneficio a nivel comercial en el municipio.

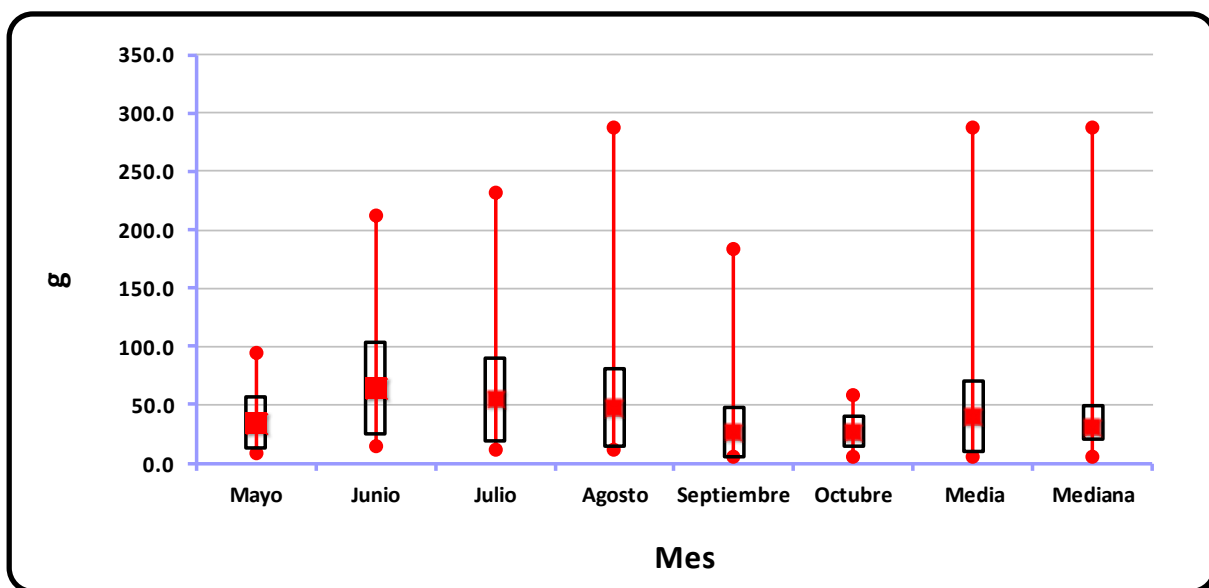


Figura No. 10. Peso total de tilapia *Oreochromis sp.* por mes capturada en la laguna Monja Blanca (Trabajo de campo, 2008).

6.4.3 Relación talla - peso en tilapia *Oreochromis sp.*

Los datos que a continuación se presentan son muestra del desgaste que está sufriendo el recurso pesquero en la laguna Monja Blanca, el cual está siendo explotado en tallas comercialmente pequeñas, mayormente comprendidas entre los 9.0 y 12.0 cm, con pesos por debajo de los 25.0 g (Figura No. 11).

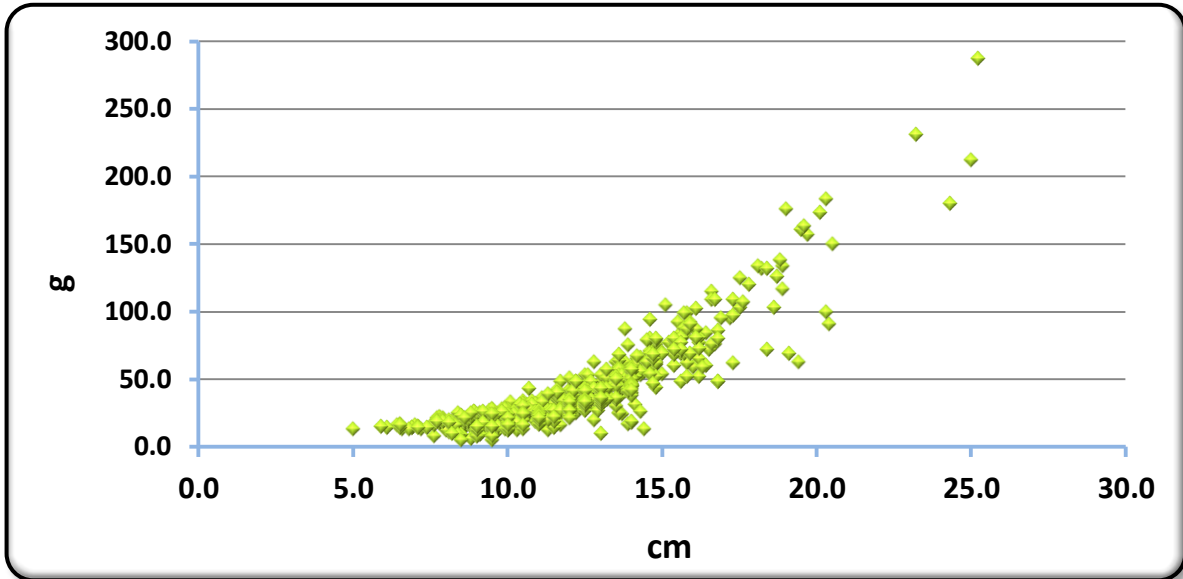


Figura No. 11. Relación talla - peso de tilapia *Oreochromis sp.* capturada en la laguna Monja Blanca (Trabajo de campo, 2008).

En base a las capturas se formuló la relación potencial de longitud total y peso (Figura No.12), obtenida para la tilapia *Oreochromis sp.* fue $W = 9.143 (X) + (-69.27)$. Esto evidencia que a través de la curva de regresión simple generada esta especie aumenta su peso paralelamente a su crecimiento longitudinal (Le Cren, 1951).

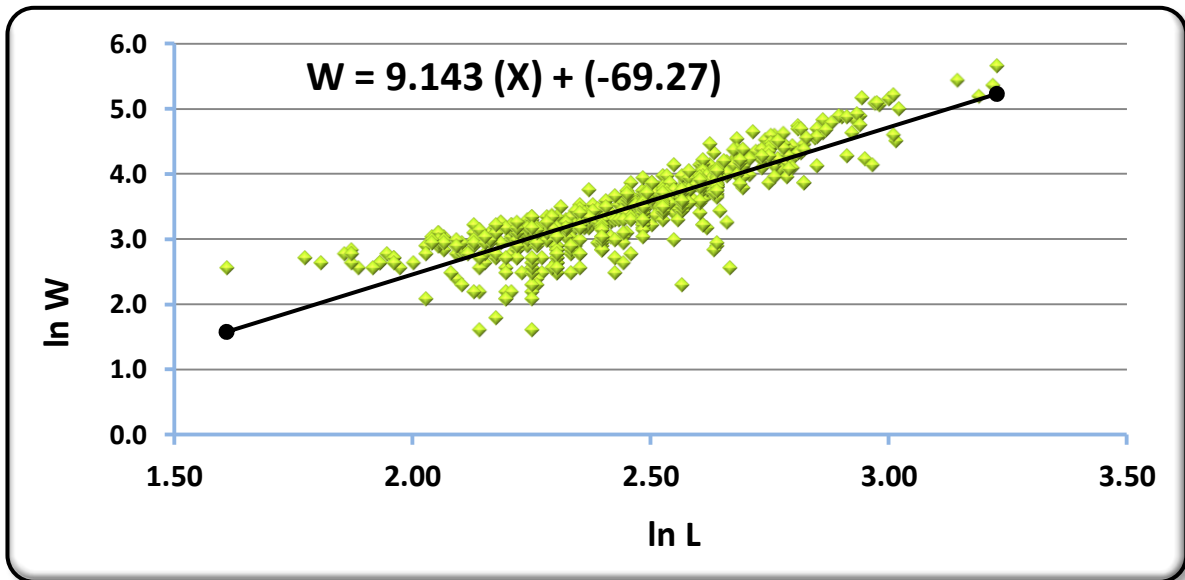


Figura No. 12. Ecuación de regresión entre talla (lnL) – peso (ln W) de tilapia *Oreochromis sp.* convertidos a logaritmos naturales (Trabajo de campo, 2008).

6.5 Composición de las capturas del recurso de crawfish *Procambarus clarkii*

En el mes de marzo de 2009, se capturaron 78 organismos. Los cuales mostraron tallas de 5.3 – 9.0 cm concentrando el mayor porcentaje entre las tallas de 5.3 - 7.0 cm, esto representó el 65.4% y de 6.8 - 9.1 cm conformó el 34.6%, el peso promedio poblacional fue de 12.5 g y con desviación estándar de 5.0 g (Figura No. 13).

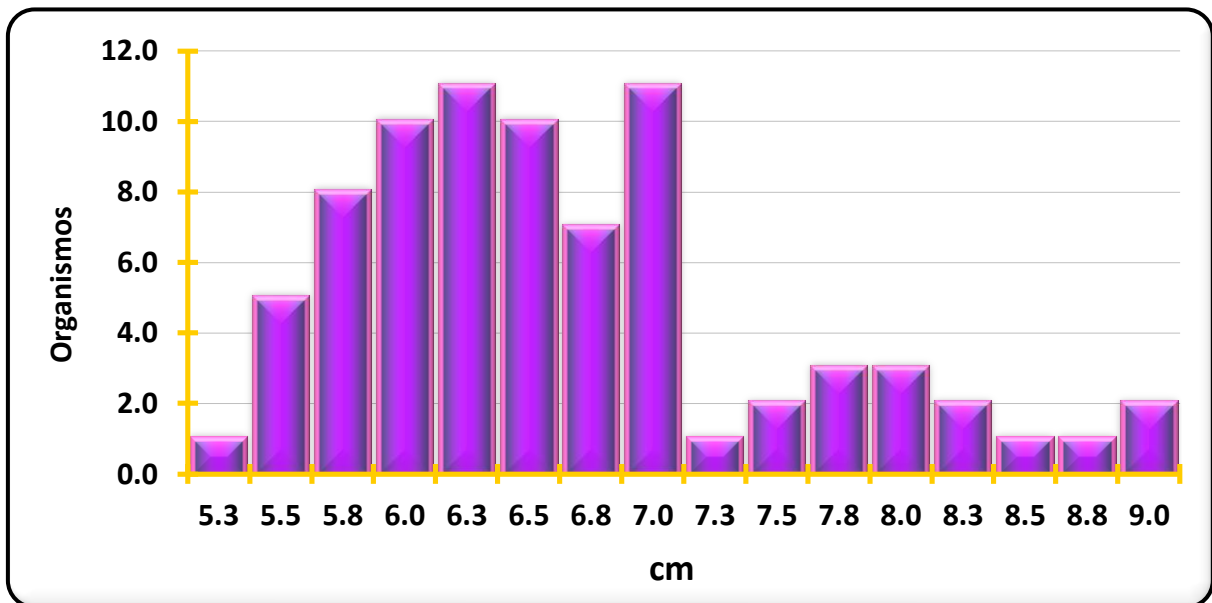


Figura No. 13. Estructura de tallas de langostino *Procambarus clarkii* capturado en la laguna Monja Blanca (Trabajo de campo, 2009).

Así también se dedujo que de los organismos obtenidos el 57.7% fueron machos y el 42.3% hembras. Los machos capturados presentaron mayor peso en las tallas de 7.8 – 9.0 cm y las hembras en tallas de 6.5 – 7.0 cm, comprobando así que los machos asimilan de mejor forma el metabolismo para el crecimiento que las hembras (Norrocky, 1991), (Figura No. 14).

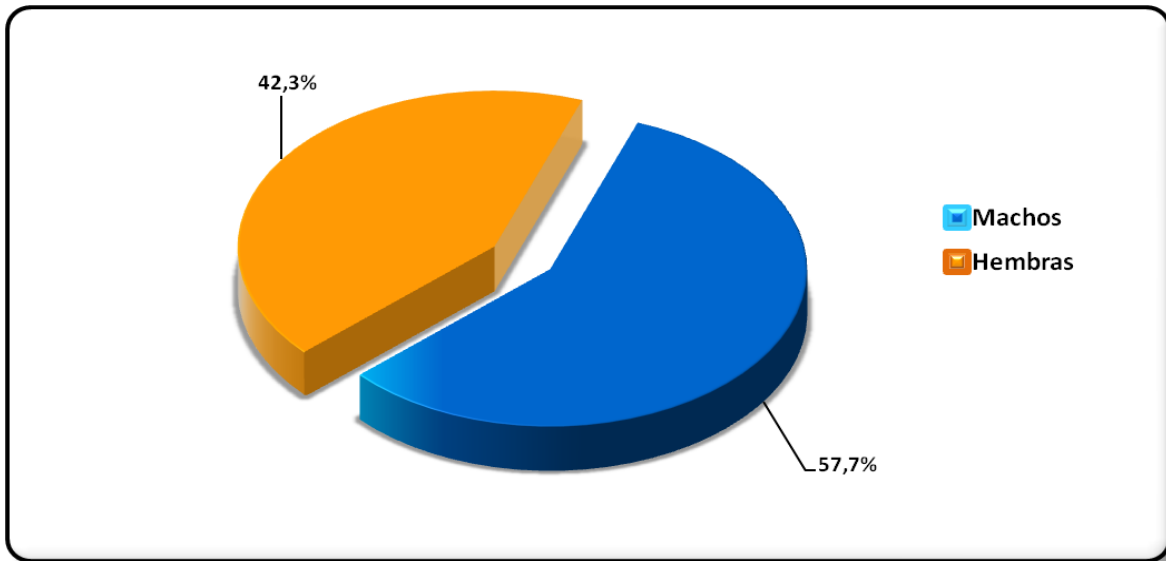


Figura No. 14. Distribución por sexo del langostino *Procambarus clarkii* en la laguna de Monja Blanca (Trabajo de campo, 2009).

6.6 Estructura de talla y peso de langostino *Procambarus clarkii*

6.6.1 Talla total

La talla total de crawfish fue de 7.6 cm en hembras y 7.7 en machos, con la desviación estándar de 0.9 cm (Figura No. 15). Esta especie adquiere tamaños de hasta 12.0 cm de longitud (Norrocky, 1991). En lo que respecta a las tallas de captura se observó que las hembras predominan más en tallas de 6.8 – 8.5 cm, pero son los machos que alcanzaron las mayores tallas, lo cual se atribuye a menor gasto de energía en la producción de gónadas.

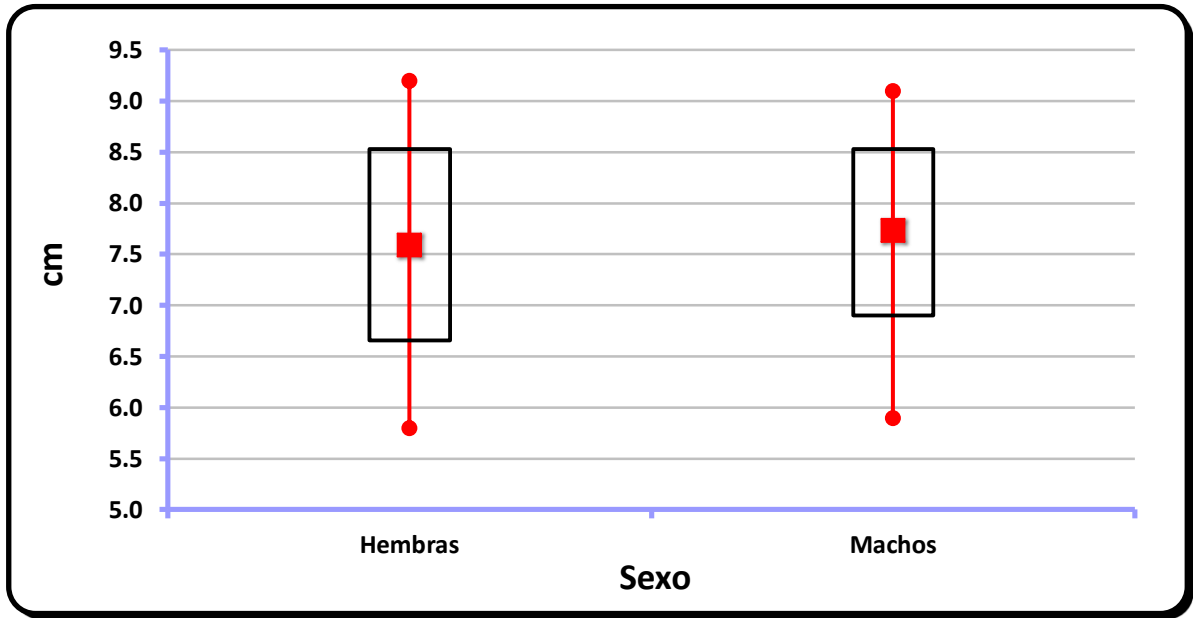


Figura No. 15. Talla total de langostino por sexo *Procambarus clarkii* capturado en la laguna Monja Blanca (Trabajo de campo, 2009).

6.6.2 Peso total

El peso promedio de crawfish capturado para hembras fue de 17.6 g con una desviación estándar de 7.2 g, y para machos 18.3 g con una desviación estándar de 8.5 g (Figura No. 16). El *P. clarkii* es capaz de alcanzar pesos de más de 50 g y tamaños de 12.0 cm de longitud (Norrocky, 1991). Los organismos capturados presentaron tallas y pesos inferiores a los anteriormente citados, un factor intrínsecamente ligado a esta situación pudo radicar en que las capturas se realizaron en estadio de reproducción.

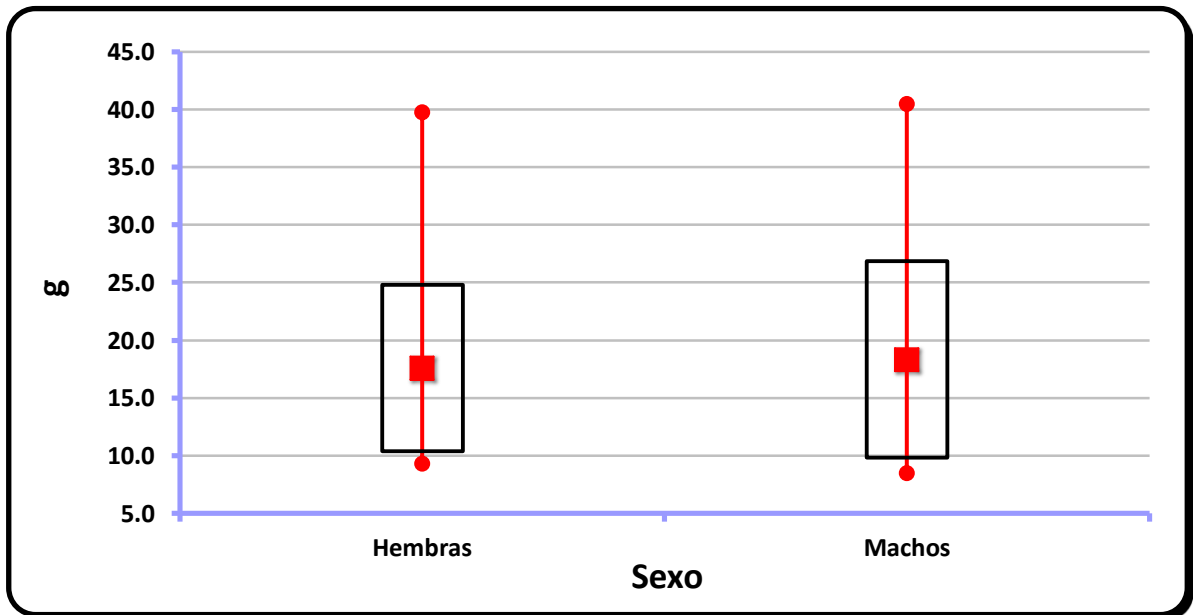


Figura No. 16. Peso total de langostino *Procambarus clarkii* capturado en la laguna Monja Blanca (Trabajo de campo, 2009).

6.6.3 Relación talla - peso en langostino *Procambarus clarkii*

Los datos que a continuación se presentan corresponden a la distribución de las capturas (talla-peso), que se realizaron en la laguna Monja Blanca, ilustrando de mejor manera que la estructura del recurso presenta tallas pequeñas y su explotación debe ser regulada para la sustentabilidad del mismo, el cual comprende principalmente tallas entre los 5.6 - 7.1 cm, con pesos promedio entre 8.9 - 12.5 g (Figura No. 17).

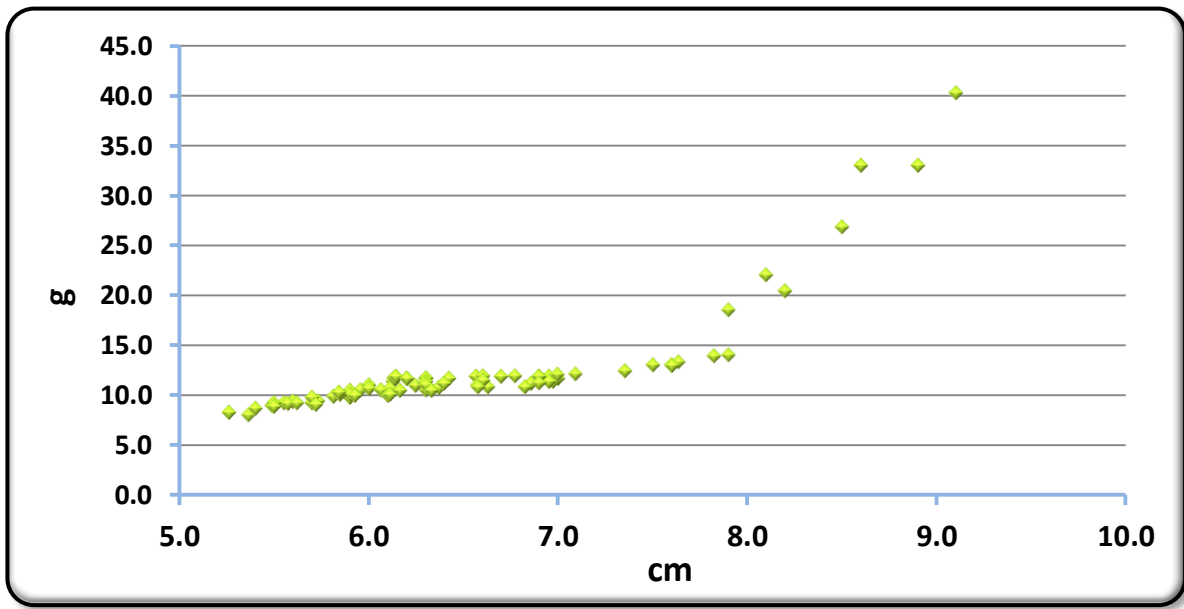


Figura No. 17. Relación talla - peso de langostino *Procambarus clarkii* capturado en la laguna Monja Blanca (Trabajo de campo, 2009).

La curva generada a través de los datos para estos ejemplares indica que este organismo contrario a la tilapia, no presenta aumento de peso paralelamente a su crecimiento longitudinal, es hasta en las tallas de 8.5 cm que su peso aumenta rápidamente. La fórmula de la relación potencial de longitud total y peso (LWR) generada para langostino *Procambarus clarkii* fue $W = 5.197 (X) + (-21.51)$ (Le Cren, 1951) (Figura No.18).

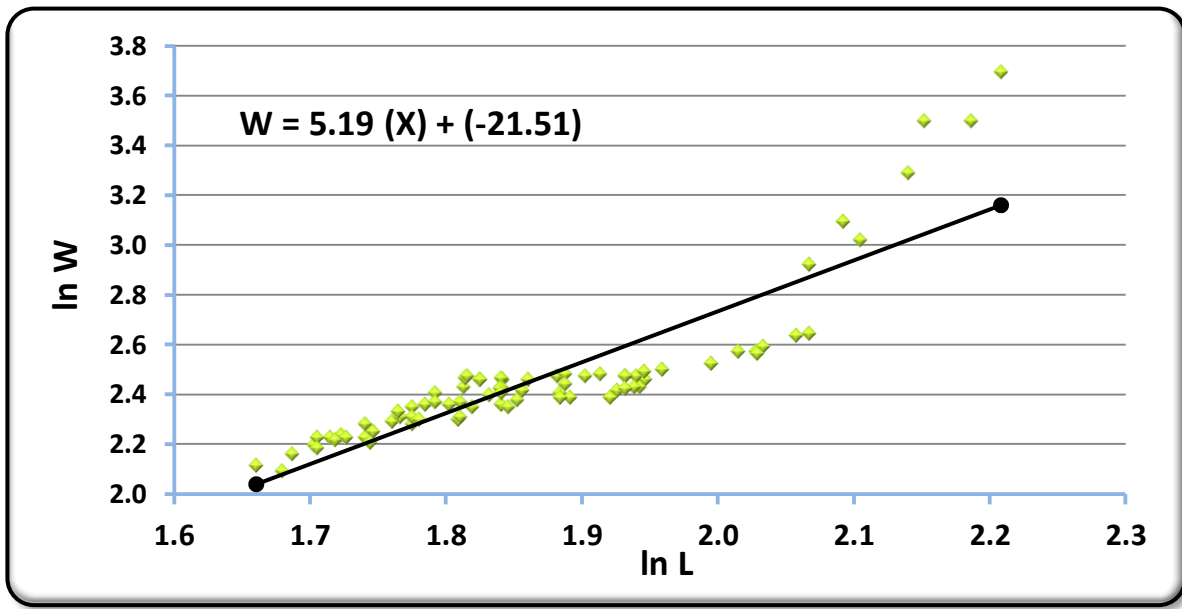


Figura No. 18. Ecuación de regresión entre talla (lnL) – peso (ln W) de langostino *Procambarus clarkii* convertidos a logaritmos naturales (Trabajo de campo, 2009).

6.7 Biomasa de peces por arrastre virtual

Para la laguna de Monja Blanca a través de arrastres virtuales se proyectó una biomasa neta de 4.73 TM en base a su área de 0.69 km². Los cuerpos de aguas continentales con más importancia en Guatemala, presentan una biomasa de 3.62 TM para un área de 70.0 km² (UNIPESCA, 2006).

En base a estos parámetros la producción pesquera de la laguna es mayor de acuerdo a su tamaño. Esto se atribuye a que el espejo de agua de la laguna es menor a un kilómetro cuadrado y además posee una profundidad menor a dos metros.

Estos factores hacen que la penetración de luz sea directa y total, produciendo en la laguna una mayor actividad fotosintética, esto da como resultado que la disponibilidad de alimento se incremente originando un sistema más productivo.

6.8 Biomasa de crawfish *Procambarus clarkii*

La biomasa proyectada para la laguna Monja Blanca es de 1.35 TM, en base a su área de 0.69 km². La misma evidencia la existencia de un recurso hidrobiológico con gran potencial tanto a nivel comercial como de subsistencia.

Esta es una especie con altas tasas de abundancia (Norrocky, 1991), pero debido a que se capturó en época de reproducción la cantidad de organismos fue escasa.

6.9 Calidad de agua

Para determinar la calidad de agua de la laguna en el mes de noviembre de 2008, se realizó una evaluación de parámetros físicos y químicos. En base a los datos obtenidos se infiere que dicho sistema acuático se encuentra en un estado trófico inicial.

Este estado se atribuye principalmente a los altos niveles de sulfatos 14.0 mg/L (<10.0 nivel recomendable) (Bachmann & Jones, 1996). Así mismo los niveles de fósforo 0.81 mg/L (>45.0 nivel recomendable) (Takeuchi & Nakazoe, 1981) (Cuadro No. 2). Estos parámetros están limitando incrementar la producción primaria existente, la cual es esencial para la sustentabilidad de los recursos hidrobiológicos en la laguna.

Cuadro No. 2. Parámetros físico-químicos de la laguna Monja Blanca.

Temperatura (°C)	19 - 23
pH	6.5 – 8.1
Sulfatos (mg/L)	14.0
Fósforo (mg/L)	0.81
Nitratos (mg/L)	4.25
Nitritos (mg/L)	0.039

Fuente: Trabajo de campo, 2008.

6.10 Capacidad de carga

Para estimar la capacidad de carga para el cuerpo de agua se estableció la tasa de descarga hídrica anual. Para ello se calcularon las siguientes variables hidrográficas; precipitación pluvial, escorrentía superficial y evaporación. A través de estas se determinó que la tasa de descarga anual de la laguna, es de 98.0% en un año (Cuadro No. 3).

Cuadro No. 3. Descarga hídrica anual de la laguna Monja Blanca.

Escorrentía sup. cuenca (Ad.r) (m/año)	1.00
Precipitaciones (P) (m/año)	2.01
Evaporación (Ev) (m/año)	1.14
$Q_o = Ad.r + A (Pr - Ev)$	1.86
Área de laguna (A) (m ²)	69,976.19
Volumen T_{medio} salida (Q_o) (m ³ /año)	130,189.16
Volumen cuerpo agua (V) (m ³)	132,721.61
Tasa de descarga Anual	98.0%

Fuente: SIG-MAGA, 2009.

Al realizar una cohesión de toda la investigación se estableció que la capacidad de carga para el sistema acuático es de 3.82 TM. (Cuadro No. 4), en base a la aportación, retención y disponibilidad de fósforo que posee dicha laguna.

Cuadro No. 4. Capacidad de carga para la laguna Monja Blanca.

Capacidad de carga (FAO).		
A	Coeficiente de retención (R)	0.59
B	Profundidad media (Z) (m)	1.90
C	Fósforo total (ΔP) (mg/m ³)	59.19
D	Tasa de descarga (p) (año)	0.98
E	Superficie de cuerpo de agua (m ²)	69,976.19
F	Carga anual de fósforo (g/año) ((B x C x D/A)*E)	12,995.45
G	Contenido de P (g) / TM de pescado (g) (Tabla FAO)	3,400.0
Biomasa de pescado permisible (TM) (F/G)		3.82

Fuente: Trabajo de campo, 2009.

La capacidad de carga de un sistema acuático está basada en la biodiversidad que resiste y contiene en su estructura trófica (Nakazoe, 1981). En la laguna de Monja Blanca se aplicó un modelo estadístico (Straskraba, 1982), basado principalmente en la disponibilidad mínima y máxima de fósforo (ΔP), debido a que de este dependen la mayoría de los procesos tróficos (Takeuchi & Nakazoe, 1981). Dicho cuerpo de agua presentó una capacidad de carga de 3.82 TM, lo cual está delimitado principalmente por el bajo nivel de fósforo 0.81 mg/L. En función de un nivel de fósforo óptimo de 45.0 mg/L (Beveridge, 1986), la laguna podría soportar una capacidad de 7.0 TM.

VII. CONCLUSIONES

1. La talla promedio de captura del recurso pesquero es de 11.9 cm, con pesos de 31.0 g lo cual compromete la sustentabilidad del recurso. Esto se debe en gran parte a que las tallas de reproducción para los peces son a partir de los 15.0 cm.
2. Las tallas promedio de captura para el recurso de crawfish es de 6.3 cm, con pesos en machos de 11.20 g y en hembras de 12.4 g.
3. La biomasa total del recurso pesquero para la laguna Monja Blanca es de 6.15 TM/km². Siendo para peces 4.80 TM/km² y para el recurso de langostino 1.35 TM/km².
4. La capacidad de carga pesquera para este sistema acuático es de 3.82 TM, en base a un nivel de fósforo 0.81 mg/m³.
5. La producción pesquera y de langostino, excede en 2.33 TM/km² del nivel aceptable para la laguna, lo cual complica la sustentabilidad del recurso.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Iniciar un plan de manejo sostenible para el recurso pesquero contemplando prohibir la extracción de peces menores a los 14.0 cm, así como condicionar la utilización de atarraya luz de malla no menor a 6.35 cm con un radio de dos metros (Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura, según Artículo No. 50, Inciso E).

Asimismo originar dentro del plan de manejo pesquero, la captura de un máximo en peso de 2.0 TM solo para el primer año de explotación, siguiendo las recomendaciones anteriores. Esto con la finalidad de reducir la biomasa que se encuentra fuera del límite aceptable para la laguna. Esta acción pronostica que al finalizar se tendrá una carga total sostenible para el sistema acuático de 2.80 TM.

2. Promover un plan de aprovechamiento sostenible para el recurso de langostino que suscite su producción a nivel artesanal, teniendo en cuenta no extraer organismos con tallas menores a los 6.5 cm y hembras con hueva.
3. Realizar un repoblamiento por año luego de reducir la biomasa pesquera a 2.80 TM, con un máximo de 10,000 alevines de tilapia *Oreochromis sp.* proyectando una sobrevivencia del 60%, la cual generará una biomasa de 0.5 TM.
4. Gestionar posteriormente a realizar las recomendaciones anteriores, una veda de seis meses (julio-diciembre) para el recurso pesquero y para el recurso langostino de cuatro meses (etapa de reproducción), (julio-octubre), ante la Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).

5. Fortalecer los programas impulsados por la municipalidad local sobre reforestación en la microcuenca de la laguna para evitar la lixiviación de suelos, velar por el uso adecuado de fertilizantes inorgánicos en cultivos cercanos a la laguna y controlar la descarga de aguas residuales de los hogares circunvecinos a la laguna, mejorando la red de drenajes que se posee.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- 9.1 Alamilla, O. (2001). *Atlas de ubicación de productos agropecuarios utilizados en la planificación y desarrollo de la acuicultura en México*. México: Secretaría de Pesca.
- 9.2 Bachmann, R., y Jones, B. (1996). Relations between trophic state indicators and fish in Florida lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53 (4), 842:855.
- 9.3 Bardach, J. (1975). *Aquaculture: The farming and husbandry of freshwater and marine organisms*. New York: Science Editions.
- 9.4 Berkaloff, J. L. (2004). *Ecología y piscicultura en aguas dulces*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- 9.5 Beveridge, M. C. (1986). *Piscicultura en jaulas y corrales: Modelos para calcular la capacidad de carga y las repercusiones en el ambiente*. Roma: FAO.
- 9.6 Beverton, R., y Holt, S. (1993). *On the dynamics of exploited fish population: Mathematical representation of the four primary factors*. London: Chapman & Hall.
- 9.7 Carrillo, L. (2000). *Evaluación del recurso pesquero y oceanografía del Atlántico guatemalteco, durante el año 2000*. Guatemala: Dirección General de Investigación [DIGI] de la Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC].
- 9.8 Crandall, K. (2003). *Procambarus genus* [en línea]. Recuperado febrero 26, 2005, de <http://www.keithcrandall.byu.edu>

- 9.9** Curtis, R. (2002). *Cultivo de langosta australiana (Cherax quadricarinatus)* [en línea]. Recuperado septiembre 3, 2005, de <http://www.sagpya.macon.gov.ar>
- 9.10** Domenech, J. (1995). *Manual de piscicultura destinado a la América Tropical*. Francia: Centre Technique Forestier Tropical.
- 9.11** Fetzner, J. (2005). *The crayfish and lobster taxonomy browser* [en línea]. Recuperado febrero 1, 2005, de <http://iz.carnegiemnh.org/crayfish/NewAstacidea/infraorder.asp?io=Astacidea>
- 9.12** Food and Agriculture Organization [FAO]. (2005). *Resumen informativo sobre la pesca de Guatemala*. Guatemala: Autor.
- 9.13** FAO. (2000). *Resumen informativo sobre la pesca de Guatemala*. Roma: Autor.
- 9.14** FAO. (1997). *Manual FAO: Introduction to tropical fish stock assessment*. Roma: Autor.
- 9.15** FAO. (1995). *Enfoque precautorio para la pesca: Directrices relativas al enfoque precautorio para la pesca de captura y las introducciones de especies* [en línea]. Recuperado septiembre 3, 2005, de <http://www.fao.org/3/a-w3592s.pdf>
- 9.16** Gálvez, L. (2005). *Diagnóstico para la recepción, transformación, empaquetado y comercialización de leche, en el municipio de Palencia*. Guatemala: USAC.
- 9.17** Gu-San Dun, S. (1975). *Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*. Barcelona: Reverté.

- 9.18** Hephher, J., y Pruginin, J. (1985). *Acuacultura: Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce*. México: AGT Editor.
- 9.19** Hernández, D. (2001). *Cultivo de peces comerciales*. México: Limusa.
- 9.20** Herrera, M. (1993). *Piscicultura: Cultivo de peces en estanques de agua dulce*. México: Concepto.
- 9.21** Ixquiac, M. (2007). *Ordenamiento y recuperación del potencial pesquero de la laguna de Calderas, municipio de Amatitlán*. Guatemala: DIGI.
- 9.22** Ixquiac, M., y Salaverría, A. (2002). *Estado de explotación de los recursos pesqueros y estimación de la biomasa de las especies ícticas de importancia comercial en el lago de Amatitlán*. Guatemala: UNIPESCA.
- 9.23** Kirchner, O., y Dillion, R. (1975). *An introduction to statistical methods and data analysis*. Estados Unidos: Duxbury Press.
- 9.24** Kubitz, R. (2003). *Algunos aspectos de la piscicultura china de interés para México*. México: Instituto Nacional de Pesca.
- 9.25** Le Cren, E. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in Perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, (20) 2, 201:219.
- 9.26** Meléndez, C., y Acosta, A. (2010). *Evaluación biológico pesquera de la lisa *Mugil curema*, en la costa de Michoacán*. México: Instituto Nacional de Pesca.
- 9.27** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación [MAGA]. (2001). *Laboratorio de sistema de información geográfica*. Guatemala: Centro de Información del Agro.

- 9.28** MAGA. (2008). *Marco estratégico sectorial para la seguridad alimentaria nutricional de Guatemala*. Guatemala: Secretaria de Seguridad Alimentaria y Nutricional [SESAN].
- 9.29** Nakashima, B., y Leggett, W. (1980). Natural sources and requirements of phosphorus for fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, (37) 4, 679-686.
- 9.30** Norrocky, L. (1991). Observations on the ecology, reproduction and growth of the burrowing crayfish *Fallicambarus*. *American Midland Naturalist*, 125 (1), 75-86.
- 9.31** Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero [OLDEPESCA]. (2005). *Estudio sobre la contribución y potencialidad de los productos pesqueros a la alimentación en América Latina y el caribe*. México: Autor.
- 9.32** Organización Panamericana de la Salud [OPS], y Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2003). *Estrategia de cooperación técnica a favor de la seguridad alimentaria y nutricional*. Guatemala: Autor.
- 9.33** Pauly, D. (1984). *Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators*. Filipinas: International Center for Living Aquatic Resources Management [ICLARM].
- 9.34** Pauly, D., y Morgan G. (1987). *Length-based methods in fisheries research*. Filipinas: ICLARM.
- 9.35** Pennak, R. (1953). *Fresh water invertebrates of the United States*. New York: The Ronald Press Co.

- 9.36** Plan Regional de Pesca y Acuicultura Continental [PREPAC]. (2005). *Inventario de los cuerpos de agua continentales de Guatemala con énfasis en la pesca y la acuicultura*. Guatemala: Autor.
- 9.37** Raven, H. L. (1978). *Ecosistemas acuáticos*. México: Nueva Imagen.
- 9.38** Salom, L. (1996). *Ecología: Productividad primaria*. Zaragoza: Acribia.
- 9.39** Sistema de la Integración Centroamericana, y Unidad Regional de Pesca y Acuicultura. (2002). *Plan de manejo integrado de pesca y acuicultura en lagos, lagunas y embalses del istmo centroamericano*. San Salvador, El Salvador: Autor.
- 9.40** Sparre, P., y Venema, S. (1997). *Introducción a la evaluación de recursos tropicales: Parte 1*. Roma: FAO.
- 9.41** Straskraba, P. (1982). *The fish resources of the ocean*. Reino Unido: Fishing News Books.
- 9.42** Takeuchi, P., y Nakazoe, R (1981). Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. *Marine Biology* (112), 545-551.
- 9.43** Unidad de Manejo de la Pesca y Acuicultura [UNIPESCA]. (2006). *Caracterización del sector pesquero y acuícola*. Guatemala: MAGA.
- 9.44** UNIPESCA. (2002). *Caracterización y ordenamiento de las aguas continentales de Guatemala*. Guatemala: Autor.
- 9.45** UNIPESCA. (2001). *Caracterización de las pesquerías en el lago de Amatitlán*. Guatemala: Autor.

9.46 Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC]. (2005). *Caracterización ambiental básica del municipio de Palencia*. Guatemala: Escuela de Antropología.

9.47 Vicente, B. (2002). *Manual de enfermedades de peces*. Zaragoza: Acribia.