

República de Cuba



**Universidad de, Cienfuegos Facultad Ciencias Agrarias,
Departamento de Agronomía.**

**Estudio del crecimiento en la etapa de alevinaje de la
Carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) con la
utilización de *Chlorella vulgaris* en la U.E.B. Algar**

Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo.

Autor: Téc. Marbeli Marquez Pérez

Tutor: Mv. Nagdiel Rodríguez Leiva

Cotutor: DrC. Enrique Casanovas Cosío.

Cienfuegos, 2012

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor y a todos los que de forma desinteresada han cooperado y hecho posible la realización de este trabajo.

A la Revolución, por habernos brindado la posibilidad de superarnos y convertirnos en profesionales al servicio de esta sociedad.

Sencillamente, a todos...

Muchas Gracias

DEDICATORIA

A mi madre,

por darme el derecho de nacer y sé que hoy estaría orgullosa de mi.

A mi padre, hijas y esposo,

que con su esfuerzo continuo, su preocupación, su espíritu de sacrificio y ayuda constante, hicieron posible la culminación exitosa de nuestra carrera.

En fin... A todos los que amamos

SÍNTESIS

El lento crecimiento y desarrollo de los alevines, en la U.E.B. ALGUAR, municipio de Palmira, provincia de Cienfuegos, está dado por el déficit de fitoplancton en los acuatorios, esta investigación evaluó el crecimiento de la Carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) con la utilización de la *Chlorella vulgaris* (*C. vulgaris*), desde su etapa larval (4 días de nacidas) hasta alevín de 45 días de cultivo. En un diseño completamente aleatorizado, se realizó un análisis comparativo del desarrollo de alevines de ciprínidos en tres ciclos productivos, en dos estanques de tierra de 1.0 ha cada uno. Con espectros alimentarios diferentes, es decir, uno a base de *Chlorella vulgaris* y otro a partir de especies de algas favorecidas por las fertilizaciones inorgánicas. Se analizaron los exámenes hidrobiológicos e hidroquímicos correspondientes, además, los muestreos a los peces según indican los Procedimientos Operacionales de Trabajo (POT). Haciendo una valoración de los resultados obtenidos, se demuestra que la Carpa plateada aprovecha satisfactoriamente los componentes nutricionales de la *Chlorella vulgaris* ya que los pesos y tallas al final de cada ciclo fueron superiores en los estanques alimentados con esta microalga, así como los porcentajes de sobrevivencia y con un beneficio económico de 1 723.43 pesos.

Palabras clave: crecimiento, alevines, *Chlorella vulgaris*, Carpa plateada

INDICE	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
I.1 Aspectos Generales de la Acuicultura	5
I.1.1 Historia	5
I.1.2 Sistemas de cultivos	6
I 1.3 Manejo de los acuatorios	8
I 1.4 Fases de cultivo	9
I.1.5 Tipos de cultivos	10
I.1.5.1 Acuicultura de Moluscos Bivalvos	11
I.1.6 Cultivos Auxiliares de Acuicultura	13
I.1.7 Densidades de siembra	13
I.1.8 Acuicultura en Cuba	14
I.1.9 Especies introducidas	15
I.1.10 Calidad del agua	16
I.1.11 Alimentación	18
I.1.11.1 Tipos de alimento	19
I.1.12 Bases Teóricas de la Fertilización	20
I.1.13 Fitoplancton	21
I.1.13.1 Algas verdes	23
I.1.14 <i>Chlorella</i>	27
I.1.14.1 Fuente de alimentación	28
I.1.14.2 Historia	28
I.1.14.3 Estudios iniciales sobre <i>Chlorella</i>	29
I.1.14.4 Inviabilidad como fuente masiva de alimentos	30
I.1.14.5 En la actualidad	30
I.1.14.6 Efectos medicinales	31
I.1.14.7 Como biocombustible	31
I.1.14.8 Aparición en acuarios	31
I.1.15 Zooplancton	31

I.1.15.1 Rotíferos	32
I.1.15.2 Cladóceros	33
I.1.15.3 Copépodos	34
I.1.16 Producción de alimento vivo	35
I.1.16.1 Tecnología Tailandesa para la obtención de la <i>Chlorella vulgaris</i>. (Piscinas 50 m²)	36
I.1.17 Preparación de los Estanques	36
I.1.17 .1 Eliminación de malezas	36
I.1.17. 2 Secado del estanque	36
I.1.17.3 Encalado	37
I.1.17.4 Rotulación del estanque	37
I.1.17.5 Introducción de abonos orgánicos	37
I.1.17.6 Llenado del estanque	37
I.1.17.7 Llenado total del estanque	38
I.1.18 Clasificación Taxonómica de la Carpa plateada o Tenca blanca	38
I.1.18.1 Descripción	38
I.1.18.2 Color	38
I.1.18.3 Biología	39
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	40
CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
Conclusiones	50
Recomendaciones	51
Bibliografía	52
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

La Acuicultura a nivel mundial ha alcanzado un crecimiento importante y sostenido en los últimos años, a pesar de que uno de los problemas centrales que atenta contra el buen desenvolvimiento de esta actividad es la disponibilidad de alimento, especialmente para la cría intensiva (Romero et al, 2010). También se ha visto incrementada en los últimos años con respecto a decenios anteriores, la cual está representada básicamente por los cultivos de agua dulce, siendo los peces, crustáceos y moluscos los de mayor aporte en miles de toneladas con una incidencia entre el 50-60%, seguida del maricultivo con más del 35% y por último las aguas salobres con alrededor del 6%. Actualmente tiene como propósito fundamental, obtener elevados rendimientos pesqueros que permitan mejorar significativamente la relación costo – beneficio y obtener así, una mayor ganancia económica.

Al triunfo de la Revolución en Cuba, no se podía hablar de una pesca comercial de agua dulce, estas especies solo tenían alguna importancia deportiva, su desarrollo era muy pobre, ya que la isla, geográficamente, carecía de ríos caudalosos y embalses naturales abundantes que sirvieran para la procreación y utilización comercial de estos peces. Entre los años 1970-1980 se comenzaron a construir las Estaciones Piscícolas en todas las provincias del país con módulos de estanques de tierra y cemento, laboratorios equipados y salas de desove. Los cultivos de peces en estas instalaciones tenían como objetivos fundamentales cumplir con las líneas de trabajo de los Proyectos de Investigación, obtener biomásas destinadas a la siembra de los embalses y crear los bancos de reproductores para posteriores producciones. Es así entonces que se empieza a desarrollar la Piscicultura como tal, que no es más que los cultivos de diferentes especies de peces (Ecured, 2012)

Las principales especies que constituyen las producciones acuícolas en nuestro país son: Carpa plateada (tenca blanca), Carpa cabeza (tenca manchada), Carpa común, Amura blanca, Tilapia sp, entre otros.

En los espejos de agua (embalses o micropresas) de nuestra provincia de Cienfuegos se introduce el crecimiento de esta especie, con alevines procedentes de otras localidades del país desde los años 70. Por necesidades de incrementar

la producción de esta especie, se crea nuestra propia estación de alevinaje en el año 1991, ubicada en la localidad de Arriete, en el municipio de Palmira. Las primeras producciones se realizaron a pequeñas escalas (5 millones de alevines) debido a que la poca capacidad constructiva (estanques existente). Actualmente se cuenta con 19 hectáreas para la reproducción y crecimiento de los alevines, cosechándose más de 10 millones anuales para no romper su ciclo productivo.

Uno de los principales problemas que afronta la acuicultura ha sido sin duda la alimentación en cultivos intensivos de peces y crustáceos. Por lo cual, gran parte del interés se ha enfocado a la producción de organismos vivos que forman parte en determinada etapa de la dieta de diversos organismos acuáticos de consumo humano. Los organismos que se utilizan como alimento vivo poseen un alto valor nutricional y son utilizados en su mayoría sin experimentar ningún proceso que haga disminuir su valor nutritivo original. Actualmente es común el cultivo de fitoplancton y zooplancton a fin de procurar alimento disponible para alevines de peces. El alimento vivo es un recurso de gran valor nutricional la principal razón de esto radica en el hecho de que estos organismos utilizados como “alimento vivo” constituyen una cápsula nutritiva que contiene por lo general los constituyentes básicos de una dieta balanceada, es decir, proteínas, lípidos, carbohidratos, minerales y vitaminas en concentraciones adecuadas para crías de peces y larvas de crustáceos, entre otros grupos acuáticos. Las principales especies utilizadas como alimento vivo en la acuicultura son: Microalgas (*Chlorella vulgaris*, *C. variegata*, *Tetraselmis* sp, *Spirulina* sp), Protozoarios (*Paramecium* sp.), Rotíferos (*Brachionus plicatilis*), Crustáceos (*Streptocephalus mackini*, *Daphnia pulex*, *Artemia franciscana*), Nemátodos (*Panagrellus redivivus*), con base en sus características como alto contenido proteico, alta disponibilidad y abundancia, tamaño aceptable para alevines de peces y larvas de crustáceos, cuerpo blando, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto y movimiento

Un cuerpo de agua depende de una serie de factores entre los que se pueden citar los edáficos, morfométricos y climáticos, que en conjunto determinan la productividad biológica que tiene su base en las relaciones inter e intraespecíficas que mantienen los diferentes elementos bióticos y abióticos de la comunidad que

ocupa un nivel trófico en el ecosistema, y por lo tanto, determinan su capacidad productiva máxima.

En nuestras aguas cubanas se desarrollan bajo ciertas condiciones, grupos de algas (Fitoplancton), las cuales ocupan el eslabón primario de la cadena alimentaria de nuestros acuatorios, además, estas microalgas por poseer un pequeño tamaño y contener en cantidades variables niveles de proteínas, carbohidratos y lípidos facilitando su consumo directo por los organismo filtradores de estas como por ejemplo: el Zooplancton, invertebrados pequeños, peces, entre otros. También es de suma importancia promover la productividad de este eslabón primario, lo cual se efectúa mediante las fertilizaciones que tienen la finalidad de aportar los nutrimentos necesarios esenciales que permiten satisfacer los requerimientos de estos productores y propiciar el establecimientos de los niveles tróficos subsecuentes de la cadena alimentaria (Arredondo, 1993).

La fertilización es una estrategia de alimentación, ya que al aplicarse los fertilizantes ocurre un incremento en las concentraciones de alimento natural, por lo que un elevado por ciento de la producción dulce-acuícola se ha obtenido abonando las aguas.

El auge de la actividad de los piscicultores se debe a que propicia alimento proteico a la población y ha contribuido a elevar el nivel nutricional de los sectores más pobres de la sociedad, constituyendo una fuente de empleo e ingreso y una de las vías que ayuda al saneamiento del medio ambiente.

Situación Problemática

En la estación se vienen presentando dificultades con el peso y la talla comercial establecida para los alevines de Ciprinidos; además de la prolongación de los días de cultivo, trayendo consigo la ruptura de todo el ciclo productivo, determinado fundamentalmente por el déficit de fitoplancton en los acuatorios.

Problema de Investigación

Lento crecimiento y desarrollo de los alevines, producto al déficit del fitoplancton (alimento primario) y bajo porcentaje de supervivencia.

Hipótesis de la Investigación

El empleo de la *Chlorella vulgaris* en la alimentación de los alevines permitirá un mejor desarrollo de la carpa plateada en 45 días de cultivo.

Objetivo General

Evaluar el crecimiento de los alevines de la Carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) con la utilización de la *Chlorella vulgaris*.

Objetivos específicos

- Determinar los análisis Hidrobiológicos e Hidroquímicos en los estanques.
- Determinar los pesos y tallas promedios cada 15 días de cultivo.
- Evaluar los porcentajes de supervivencia.
- Determinar el costo de producción.

CAPITULO I. Revisión Bibliográfica

I.1 Aspectos Generales de la Acuicultura

I.1.1 Historia

La acuicultura se remonta a tiempos remotos. Existen referencias de prácticas de cultivo de mújol y carpa en la antigua China, Egipto, Babilonia, Grecia, Roma y otras culturas euroasiáticas y americanas.

Las referencias más antiguas datan en torno al 3800 a. C., en la antigua China. En el año 1400 a. C., ya existían leyes de protección frente a los ladrones de pescado. El primer tratado sobre el cultivo de carpa data del 475 a. C., atribuido al chino Fan-Li, también conocido como Fau Lai.

Entre griegos y romanos, existen numerosas referencias. Aristóteles y Plinio el Viejo escribieron sobre el cultivo de ostras. Plinio, en concreto, atribuye al general romano Lucinius Murena el invento del estanque de cultivo, y cita las grandes ganancias de su explotación comercial, en el siglo I. Séneca también tuvo su opinión sobre la piscicultura, bastante crítica: *"la invención de nuestros estanques de peces, esos recintos diseñados para proteger la glotonería de las gentes del riesgo de enfrentarse a las tormentas"*.

En la cultura occidental actual, la acuicultura no recobró fuerza hasta la Edad Media, en monasterios y abadías, aprovechando estanques alimentados por cauces fluviales, en los que el cultivo consistía en el engorde de carpas y truchas.

En el año 1758 se produjo un importante descubrimiento, la fecundación artificial de huevos de salmónes y truchas por Stephen Ludvig Jacobi, un investigador austríaco, aunque su investigación no salió del laboratorio y quedó en el olvido.

En 1842, dos pescadores franceses, Remy y Gehin, obtuvieron puestas viables, totalmente al margen del hallazgo de Jacobi. Lograron alevines de trucha, que desarrollaron en estanque con éxito. El descubrimiento llevó a la Academia de

Ciencias de París a profundizar en el hallazgo, y con ello la creación del Instituto de Huninge, el primer centro de investigación en acuicultura

I.1.2 Sistemas de cultivos

Como en cualquier sistema de producción agropecuaria, existen diferentes tipos de sistemas de cultivos, según la intensidad y tecnificación del cultivo.

a) Acuicultura extensiva

Son sistemas de cultivo de baja intensidad y tecnología, en los que se aprovechan condiciones naturales favorables. Se realiza mayormente en presas y micropresas. Tiene como característica baja densidad de siembra con especies de peces con hábitos alimentarios diferentes con el objetivo de aprovechar todos los niveles tróficos del acuatorio. Utilizan solamente el alimento natural existente (plancton y bentos). No se realizan fertilizaciones. A pesar de ser sistemas extensivos, pueden alcanzar unos niveles de productividad muy elevados (Salazar, 2001)

Los cultivos extensivos más conocidos son los de organismos filtradores marinos, como ostras, almejas y mejillones, y de macroalgas marinas, que se realizan directamente sobre fondos arenosos de áreas intermareales, o sobre estructuras apoyadas en el fondo, como estacas y mesas de cultivo, o flotantes, como bateas y líneas. En ellos se procede a la siembra y el proceso de alimentación y engorde es natural.

Los sistemas extensivos son bastante utilizados en la producción de fitoplancton y zooplancton en climas cálidos, con grandes dosis de radiación solar. Balsas de agua enriquecidas con nutrientes minerales se utilizan para la producción de microalgas como *Chlorella* o *Spirulina*, destinadas a alimentación humana, cosmética o herbodietética, o como alimento de un segundo cultivo extensivo de zooplancton, como *Daphnia* o *Artemia*, utilizado posteriormente en alimentación larvaria de peces y crustáceos.

La piscicultura extensiva es algo anecdótico. Existen experiencias con lagunas oligotróficas sembradas con nutrientes minerales para activar la producción de

fitoplancton y activar toda la cadena trófica, con el objetivo de cosechar posteriormente especies de peces para consumo, pero a esto no se le puede llamar propiamente acuicultura.

b) Acuicultura semintensiva

Sistemas de cultivo más controlados y de mayor rendimiento, en los que el grado de tecnología e intervención es mucho mayor a los extensivos. Se desarrolla en estanques con policultivo, a medianas densidades de siembra, estando en dependencia del estadio de desarrollo de los peces que vamos a sembrar. Sin circulación de agua y se alimentan con la base alimentaria natural fomentada a través de las fertilizaciones. Pueden ser alimentados o no con alimento artificial como complemento.

Los cultivos de peces en jaulas flotantes directamente en el mar, o en lagos, son sistemas semiintensivos. El agua es la del medio, sin ningún sistema de bombeo, pero se aportan alimentos y se realiza un mínimo control del cultivo. También son sistemas semi-intensivos los cultivos en estanques y canales en circuito abierto o semiabierto, aprovechando aguas corrientes, algo muy frecuente en carpicultura.

c) Acuicultura intensiva

Los cultivos intensivos se realizan normalmente en instalaciones separadas del medio natural, en tanques pequeños de tierra o piscinas aisladas y jaulas, empleando mayores densidades de siembra con sistemas técnicos de captación y recirculación de agua, y con un control total del medio y de los individuos. La alimentación fundamental es a base de dietas confeccionadas de buena calidad y peletizada o extrusada. Puede asociarse una o dos especies con hábitos alimentarios naturales diferentes, pues el aprovechamiento del alimento natural mejora la eficiencia alimentaria. Son mucho más caros que los procesos menos tecnificados, pero el aumento de rendimiento o la necesidad de un mayor control de la producción es determinante.

d) Acuicultura superintensiva

Se utilizan estanques de cemento con circulación de agua y sistema de aireación, con recambios del 5% del volumen total que pueden ser de 2-3 veces/día. La densidad de siembra será mucho más alta que en los sistemas anteriores y se utiliza una sola especie íctica. La alimentación con alimento artificial con elevados niveles de proteína, según requerimientos de la especie.

A menudo, las fases más delicadas de la cría, como las de *hatchery* y *nursery*, son cultivos superintensivos en los que se utilizan técnicas de acuariología, como recirculación de agua, control de temperatura y fotoperíodo o monitorización de parámetros.

I 1.3 Manejo de los acuatorios

- **Presas.** Las aguas reciben los efluentes de los ríos, de los residuales de industrias, porquerizas y plantaciones agrícolas aledañas. Las zonas cercanas a estos puntos son las más ricas orgánicamente, por lo que los peces en estos lugares encontrarán buena fuente de alimento.
- **Micropresas.** Al igual que las presas reciben los residuales que surtirán de nutrientes las aguas, pero con la diferencia que en aquellas no muy extensas (bajo volumen y área), puede realizarse fertilizaciones con abonos orgánicos e inorgánicos si así lo requiriera.
- **Estanques de tierra.** La preparación de los estanques está basada en el deshierbe de la maleza del fondo y los taludes, en el secado y remoción del fondo, en el encalado y en la aplicación de abono por todo el estanque. Todos estos pasos ayudan a mejorar la aireación del suelo, a acelerar la descomposición de la materia orgánica del fondo y a promover el desarrollo de los organismos planctónicos como cuestión fundamental. Una vez llenados se aplican los fertilizantes minerales y se pueden colocar mazos de hierba o bagazo por todo el litoral del estanque. La práctica de colocar en las esquinas corrales y verter todo el material orgánico (miel, residuos de pescado, etc) y mineral (urea, superfosfato) disponibles, también ayuda a la promoción del alimento natural.

- **Estanques de cemento.** Este tipo de estanque no requiere de una preparación como los de tierra, pues son menos profundos y no hay intercambio de nutrientes con el suelo, las dosis de los fertilizantes son menores y en dependencia de la especie en cultivo. La frecuencia de aplicación de los mismos es menor. Son utilizados mayormente para cultivos intensivos que conllevan circulación y recambios de agua.
- **Estanques de cemento-tierra.** Estos estanques con paredes de cemento y fondo de tierra se preparan de igual forma que los de tierra, porque hay absorción de nutrientes por el suelo lo que en poco tiempo disminuye su disponibilidad para el desarrollo del plancton. Pueden ser utilizados para sistemas semintensivo e intensivo.

I 1.4 Fases de cultivo

Las fases de cultivo están en dependencia de la especie que vayamos a cultivar, pero las fundamentales son las siguientes:

- **Precría o Primer alevinaje.** Se recomienda que se lleve a cabo la precría o primer alevinaje antes de la siembra directa de los peces, pues se obtienen animales más desarrollados y con mayor resistencia al manejo. Se aconseja estanques pequeños. El tiempo de duración es de 10-15 días o en algunas especies puede extenderse hasta 20 días. Esta precría se realiza con una sola especie y la atención al estanque se basa fundamentalmente en la alimentación y fertilización constantes.
- **Segundo alevinaje.** Consiste en continuar el crecimiento de las post-larvas y se efectúa en estanques de tierra o cemento. Se recomienda para algunas especies de peces el policultivo, para que utilicen los diferentes niveles tróficos de la cadena alimentaria. Para otras especies dietas con la calidad requerida.
- **Preceba.** Se realiza en estanques de tierra o cemento. Es la etapa de crecimiento de los alevines en densidades más bajas que la fase anterior, lo que estará en dependencia de la especie. El alimento artificial con

adecuados niveles de proteína según requerimiento de los peces en cultivo.

- **Ceba.** Es la última etapa de cultivo en el desarrollo de los peces. Las densidades son bajas y la alimentación de alta calidad en cuanto a requerimientos proteicos. Alcanzan la talla comercial a los 6-8 meses y serán trasladados para su procesamiento industrial.
- **Formación del banco de reproductores.** Se reservarán estanques específicamente para este fin. Los destinados a ser reproductores recibirán tratamiento adecuado con dietas específicas en cantidad y calidad hasta que alcancen la talla y la maduración sexual esperada.

I.1.5 Tipos de cultivos

- **Monocultivo.** Cuando se utiliza una sola especie durante todo el tiempo de cultivo. Se practica sobre todo en los cultivos intensivos y en la precría.
- **Policultivo.** Cuando se utilizan dos o más especies ícticas en un mismo estanque. Tiene como objetivo el aprovechamiento de los diferentes niveles tróficos del acuatorio y aumentar la productividad del mismo. (Vázquez, 2001)
- **Cultivo integrado.** Este tipo de cultivo se desarrolla cuando se utilizan animales de granja (aves de corral, patos, cerdos) con peces, que pueden convivir con ellos o no. Tiene como característica que la materia orgánica (estiércol) que generan los primeros sirve de abono para el desarrollo del plancton y el bentos que serán utilizado directamente por las especies ícticas. La cantidad de animales de granja debe conservar la proporción adecuada para evitar demasiada carga orgánica que se convierta en agente contaminante y acabe con la vida de los peces.

La acuicultura es un compendio de diferentes tipos de cultivos, en función de la especie, agua, clima, sistemas de cultivo, etc.

I.1.5.1 Acuicultura de Moluscos Bivalvos

Es la acuicultura de almejas, mejillones, ostras, vieiras y demás moluscos bivalvos, con gran importancia económica.

Su origen es muy antiguo. Diversas fuentes atribuyen a Sergius Orata el inicio de la ostricultura, hacia el año 100 a. C.

Actualmente uno de los cultivos más rentables dentro de la acuicultura de moluscos gasterópodos es el cultivo del abalón (*Haliotis sp.*) el cual se cultiva en sistemas intensivos en estanques emplazados en tierra.

a) Carpicultura

Es el cultivo de la carpa común y otros Ciprínidos, especies de agua dulce no tropical. Son los cultivos acuícolas más antiguos, ya practicados por los antiguos Sumerios, Chinos y Romanos.

c) Salmonicultura

Es la acuicultura de Salmoniformes, tanto truchas como salmones. En el caso de la trucha, se conoce como truticultura.

La puesta y el desarrollo de larvas y juveniles transcurre en agua dulce, tanto para truchas como salmones. En el caso de la trucha, se puede mantener en agua dulce hasta su tamaño comercial, o realizar el proceso de esmoltificación, al igual que en el salmón, que es una adaptación gradual al agua de mar en el que se producen importantes cambios fisiológicos.

d) Acuicultura de Especies tropicales de Agua Dulce

Son cultivos de especies de peces y crustáceos tropicales y subtropicales dulceacuícolas. Los más extendidos son los cultivos de tilapia, Pacu, Camarón, Langosta australiana y otras especies de peces y crustáceos.

El cultivo de tilapia ha ido creciendo gradualmente hasta convertirse en el más importante en los países tropicales y subtropicales.

En algunos casos, estos cultivos están asociados a otras actividades agropecuarias, denominados Cultivos Integrados. En ellos se integra la producción acuícola en la producción agrícola. En el caso de los sistemas acuapónicos, el agua de cultivo se utiliza para el cultivo de vegetales de huerta, aprovechando los nutrientes minerales generados por el cultivo, y la capacidad de depuración de los vegetales.

e) Camaronicultura

Es el cultivo de las diferentes especies de camarones que se llevan a cabo en áreas costeras.

f) Acuicultura Marina

Cultivos de especies marinas, tanto de peces, como de algunos invertebrados, como el pulpo. Tiene una gran importancia económica. En el caso de muchas especies, la producción de cultivo casi ha sustituido por completo a las capturas pesqueras.

Algunas de las especies más importantes son el rodaballo, la dorada, la lubina, el bacalao, la corvina y la anguila. Los cultivos de otras especies aún están en desarrollo, como el pulpo, el besugo el lenguado, entre otras.

Una variante de acuicultura marina es el llamado engrasado de Atún rojo, que se cultiva en jaula a partir de ejemplares salvajes. Tras un proceso de engorde son vendidos posteriormente en el mercado japonés, donde es un preciado producto.

g) Alguicultura

El **cultivo de algas** es una forma de acuicultura que se preocupa del cultivo de especies de algas. La mayoría de las algas cultivadas caen dentro de la categoría de microalgas, entre la que se encuentran el fitoplancton, las micrófitas, etc. Su principal utilidad está en relación con el consumo humano y la producción de biocombustibles.

I.1.6 Cultivos Auxiliares de Acuicultura

Se denomina así a la acuicultura de microalgas y microinvertebrados destinados a la alimentación de otros cultivos principales, como larvas de peces o moluscos. Las especies de microalgas más conocidas son *Chlorella*, *Isochrysis* o *Tetraselmis*, entre otras muchas. Los cultivos auxiliares de invertebrados producen rotíferos, copépodos, cladóceros, *Dendrocephalus* *Thamnocephalus* y *Artemia* salina, entre muchas otras especies donde predominan los quistes de artemia y de enriquecimiento. Son cultivos paralelos a los de especies comerciales (Castrejón *et al.*, 2004).

Uno de los factores limitantes en acuicultura es la obtención y producción de alimentos que cubran las necesidades de las especies que se cultivan para su comercialización. Además, esa producción de alimento, ha de resultar económicamente rentable.

Mientras que en la naturaleza, el desarrollo y supervivencia de larvas y juveniles depende de la presencia de organismos planctónicos, que a su vez se producen cuando hay nutrientes adecuados (cadena trófica), en condiciones de cultivo hay que asegurar el aporte de nutrientes necesarios para que la especie objetivo se desarrolle en las mejores condiciones, por lo que es fundamental conocer la composición química de los alimentos vivos, y, a su vez, el contenido nutricional de las especies utilizadas como alimento vivo está relacionado directamente con su alimento.

I.1.7 Densidades de siembra

Es el número de peces sembrados por unidad de área, que debe estar basado sobre principios biológicos en cuanto a base alimentaria, económicos y de productividad de los estanques. También debe regirse por las producciones que queremos alcanzar y de la disponibilidad de larvas o alevines, siendo la densidad de siembra un regulador de la tasa de crecimiento y de la duración del cultivo. Cuando se utiliza una densidad de siembra baja los peces pueden crecer rápidamente y alcanzar una gran talla, pero se desperdicia el espacio y el alimento natural existente. Sin embargo, con una alta densidad de siembra se

obtienen altas producciones, pero esta densidad tiene sus límites, pues cuando alcanza los valores superiores permisibles se presentan factores que limitan el éxito del cultivo como son el espacio vital, la disponibilidad de dióxígeno disuelto y la cantidad de alimento distribuido, obteniéndose producciones más bajas que las programadas y peces con tallas menores.

Los valores de dióxígeno disuelto deben tenerse en cuenta, ya que están afectados por la densidad, pues los peces en cultivo generan productos de excreción que al descomponerse disminuyen este parámetro químico.

Como cada estanque tiene sus características propias, cada uno de ellos soporta una biomasa de peces determinada y esto es la llamada Capacidad de Carga, que cuando se llega a su límite máximo y la disponibilidad de alimento es justamente el suficiente para mantener esa biomasa, el crecimiento puede cesar, por lo que se recomienda utilizar densidades de siembra por debajo del límite de la capacidad de carga, que permitan que los peces crezcan bien en el menor tiempo posible.

1.1.8 Acuicultura en Cuba

En Cuba no existen grandes ríos ni lagos donde se puedan explotar altas biomásas de peces, para poder llevar a cabo la Piscicultura, se aprovecharon los embalses artificiales construidos por el Estado Revolucionario como reserva de agua a lo largo de todo el país. También fue necesario introducir otras especies de peces de interés comercial a partir de los años sesenta, además de las ya existentes o endémicas, como la biajaca (*Cichlasoma tetraacantha*) y el manjuarí (*Atractosteus tristoechus*), considerado éste una especie representante de un grupo muy primitivo (Ecured, 2012).

Una de las bondades que presenta las labores acuícolas es que se reutiliza en las distintas líneas de trabajo que conllevan los cultivos, todos los desechos generados por las diferentes industrias, incluyendo las aguas residuales de los estanques.

I.1.9 Especies introducidas

- Amura blanca o carpa herbívora (**Ctenopharyngodon idella**). Fue introducida en 1966 desde la antigua Unión Soviética. Se alimenta de vegetales y como no puede digerir gran parte del alimento consumido lo devuelve al medio, lo que representa un mecanismo natural de fertilización que reciben las aguas. Puede alcanzar hasta 30 Kg.
- Amura negra (**Mylopharyngodon piceus**). Su nombre se debe al color negruzco de su piel. Fue introducida en 1983 desde la antigua Unión Soviética. Se alimenta de organismos bentónicos, fundamentalmente moluscos, aunque acepta piensos granulados. Su peso oscila en los 25-30 Kg.
- Tenca blanca o carpa plateada (**Hypophthalmichthys molitrix**). Su nombre se debe a lo plateado de sus escamas. Se introduce en 1967 desde la antigua Unión Soviética. Es filtradora de algas (fitoplancton) y por esta razón habita en la superficie de los acuatorios. Su peso oscila alrededor de los 40 Kg.
- Tenca manchada o carpa cabezona (**Aristhitis nobilis**). Sus nombres comunes se deben a las manchas oscuras que presentan y al tamaño de su cabeza con respecto al cuerpo. Se introdujo desde la antigua Unión Soviética en 1967. Se alimenta de crustáceos microscópicos (zooplancton) y puede filtra pienso pulverizado. Alcanza más de 30 Kg de peso.
- Carpa común (**Ciprinus carpio**). Fue introducida desde la antigua Unión Soviética en 1967. Se alimenta preferiblemente de organismos del fondo (bentos), aunque puede ingerir alimento artificial. Existen de ella las variedades: espejo, ucraniana, vietnamita y húngara. Puede alcanzar más de 2 Kg de peso.

La reproducción de estas especies es artificial a través de compuestos hormonales, técnica lograda y dominada por los especialistas acuicultores con elevadas producciones desde 1980. Existen reportes de desoves naturales de estas especies.

La proporción de especies a sembrar normalmente esto es un asunto a tratar cuando se lleva a cabo un policultivo donde se utilizan diferentes especies en

proporciones determinadas, que varían según las condiciones existentes en los estanques en cuanto a alimento disponible, por lo que la selección de las especies primarias y secundarias se hace teniendo en cuenta los hábitos alimentarios y las concentraciones de alimento natural existentes. La combinación para el policultivo se realiza sembrando en mayor proporción la especie con hábitos alimentarios que puedan ser respaldados con las concentraciones más elevadas de alimento natural que existan en el estanque y las restantes especies en proporciones complementarias para otros niveles tróficos.

En nuestro país generalmente los policultivos se practican con Tenca blanca, Tenca manchada, Tilapia nilótica u otra y Carpa común en porcentajes de 60, 20, 15 y 5%, respectivamente. La carpa común revuelve el fondo en busca de organismos bentónicos y esto ayuda a airear el sedimento, acelera la oxidación de la materia orgánica y al intercambio de minerales, favoreciendo el desarrollo del plancton y el crecimiento del resto de los peces.

El equilibrio ecológico se conseguirá escogiendo las especies más adecuadas para cada estanque, teniendo en cuenta que estas carpas juegan un papel importante en el mantenimiento del ecosistema y que la distinción en los tipos de alimentación no es definitiva, debido a que los peces pueden adaptarse a las condiciones que los rodean cuando su alimento preferido disminuye, buscando otras fuentes alimenticias no usuales, por lo que puede esperarse cierto grado de competencia especialmente cuando se siembra a altas densidades.

1.1.10 Calidad del agua

La calidad del agua se refiere a los factores ambientales que influyen en los cultivos, los cuales están divididos en físicos, químicos y biológicos, pero que en la realidad no se pueden dividir, porque están estrechamente relacionados (Salazar, 2001).

- **Parámetros físicos.** Uno de los parámetros físicos más importante es la **temperatura** del agua, que está influenciada por las radiaciones solares, el calor atmosférico y la evaporación, entre otros. Hay que tener en cuenta que cada especie íctica presenta diferente tolerancia a los cambios de esta

variable, pues no tienen un mecanismo que regule su temperatura corporal. En nuestro país los valores de temperatura varían de una estación del año a otra, es normal en el verano registros de 25-34°C y en el invierno entre 18 y 24°C. La temperatura influye sobre muchos procesos en el desarrollo de los peces, condicionando la maduración gonadal, el tiempo de incubación de los huevos, la eclosión de estos y el crecimiento de larvas, alevines y adultos.

La **transparencia** del agua es otra variable a medir en un cultivo de peces, ya que da la medida de la concentración de plancton existente o de la turbidez por materia en suspensión. La primera es una condición necesaria y la segunda puede causar afectación en el calentamiento del agua, provocando anomalías en la composición del plancton y por ende en la productividad del estanque.

El **color** del agua está relacionado con la incidencia de la luz y la pureza del agua. En un cultivo de peces debe ser verde o verde-pardusco, lo que nos indica cantidad suficiente de nutrientes para el desarrollo normal del alimento natural.

- **Parámetros químicos.** El **dioxígeno disuelto** es el parámetro químico más importante a tener en cuenta en un cultivo acuícola. Si no hay suficiente, los peces se vuelven susceptibles a contraer enfermedades y dejan de alimentarse, porque se estresan y pueden llegar hasta morir. La única fuente de suministro de dioxígeno disuelto en el agua es a través de la fotosíntesis que realiza el fitoplancton y las pérdidas se producen por la respiración (animal y vegetal), difusión en el aire y por la descomposición de la materia orgánica (Romero, 1998).

El valor de **pH** (potencial de hidrógeno) está representado por la concentración de iones hidrógeno y nos dice si el agua es ácida o alcalina si nos guiamos por la escala de 0-14, siendo el valor 7 el neutro. Los valores por debajo de 4 y por encima de 11, provocan lento crecimiento de los peces y no se reproducen, afectándose así la productividad del estanque. En nuestro país regularmente en condiciones normales las aguas presentan valores de pH alrededor del neutro.

La **alcalinidad** viene dada por la concentración de iones carbonato y bicarbonato y la **dureza total** por los iones de calcio y magnesio. Son variables también

medibles en un cultivo, que si se encuentran a niveles similares podemos decir que el agua es productiva.

El **nitrógeno** se presenta en el agua de cuatro formas diferentes, siendo el amoníaco (NH_3) y el nitrito (NO_2) tóxicos en concentraciones elevadas, no así el nitrato (NO_3) y el amonio (NH_4), pues son los compuestos que asimilan las algas durante la fotosíntesis.

Los valores de **fósforo** regulan el crecimiento del fitoplancton en los estanques. Se dice que las aguas naturales no son ricas en fósforo y por esta razón debemos realizar aplicaciones de fertilizantes fosfatados cada cierto tiempo, para que no se deje de producir dioxígeno en el estanque.

El **sulfuro de hidrógeno** (SH_2), es el elemento más tóxico para un cultivo, sobre todo en la incubación de los huevos y cría de larvas y alevines. Sus concentraciones se recomiendan en cero para estas etapas, pues si hay déficit de dioxígeno con abundante materia orgánica, los iones de este compuesto se unen con el hierro de la hemoglobina bloqueando la respiración de los peces.

Todos estos parámetros (físicos y químicos) deben ser objeto de manejo en los cultivos, chequeándose diariamente o dos veces al día, según requiera la importancia de cada uno de ellos y para esto se controla a través de una inspección diaria alrededor de los estanques en la mañana y la tarde.

- **Parámetros biológicos.** Se refieren a los valores cuantitativo y cualitativo de las comunidades del plancton y el bentos y al estudio del comportamiento de los peces cuando medimos su tasa de crecimiento, el factor de conversión del alimento, su peso, su talla y otras variables que indican el desarrollo de ellos en el cultivo.

I.1.11 Alimentación

Uno de los principales objetivos de la Piscicultura es que los peces alcancen la talla comercial en el más breve tiempo posible y que el cultivo desde el punto de vista económico sea rentable, lo que se logra supliendo los requerimientos nutricionales de las especies que cultivamos. Todo esto se hará posible creando

condiciones ambientales óptimas y una adecuada alimentación y nutrición de los peces. Se tiene en cuenta que para cada sistema y etapa de cultivo la alimentación se rige por un esquema de aplicación y formulaciones dietéticas que se corresponden con la especie objeto de cultivo (Torrentera *et al.*, 1989).

I.1.11.1 Tipos de alimento

a) Alimento natural

Los peces encontrarán en el medio acuoso el alimento natural que puede ser de origen vegetal o animal, además de otros compuestos disueltos en el agua como diversos iones que son absorbidos directamente por las branquias o ingeridos con el alimento y posteriormente absorbidos en el tracto digestivo. Dentro del alimento natural o cadena alimentaria como también se le conoce, se encuentra el fitoplancton que es el grupo de algas microscópicas que constituyen el primer eslabón de esta cadena, representadas por diferentes géneros y especies. El segundo nivel trófico lo compone el zooplancton que agrupa a los microcrustáceos que viven a media agua. (Romero *et al.*, 1998)

Finalmente invadiendo el fondo de los acuatorios habita el bentos, compuesto por larvas y pupas de dípteros, oligoquetos, moluscos, crustáceos y otros organismos que viven enterrados o sobre la superficie del fondo. En esta zona se acumula además todo el detritus orgánico que será aprovechado por diferentes especies ícticas.

El alimento natural es más aprovechado por la gran mayoría de los peces durante las primeras fases de desarrollo (precría y alevinaje), sobre todo los planctófagos y se verá disminuido con el aumento de la biomasa, donde será necesario para algunas especies incorporar un alimento suplementario.

b) Alimento artificial

Los peces que cultivamos no siempre aprovechan el alimento natural, pues esto depende de la morfología del tracto digestivo (boca, branquias, esófago, estómago e intestino) y a sus requerimientos nutricionales, lo que aparejados ha dado lugar a los hábitos alimentarios de cada uno de ellos.

Para perfeccionar las prácticas acuícolas y suplir las exigencias de nutrientes de cada especie, en nuestro país se lleva a cabo estrategias de alimentación y dietas esmeradas con productos convencionales y no convencionales que atienden de manera precisa las exigencias nutricionales de los peces.

Cada dieta está diseñada cuidando los niveles de proteína, específicamente los de aminoácidos esenciales, carbohidratos, lípidos, energía, vitaminas y minerales, los cuales en su conjunto suplen los requerimientos nutricionales de cada especie, que hace que se logre un buen crecimiento en menor tiempo. Estos alimentos artificiales se dan secos, húmedos, peletizados y extrusados. (Toledo *et al.*, 2008)

I.1.12 Bases Teóricas de la Fertilización

Para poder mantener los niveles en las concentraciones de alimento natural se recurre a la fertilización de las aguas como una estrategia de alimentación, la que consiste en la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos que contienen elementos indispensables para promover el desarrollo de la base alimentaria natural.

En estanques fertilizados con abonos químicos u orgánicos se establecen dos mecanismos simultáneos que operan de manera sinérgica y que son llamados cadenas tróficas o alimenticias; el primero depende de la luz solar o energía radiante y se le da el nombre de **Autotrófico** o cadena alimenticia de pastoreo y el otro no depende de la luz y es conocido como **Heterotrófico**, también llamado cadena alimenticia de detritos (Arredondo, 1993).

Los **fertilizantes orgánicos** de origen animal más usados son las excretas y los de origen vegetal las hierbas, bagazo, miel, entre otros, los que se pueden utilizar de forma independiente o en forma de ensilados y los **fertilizantes inorgánicos** o minerales son los que en su composición contienen una carga de nitrógeno, fósforo y potasio, compuestos más usados, aunque para las aguas cubanas los más necesarios, según los requerimientos, son los dos primeros, siendo la urea, el nitrato de amonio y los superfosfatos los más empleados.

Existen variantes de fertilizantes orgánicos como los compost, masa hidrolizada, silos anaeróbicos y otros que también promueven el alimento natural y que se recomienda su uso para pequeñas estaciones piscícolas o en acuicultura familiar.

La cadena autotrófica sintetiza la materia orgánica y permite la fijación de la energía solar por las plantas verdes durante la fotosíntesis, con la producción de nueva materia orgánica, CO₂ y agua y, subsecuente consumo por los animales, por lo que recibe el nombre de cadena de pastoreo. Siendo los principales productores primarios las plantas verdes y en especial el que operan en el estanque.

Cada uno de ellos jugará un papel en la promoción de las densidades de estos organismos naturales, siendo los inorgánicos los que desarrollarán más directamente las comunidades algales y los orgánicos a las poblaciones zooplanctónicas, aunque de forma indirecta cada eslabón de la cadena se verá beneficiado con las fertilizaciones incluyendo al bentos y los propios peces.

1.1.13 Fitoplancton

Son microalgas corresponden al primer eslabón en la cadena trófica de los océanos por ser organismos foto autótrofos obligados, es decir, requieren de la energía proveniente de la luz para realizar sus procesos biológicos. En tal sentido, al simular (o a mejorar si es posible) las condiciones naturales (o ideales) donde crecen, es posible realizar su cultivo en condiciones semi-controladas o controladas totalmente, para de esta forma obtener de ellas una biomasa tal que permita usarlas como alimento para organismos.

Dentro del grupo de las microalgas algunas son ampliamente, utilizadas en la acuicultura por sus excelentes características, tales como tamaño adecuado, contenidos proteicos y lípidos (perfil de Ácidos Grasos), contenido de vitaminas y pigmentos (Pontes, 2001).

El termino microalga engloba un grupo muy diversificado de microorganismos fotosintéticos, procariontas y eucariotas, catalizadores del proceso de fijación del CO₂ convirtiéndolo en materia orgánica. Pese a las grandes diferencias estructurales, fisiológicamente ambos tipos de microalgas, procariontas y

eucariotas, son similares y poseen un metabolismo fotosintético similar al de las plantas superiores. Las microalgas, seres unicelulares o pluricelulares muy variados en tamaño y forma, existen en casi todos los hábitat conocidos. La mayor parte pertenece a hábitats acuáticos, tanto marinos como dulceacuícolas, aunque algunas viven en tierra.

Boyd, (1973) al estudiar el fitoplancton de tres estanques fertilizados con fósforo, tres con nitrógeno y fósforo y tres controles, señaló que las cianofitas no estuvieron en los estanques de control, en este caso las clorofilas y diatomeas fueron los más comunes; en los estanques fertilizados con fósforo no se presentó un predominio constante de las cianofitas, pero sí en los tratados con nitrógeno y fósforo.

Grupos fundamentales de algas:

- Algas verdes: Clorofitas
- Algas amarillo-verdosas: Crisófitas
- Algas azul-verdosas: Cianofitas
- Algas rojas: Rodófitas
- Algas marrones o pardas: Feofitas

La importancia del fitoplancton radica en que algunos de sus géneros son de gran interés en la Piscicultura, por ejemplo las clorofitas o algas verdes pueblan todas las aguas; la abundancia de especies de los grupos Volvocales (**Chlamydomona, Pandorina y Volvox**) y de Euglenales (**Euglena y Phacus**) constituyen un índice de excelentes rendimientos piscícolas.

Sin embargo, las algas pardas, en general son propias de aguas limpias; algunas especies de este grupo como las **Mallomonas y Dinobryon** denotan bajos niveles de nutrientes.

Por su parte, las algas verde-azules o cianofitas desarrollan distintos papeles en la ecología acuática, las especies del género **Microcystis** son muestras de una buena productividad piscícola, siendo consumida grandemente por el zooplancton cuando está en estado de descomposición; pero si ocurre un florecimiento de ellas puede ser tóxico para los peces.

I.1.13.1 Algas verdes

El término de **alga verde** hace referencia por traducción al nombre científico ***Chlorophyta*** —castellanizado como **clorófitas** o **clorófitos**—. Todos estos nombres, salvo aclaración de su circunscripción, son de uso generalmente indistinto en la literatura no especializada. Sin embargo, taxonómicamente el grupo comprende tanto a *Chlorophyta* (algas verdes clorófitas) como a *Charophyta* (algas verdes no clorófitas), que es la parte del clado *Streptophyta* que no incluye a *Embryophyta* (plantas terrestres).

Clasificación científica

Reino: Plantae

Divisiones:

- *Chlorophyta*: es un clado que con dependencia de los criterios de clasificación, queda enmarcado o en el reino Protista o en el reino Plantae.
- *Charophyta*: es un grupo parafilético dentro del clado *Streptophyta*.

Existen unas 7.000 especies de algas verdes, de las que sólo unas 800 son marinas; el resto se encuentran en aguas dulces o en ambientes terrestres, viviendo en charcas, lagos, o formando películas en las paredes de edificios y bases de árboles; son capaces de tolerar grandes variaciones de salinidad (eurihalinas), ambientes muy variables en los que pocas especies logran sobrevivir, por lo que la mayor diversidad de algas verdes la vamos a encontrar en estas situaciones, que se pueden dar en las rías, estuarios, zonas altas del intermareal. También existen algas verdes simbiotes que, conviviendo junto hongos, forman los líquenes (Sean B y Kocer, 2005).

La presencia de pigmentos (clorofila) y sustancias de reserva (almidón) como en las plantas terrestres (reino Plantae s.s.), revela su parentesco con ellas. Hoy en día se admite que las plantas terrestres derivan de algas verdes dulceacuícolas de la clase *Charophyceae*.

Jeffrey D *et al*, (2004) plantean que las algas verdes pueden ser unicelulares, frecuentemente flageladas, o pluricelulares con talos que nunca son muy complejos. La mayor parte de las especies son bentónicas (ligadas al fondo) pero las hay planctónicas, que viven en suspensión y son uno de los principales componentes del fitoplancton. Presentan células flageladas (isocontas), fotosintéticas y contienen clorofila a y b; los cloroplastos contienen almidón; y los tilacoides están anastomosados.

Pueden reproducirse asexualmente, mediante esporas móviles, o sexualmente, mediante la fecundación de una oosfera (gameto femenino) por un gameto masculino frecuentemente flagelado (espermatozoide). Tienen estructuras reproductoras simples, los más complejos (*Chara*) presentan los oogonios envueltos. Las esporas y gametos se forman a partir de todo el contenido de una célula madre. Gran diversidad de formas y tamaños. Algunas se parecen a plantas superiores pues tienen órganos semejantes a tallos, hojas y raíces. Algunas viven asociadas con hongos formando líquenes (Zelitch, 1973).

Sipaúba-Tavares y Rocha (2003) plantea que el grupo de algas, correspondiente al **Phylum Chlorophyta**, tiene como principal característica, la presencia de **clorofila a y b** en la misma proporción que las plantas y que son la causa de su color verdoso. A pesar de tener pigmentos como *carotenos* y *xantofilas*, que protegen las células de la insolación, muchas veces pueden adquirir tonos blanquecinos cuando hay bastante sol, especialmente en verano; por ello no es extraño que existan algas verdes terrestres que son capaces de sintetizar tal cantidad de carotenos que adquieren colores rojizos o anaranjados para protegerse de la radiación solar en las horas más calurosas. Como sustancia de reserva tienen *almidón* almacenado dentro de estructuras celulares denominadas *plastos*. Son algas unicelulares, pluricelulares o cenocíticas (una gran célula sin tabiques con uno o varios núcleos)

Se pueden multiplicar vegetativamente por fragmentación, y sexualmente por:

- **Hologamia:** consiste en que el alga entera funciona como gameto, fusionándose con otra semejante. Ocurre en algas verdes unicelulares.

- **Conjugación:** es común en las algas verdes filamentosas (*Spirogyra*), y consiste en que dos filamentos se sitúan paralelos, tomando uno el papel de filamento macho y el otro de hembra. Entre células de ambos se forman tubos de unión por los que pasan del macho a la hembra contenidos celulares, con su núcleo incluido, que luego se fusiona con el de la célula que actúa de hembra, originando una *zigospora*, que puede permanecer latente mucho tiempo antes de originar un nuevo filamento. Puede ser *isógama* o *anisógama* dependiendo si los núcleos son del mismo tamaño o no.
- **Planogamia:** consiste en la reproducción mediante gametos móviles, tanto los masculinos como los femeninos, ya que ambos poseen flagelos que les dan esa movilidad. Al igual que el caso anterior, puede ser *isógama*, cuando los gametos son semejantes, o *anisógama*, si son diferentes.
- **Oogamia:** en este caso el gameto femenino es inmóvil al carecer de flagelo. La fecundación puede ser externa, cuando el gameto femenino es liberado, o interna, si no se libera y permanece dentro de la estructura donde se formó.

Sus ciclos biológicos son sencillos; pueden ser:

Monogénético, ya sea *haplofásico* o *diplofásico* (con una carga de cromosomas o dos): comprende una única generación, con una fase nuclear que bien puede ser haploide o diploide.

Digenético: hay una alternancia de dos generaciones, que pueden ser *isomórficas* o *heteromórficas*, dependiendo de si la morfología de las dos generaciones (esporofitos y gametofitos), es igual o diferente, pudiendo dominar en este último caso una de las dos generaciones sobre la otra. Son *haplodiplofásicos*, es decir, va alternando una generación haploide con otra diploide. Ciclo isomórfico lo tienen *Ulva lactuca*, *Ulva intestinalis* o *Cladophora rupestris*.

Se dividen en tres clases:

Clase Chlorophyceae

Son las clorofíceas. Se clasifican desde las estructuras más complejas hasta las más simples. A partir de las morfologías más sencillas se establecen unas líneas más complejas. De un ser unicelular se puede obtener la línea sifonada. Otra es la línea colonial (volvocina) que da estructuras esféricas formadas por miles de individuos. La línea uninucleada es la que da lugar a las plantas superiores. Aquí están las series filiformes, ramificadas y parenquimáticas. De la serie filiforme se pasa a la ramificada y de esta a una diversamente ramificada y de ahí a las plantas superiores.

Clase Prasinophyceae

Son las prasinofíceas. Es un grupo relativamente pequeño, con morfologías sencillas, dominan las unicelulares aisladas, pero también hay representantes coloniales. Tienen un pequeño cráter flagelar, es una pequeña invaginación de la que salen los flagelos y se sitúa en un lado celular. Lo normal es que sean flagelados, con un número variado de flagelos que puede llegar a ser de 16. Muchas células están aplastadas lateral y superficialmente y pueden presentar pequeñas escamas de naturaleza orgánica, éstas en algún caso pueden presentarse también en los flagelos.

Los flagelos suelen ser lisos y propulsores. Algunos pueden presentar unos pequeños orgánulos que se denominan de muchas maneras (cuerpos mucíferos, eyectosomas...). Resultan ser unas pequeñas vesículas conectadas con el exterior y que contienen un líquido que pueden proyectar violentamente al exterior. Este líquido en contacto con el agua gelatiniza, pero en el interior celular esta en estado líquido. Son estructuras que aparecen en muchas algas, y se piensa que su papel podría ser defensor. Este grupo de algas se encuentra extendido en ambientes de agua dulce, salobre, pero sobre todo en ambientes marinos presentando una distribución costera u oceánica. Pueden proliferar en grandes cantidades cuando las condiciones son propicias. Como ejemplo tenemos el género *Pyramimona*, el género *Halosphaera* de distribución mundial. Cuando prolifera aparece en tal cantidad que colorea el mar de verde

Clase Zygothryx

Son las zigófitas. También se denominan conjugadas. Es un grupo mediano, más numeroso que las prasinófitas pero más pequeño que las clorófitas. Podemos encontrar estructuras filamentosas o estructuras unicelulares aisladas o coloniales. Una característica importante es que no presentan ninguna estructura flagelada. Son inmóviles, una mayoría son planctónicas. Es importante señalar que únicamente se localiza en agua dulce, todas son verdes ya que la clorofila no está enmascarada (salvo en contadas excepciones). Los filamentos rara vez se ramifican. Estas algas suelen presentarse fijas a un sustrato. Las células se dividen y se produce el consecuente alargamiento, la división de las unicelulares aisladas puede ser de acuerdo a la morfología que presentan, puesto que se dan dos tipos de morfologías generales: una formada por dos mitades, a cada porción se le denomina hemisoma. Otra morfología que carece de hemisoma dividiéndose por dos y ya está. Los hemisomas dividen el contenido, pero cada célula hija hereda un hemisoma. Los dos hemisomas tienen edades distintas, ya que la célula hija elabora el hemisoma que le falta.

I.1.14 *Chlorella*

Konishi *et al*, (1985) plantea que es un género de algas verdes de unicelulares, del filo Chlorophyta. Tiene forma esférica, midiendo de 2 a 10 μm de diámetro, y no posee flagelo. *Chlorella* contiene los pigmentos verdes fotosintetizadores clorofila-a y -b en su cloroplasto. A través de la fotosíntesis se multiplica rápidamente, requiriendo sólo dióxido de carbono, agua, luz solar y pequeñas cantidades de minerales.

El nombre *Chlorella* proviene del griego *chloros*: verde; y del sufijo diminutivo latino *-ella*: "pequeño".

Clasificación científica

Reino: Plantae

División: Chlorophyta

Clase: Chlorophyceae

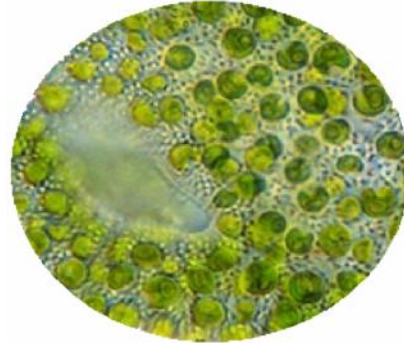
Orden: Chlorococcales

Familia: Oocystaceae

Género: *Chlorella*

Especies

- *Chlorella vulgaris pyrenoidosa*
- *Chlorella pyrenoidosa*



I.1.14.1 Fuente de alimentación

En otras épocas se creía que *Chlorella* podría servir como fuente de alimento y de energía debido a su eficiencia fotosintética, que puede alcanzar teóricamente el 8%, (comparable con otros cultivos altamente eficientes como la caña de azúcar). Como posible fuente alimentaria resulta también (en principio) atractiva por su alta proporción de proteína y otros nutrientes esenciales para el ser humano; en seco contiene cerca de 45% de proteína, 20% grasa, 20% carbohidratos, 5% fibra, 10% minerales y vitaminas. Sin embargo, por ser un alga unicelular, su cosecha en gran escala presenta enormes dificultades. Se están comenzando a usar métodos de producción en masa para su cultivo en grandes depósitos artificiales (Sen y Kocer, 2005).

I.1.14.2 Historia

En un contexto de temor por una posible explosión demográfica, durante fines de la década de 1940 y principios de la siguiente *Chlorella* fue vista como una nueva y promisoría fuente primaria de alimento y como posible solución a la crisis mundial de alimentos. Mucha gente veía el hambre a nivel mundial como un problema creciente y consideró que *Chlorella* podría ser una forma de terminar con la crisis, proveyendo de grandes cantidades de alimento de buena calidad a un costo relativamente bajo.

Muchas instituciones potenciaron sus estudios sobre el alga, incluyendo la Institución Carnegie, la Fundación Rockefeller, el National Institutes of Health, Universidad de California, la Comisión de Energía Atómica de EE.UU., Universidad de Stanford. Luego de la Segunda Guerra Mundial, muchos europeos pasaban hambre, y los partidarios del malthusianismo lo atribuían no sólo a la guerra sino a la incapacidad del planeta de producir suficiente alimento para una población en rápido crecimiento. Según un reporte de la FAO de 1946, el mundo tendría que producir de 25 a 35% más alimento en 1960 que en 1939 para mantener el ritmo del crecimiento demográfico, mientras que la mejora de la salud requeriría un incremento de 90 a 100%. Dado que la carne era costosa en términos de dinero y de energía para producirla, la escasez de proteínas también era un problema. Incrementar el área cultivada no sería suficiente: la USDA calculó que para alimentar a la población de Estados Unidos en 1975 haría falta añadir 200 millones de acres (800.000 km²) de tierra, pero sólo se disponía de 45 millones de acres. La tierra de cultivo ya no podía ser ampliada más. Las únicas esperanzas restantes se depositaban en nuevas técnicas y tecnologías de cultivo.

I.1.14.3 Estudios iniciales sobre *Chlorella*

Para lidiar con el *boom* poblacional de posguerra, los investigadores decidieron buscar recursos inexplorados en el mar. Pruebas iniciales del SRI Internacional del Stanford Research Institute demostraron que *Chlorella* (creciendo en lugares soleados, tibios y poco profundos) podía convertir 20% de energía solar en biomasa que al secarse contenía 50% de proteína. Además, *Chlorella* contenía grasas y vitaminas. Su eficiencia fotosintética permitía más rendimiento proteico por unidad de área que cualquier otra planta; se predijo que 10.000 t de proteína/año podrían producirse con 20 trabajadores en 400 ha (4 km²) de granja de *Chlorella* (Sansawa *et al.*, 2006)

Las investigaciones y producciones piloto desarrolladas en Belasco (1997), tuvieron gran espacio en la prensa, pero no llegaron a producir algas en masa. *Chlorella* era aparentemente una opción viable para la tecnología de la época. Los investigadores del alga incluso esperaban poder adicionar *Chlorella* en forma de polvo a productos alimentarios convencionales, para fortificarlos con vitaminas y minerales.

I.1.14.4 Inviabilidad como fuente masiva de alimentos

Finalmente se demostró que *Chlorella* plantea muchas más dificultades para su producción que lo previamente imaginado. Los estudios experimentales se habían hecho en laboratorio, jamás a campo. La eficiencia fotosintética máxima de *Chlorella* sólo podía lograrse cultivándola en sombra y con iluminación artificial; la luz solar directa disminuye la eficiencia a niveles no muy superiores a los de los cultivos convencionales (aproximadamente un 2,5%)

Además, para que *Chlorella* fuera realmente productiva debería cultivarse en agua carbonatada, lo que agregaría millones al costo de producción. Complejos procesos adicionales se requieren para cosechar la *Chlorella* y para hacerla una fuente viable de alimento; entre otras cosas, sus paredes celulares de celulosa deberían pulverizarse, ya que son indigeribles para el ser humano. La planta podría sólo alcanzar su potencial nutricional en situaciones altamente modificadas artificialmente.

El problema de la necesidad de más alimentos para un mundo hambriento fue resuelto, finalmente, con mejores eficiencias de cultivo y no con un "superalimento" del tipo de *Chlorella*.

I.1.14.5 En la actualidad

Chlorella es comercializada en la actualidad por empresas que promueven sus efectos como "superalimento" o como suplemento dietario, atribuyéndole propiedades para el control del peso, prevención del cáncer o soporte del sistema inmunológico, entre otras.^[3] En 2005 la Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos (FDA) dirigió a Joseph Mercola, un distribuidor líder de "productos naturales de salud", una notificación conminándolo a abstenerse de realizar afirmaciones en su sitio web sobre supuestas propiedades medicinales de *Chlorella* (normalizar el nivel azúcar en sangre y la presión arterial y combatir el cáncer). En la actualidad Mercola y muchos otros vendedores de suplementos dietarios y medicina alternativa comercializan *Chlorella* como agente quelante (destinado a eliminar los metales pesados que se acumulan en el cuerpo). No

existe de momento evidencia científica que avale tales tratamientos (Han Xu *et al.*, 2009)

I.1.14.6 Efectos medicinales

Algunos estudios realizados en ratones demostraron que la administración de *Chlorella* podría tener efectos antitumorales y de control de la hipertensión. Dichos estudios no han sido replicados en seres humanos. Sin embargo, algunas empresas de producción de *Chlorella* avalan aún sus efectos sobre la salud (Miyazawa *et al.*, 1988; Tanaka *et al.*, 1990).

I.1.14.7 Como biocombustible

Según Han Xu *et al.*, (2009) hace referencia a un estudio publicado en 2006, existe potencial para la producción industrial de biocombustible líquido a partir de la especie *Chlorella protothecoides*. Investigadores de la Universidad Tsinghua (Pekín) extrajeron una gran cantidad de aceite de cultivos de *C. protothecoides* en fermentadores, que fue transformado por transesterificación en un biodiésel de alto poder calorífico.

I.1.14.8 Aparición en acuarios

Chlorella crea problemas en los acuarios, haciendo que el agua se vuelva verde y opaca. Puede crecer fácilmente si hay altos niveles de nitratos y fosfatos o si recibe luz solar directa. Disminuir esos contenidos de fosfatos y nitratos, cambiar el agua parcialmente y colocarlo a la sombra puede resolver el problema.

I.1.15 Zooplancton

En contraste, los organismos heterotróficos se nutren de otros organismos o de desechos de los mismos y forman una nueva biomasa microbiana para liberar nutrientes inorgánicos y CO₂. Esta nueva biomasa formada por bacterias sirve como fuente de alimentos para los protozoarios, rotíferos, cladóceros, copépodos, nematodos, anélidos y otros organismos.

Existen tres grandes grupos del zooplancton:

- **Rotatoria**
- **Copépodo**
- **Cladóceros**

De acuerdo a sus dimensiones se dividen en:

Microplancton -----60 micrones a 0,5 mm Ej. Rotíferos (Rotatoria)

Mesoplancton -----0,5 mm a 1 mm. Ej. Copépodos y Cladóceros

Macroplancton ----- 1mm a 1 cm. Ej. Larvas de quironómidos, **Gammarus** sp.
Streptocephalus sp.

Los organismos más comunes en los estanques recién iniciados son los rotíferos de los géneros **Brachionus**, **Asplanchna**, **Keratella** y **Filinia**; le siguen las cladóceras **Moina**, **Diaphanosoma**, **Streblocerus** y **Ceriodaphnia**, posteriormente aparecen los nauplios de copépoda, más tarde los copepoditos y adultos de los subórdenes **Cyplopodia** y **Calanoida** y por último las Ostrácodas que son indicadores de la necesidad de fertilización orgánica.

A manera de conclusión, los fertilizantes químicos inciden directamente sobre la cadena de pastoreo, estableciendo una relación de productores, consumidores primarios, consumidores secundarios y carnívoros, y los abonos orgánicos afectan la cadena de detritos con una relación de productores, consumidores o biodegradadores, consumidores secundarios o detritófagos y los carnívoros.

1.1.15.1 Rotíferos

Los **rotíferos** pertenecen al filo de los Nematelmintos (orden Monogonontes); son pseudocelomados y hay más de 1800 especies, que en su mayoría son de agua dulce; también hay algunas especies marinas y otras terrestres que viven sobre musgos húmedos. Son organismos pluricelulares, de pequeño tamaño, visibles a través de microscopio óptico. Tienen un órgano rotatorio, con cilios, que realiza movimientos giratorios creando fuertes corrientes de agua que le sirven para captar su alimento. En general, son formas libres que forman parte del plancton, aunque también hay especies sésiles.

El cuerpo de un **rotífero** generalmente es transparente, a veces coloreado en la región intestinal. Miden entre 100 micras y 3 mm; los machos son más pequeños y menos desarrollados que las hembras, midiendo algunos tan sólo 60 micras.

El cuerpo de todas las especies presenta un número constante de células, que en el caso del género *Brachionus* (la especie *Brachionus plicatilis* es la más importante en acuicultura) es de aproximadamente 1000; esas células no han de considerarse como identidades únicas, sino como un área de plasma; el crecimiento del animal se produce por un aumento de plasma y no por la división de las células.

En el cuerpo de un **rotífero** se diferencian tres partes:

- **cabeza**, que es donde se encuentra el órgano rotatorio o corona rodeando la boca, que es más o menos ventral
- **tronco**, donde está el tracto digestivo
- **pie**, que es una formación anillada retráctil sin segmentación, que termina en uno o cuatro dedos

En su ciclo vital, presentan alternancia en la reproducción (sexual y asexual); hembras partenogénicas originan nuevas hembras partenogénicas, pero cuando las condiciones del medio son desfavorables se origina una generación de hembras y machos que se reproducen sexualmente.

I.1.15.2 Cladóceros

Pulga de agua (*Daphnia* sp)

Dentro de esta clase de organismos existen dos géneros de agua dulce de gran importancia en Acuicultura, que son *Daphnia* y *Moina*, las cuales se localizan en diversos medios. El género *Daphnia* comprende más de 20 especies, el género *Moina* podemos mencionar a las especies: *Moina rectirostris*, *M. macrocopa*, *M. brachiata* y *M. affinis*.

Estos organismos se caracterizan por poseer un cuerpo comprimido lateralmente y ovalado, presentan dimorfismo sexual marcado. Son organismos ampliamente

distribuidos en lagos, reservorios artificiales, charcos temporales y aguas de desecho.

Este organismo acuático se conoce como pulga por los saltos que da dentro del agua, el cual es generado por la acción de las antenas. El tamaño de este crustáceo llega hasta 4 mm. Dos especies son las más comunes, *Daphnia pulex* y *D. magna*. Estos organismos son valiosos en la alimentación para peces de pequeño tamaño de agua dulce y especialmente, en etapas de desarrollo larvario y juvenil; también se utiliza como ingrediente para la formulación de alimentos comerciales.

Otro uso que se le da a este crustáceo es el referente a los bioensayos para el control de la calidad del agua; por ser una especie muy sensible a los metales pesados. *Daphnia* es capaz de detectar la presencia de mercurio en el agua hasta concentraciones de 0.005 mg/l y aun menores cantidades de plaguicidas y residuos industriales (Paggi y De Paggi, 2000).

La pulga de agua es filtradora no selectiva y principalmente se alimentan de algas microscópicas, bacterias, hongos, paramecios y detritus. Además pueden utilizar alimentos secos, siempre y cuando tengan un tamaño de partícula menor a 60 micras (De Paw et al., 1981) Por estas características alimenticias, la calidad nutritiva de *Daphnia* va a depender fuertemente del tipo del alimento que consume, así se observa que pulgas con coloración roja, contienen vitamina A (carotina). Este crustáceo registra un valor de 50% de proteína (peso seco) y de ácidos grasos entre 20-27% para los adultos.

Cuando se suministra pulga a un cultivo, hay que cuidar de no pasar directamente a este crustáceo al agua del cultivo, ya que cambios bruscos de temperatura matan rápidamente la pulga y cuando se agregan en grandes cantidades pueden llegar a contaminar el agua. Las pulgas muertas deben ser extraídas inmediatamente.

1.1.15.3 Copépodos.

Los copépodos son crustáceos de pocos milímetros que son considerados entre las alternativas de alimentación en Acuicultura.

I.1.16 Producción de alimento vivo

Esto es una práctica que se lleva a cabo como una reserva o fuente de alimento segura en caso de que no se logren con las fertilizaciones las densidades adecuadas de alimento natural. Para alcanzar este objetivo se recurre a diferentes métodos y medios de cultivo, los que han sido practicados en casi todas las provincias del país y donde se obtienen elevadas producciones.

Métodos y medios de cultivo

- **Tradicional.** Se desarrollará en estanques pequeños de tierra o cemento con el uso de compuestos orgánicos (excretas) e inorgánicos (nitrogenados y fosfatados) en dosis determinadas, los que aportarán los nutrientes necesarios para el desarrollo del plancton y muy directamente a las poblaciones zooplanctónicas. Se tiene conocimiento de otros medios de cultivo para esta finalidad, los que han sido practicados con buenos resultados (Romero ,2006).
- **Tailandés modificado.** Consiste en la producción intensiva de una especie determinada de alga en estanques de cemento pequeños y un medio de cultivo combinando compuestos orgánicos (miel) y minerales (cal viva, superfosfato y urea), siendo ***Chlorella vulgaris*** la especie escogida por sus características física y química y con la que se ha obtenido muy buenos resultados. Una vez alcanzada las concentraciones algales deseadas se procede a la obtención de elevadas densidades de una especie de microcrustáceo, en este caso las experiencias se tienen con ***Moina macrocopa*** que también presenta buenas cualidades física y bromatológicas, donde se alimentarán directamente con la biomasa algal obtenida. (Rottmann *et al*,2003; Romero ,2006)
- **Cultivador solar.** Existe otro método para lograr altas producciones de algas consistente en el uso de los cultivadores solares, que están integrados por una lámina extensa de mínima altura y por la que a través de fuerza motora se hace recircular el agua que ya ha sido vertida en un tanque con un medio de cultivo preparado con anterioridad e inoculado con

un volumen del alga en cuestión. La incidencia del sol sobre esta superficie y con el movimiento del agua hará que se multipliquen las células algales.

I.1.16.1 Tecnología Tailandesa para la obtención de la *Chlorella vulgaris*. (Piscinas 50 m²)

1. Desinfección de las piscinas.
 - Formol: 1 ml/ 10 L de agua
 - Hipoclorito de sodio: 0.04g L⁻¹.
 - Cal viva: lechada 1 Kg L⁻¹.
 - Enjuague de la piscina con abundante agua.
2. Se coloca 1kg de Urea o 3 kg de Nitrato de Amonio, 1 kg de superfosfato Triple, 1 kg de Cal y se mezcla todo en un cubo para su posterior disolución.
3. Llenado de la piscina de agua hasta 20 cm de altura y se echa de 5-10 L de miel, se recomienda todo el agua (color ámbar – lechoso) 2 – 3 veces al día.
4. Se le inocula ese mismo día 5 cm de Chlorella (conc. de 12-15 millones de cél ml⁻¹).
5. Se espera de 48 - 72 h para alcanzar una concentración de 20 millones ml⁻¹.. Si al tercer día no toma una coloración verde intensa se la aplica 0,15 g de urea L⁻¹..

I.1.17 Preparación de los Estanques

I.1.17 .1 Eliminación de malezas

Las malezas del fondo deben eliminarse mediante corte manual o con la utilización de herbicidas, ya que sirven de refugio a los insectos acuáticos que atacan a las larvas, impiden el movimiento libre de los peces, dificultan la pesca, además de que consumen los nutrientes fundamentales para el fitoplancton utilizándolos en su desarrollo lo que disminuye la productividad de los estanques, (Romero *et al*, 1998; POT 01-03-01, 2008).

I.1.17. 2 Secado del estanque.

El secado al oxígeno atmosférico y al calor del sol mejora la textura del suelo, aumentando la disponibilidad de nutrientes primarios mediante el rompimiento de la capa superficial; a su vez reduce la demanda química de oxígeno una vez que

se llene nuevamente el estanque. Con este proceso el suelo aireado y parcialmente oxidado se hace adecuado para la colonización del bentos, también elimina metabolitos indeseables como el sulfuro de hidrógeno (SH_2) producto de la respiración anaeróbica de bacterias sulfurosas que inhibe el crecimiento del fitoplancton y es tóxico a los peces. El secado del estanque elimina depredadores (parásitos y larvas) y macrófitas indeseables. Tiempo de secado: Entre 5-10 días, depende de la estación del año, de la zona geográfica, etc. No debe sobrepasar los 10 días ni menor de 5 días.

I.1.17.3 Encalado (Cal viva 1T/ha).

Para que un estanque responda a la fertilización es necesario encalar el fondo, pues el pH debe ser neutro para que la alcalinidad y dureza sean mayor que 20 mg/l lo que incrementa la producción de plancton; por esto, antes de encalar debemos determinar el pH del suelo. En los estanques de nueva construcción o donde se desconoce las características de sus aguas, así como aquellos donde no se ha encalado por un período mayor de 2 años, debe determinársele el pH del suelo en el laboratorio. Para esto la muestra debe ser de 1 Kg y debe tamizarse por un paso de malla de 0.85 mm.

I.1.17.4 Rotulación del estanque

Sirve para facilitar la mineralización de la materia orgánica mediante la aireación, lo cual se puede realizar con un rotobator en terreno seco que compacta y profundiza 30 cm; con un tractor acoplado a una grada de 965 Kg que lo hace de 10-30 cm o una fangueadora que trabaja en terreno húmedo y penetra también 30 cm (POT 01-03-02.2008).

I.1.17.5 Introducción de abonos orgánicos

Se emplea de 1 - 4 T ha⁻¹ en estanques de tierra, debe recogerse en 5 puntos diferentes profundizando 10 cm; el peso debe ser en dependencia de excreta utilizada, regándose por toda la superficie del estanque. Puede realizarse junto con el encalado o la remoción (POT 01-03-02,2008).

I.1.17.6 Llenado del estanque

Hasta 30 - 40 cm de altura de agua e introducción de abonos inorgánicos (POT 01-03-04).

I.1.17.7 Llenado total del estanque

Paulatinamente se procede a llenar el estanque hasta su capacidad máxima.

I.1.18 Clasificación Taxonómica de la Carpa plateada o Tenca blanca

Phylum: Vertebrata
Subphylum: Gnathostomata
Clase: Pices
Subclase: Teleostomi
Orden: Cyprinoidea
Familia: Cyprinidae
Subfamilia: Hypophthalmichthyinae
Especie: Hypophthalmichthys molitrix.



I.1.18.1 Descripción

La cabeza de esta especie es de tamaño moderado, con la boca en una posición subinferior siendo la mandíbula inferior más grande que la superior elevada hacia arriba, los ojos son bastante pequeños y se sitúan por debajo del eje del cuerpo. El cuerpo es fusiforme lateralmente comprimida y en la parte ventral se forma una quilla aguda que va desde el pecho al vientre y permite diferenciar a esta especie de la carpa cabezona (Arredondo y Juanes, 1986).

Tiene branquiespinas muy desarrolladas y a menudo mucha más larga que los filamentos branquiales. Delgados puentes óseos conectan las branquiespinas vecinas, que están cubiertas por una membrana esponjosa, que forman un denso cedazo que permite retener a los organismos del microplacton y que forma parte de su alimentación (Dah-Shu, 1980).

I.1.18.2 Color

El color en la parte dorsal y ambos lados del cuerpo, es gris – verdoso y en el vientre es blanco brillante.

I.1.18.3 Biología

La Carpa plateada es muy vivaz y es un excelente saltador, su alimento principalmente está compuesto de organismo del fitoplancton y alcanza un rápido crecimiento en condiciones de cultivo.

En estado adulto se alimenta de fitoplancton y de plantas en estado de descomposición (detritus orgánico), además, según (Spaturu, 1977 y Cremer and Smitherman, 1980) encontraron en los contenidos intestinales de la Carpa Plateada una abundante cantidad de fitoplancton y raramente zooplancton; lo que permite clasificar a esta especie como fito y microzooplanctófaga con menos de 7% de zooplancton ingerido. Existe una selectividad específica en relación a los diferentes grupos de algas y prefiere diatomeas y clorofitas, consume menos cianofitas y las evita preferiblemente aunque se ha visto que algunas formas de cianofitas como *Anabaena* y *Microcystis*, promueven el crecimiento de esta especie (Anónimo, 1970).

Cuando nacen los alevines (7 a 9 mm) empiezan a consumir zooplancton, como rotíferos y nauplios de copépodos. Conforme van creciendo continúan con dieta de copépodos y pequeñas larvas de insectos. De los 18 –33 mm ya presentan su órgano superbranquial perfectamente desarrollado y una apariencia externa y la estructura de las branquiespinas es idénticas a de los adultos, por lo que en esta etapa ya se alimenta principalmente de fitoplancton (Anónimo, 1970 y Mezentseva *et al.*, 1987).

MATERIALES y METODOS.

El presente trabajo se realizó en la U.E.B Algar que pertenece a la Empresa Pesquera Industrial de Cienfuegos (**EPICIEN**), ubicada en la localidad de Arriete en el municipio Palmira, de la provincia de Cienfuegos.

En un diseño completamente aleatorizado se realizaron tres ciclos productivos (1 de abril a 16 de mayo; 27 de mayo a 10 de julio; 28 de julio a 11 septiembre) en dos estanques de tierra (E 9 y E 10) de 1.0 ha cada uno, un análisis comparativo del desarrollo de alevines de ciprínidos.

La preparación inicial se efectuó como lo indican los Procedimientos Operacionales de Trabajo (POT 01-03-01 (2008), POT 01-03-02 (2008), POT 01-03-03 (2008), POT 01-03-04 (2008) para el cultivo de alevines de ciprínidos que indican; preparación de estanques, roturación del estanque e introducción de los abonos orgánicos, montaje de esclusa, llenado del estanque e introducción de los abonos inorgánicos, respectivamente. Para la fertilización se empleó la excreta de gallina a razón de 2 t ha⁻¹ (gallinaza) y como fertilizantes inorgánicos el Nitrato de Amonio a razón de 120 Kg ha⁻¹ (Pureza 99 %, Humedad 1.0 %, Peso neto 50 Kg, sin recubrimiento ni aditivo) y el Superfosfato Triple a razón de 22 Kg ha⁻¹ (Pureza 45 %, P-250, Peso neto 50 Kg), para ambos tratamientos en la fase inicial.

Para el denominado Tratamiento I solo se aplicó *Chlorella vulgaris* en el primer ciclo a razón de 84 m³, en el II Ciclo de 90 m³ y en el III Ciclo de 86 m³. Para el II Tratamiento solo se aplicó los fertilizantes descritos anteriormente.

El cultivo de la *Chlorella vulgaris* se obtuvo en piscinas de hormigón de 50 m², se realizó según el método descrito en la revisión bibliográfica con el empleo de cubos, Nitrato de Amonio, Superfosfato Triple, Cal, Miel y jamos con malla de plancton para filtrar el agua proveniente del canal de abasto, evitando así una contaminación de las piscinas con otros organismos. El traslado de la misma se realizó con un tractor MTZ-80 con dos cajas transportadoras de peces con una capacidad de 2 m³/caja.

Ambos estanques se sembraron con *Hypophthalmichthys molitrix* (Carpa plateada) a una densidad de 210 000 larvas ha⁻¹ (POT 01-05-02, 2008) que indica el crecimiento directo, en horas tempranas del día con la consiguiente

aclimatización del agua. Las larvas fueron trasladadas en bolsas de nylon 61/90 a 50 000 larvas/bolsa.

Las mediciones efectuadas cada 7 días fueron las siguientes:

- Análisis hidrobiológicos:
 - a. Transparencia, se utilizó el disco Secchi según POT 01-09-04 (2008).
Monitoreo de la transparencia
 - b. Color, se utilizó el disco Secchi clasificado como: 1- Amarillo, 2- Amarillo-verdoso, 3- Verde amarillo, 4- Verde claro, 5- Verde, según POT 01-09-05 (2008). Monitoreo de la Colaboración de agua
 - c. Zooplancton: un cubo con soga, colector con malla de plancton de 92 μ m, pomos de 250 ml de capacidad, formol al 4% para la conservación de las muestras, pipetas graduadas, cámara de Bogorov y un microscopio biológico para el conteo de los organismos, según el POT 01-03-05 (2008). Control de la Base alimentaria natural de los estanques y el Manual de Técnicas Hidrobiológicas para el cultivo de peces.
 - d. Fitoplancton: batómetro con una botella de 330 ml de capacidad, lugol como conservante de las muestras, pipetas graduadas, centrífuga, cámara de Neubauer para el conteo de las algas y un microscopio estereoscópico, según el POT 01-03-05 (2008). Control de la Base alimentaria natural de los estanques y el Manual de Técnicas Hidrobiológicas para el cultivo de peces.
- Análisis hidroquímicos:
 - a. Temperatura, con un termómetro de rango de 0-50°C. POT 01-09-01, (2008). Monitoreo de temperatura.
 - b. Oxígeno (O_2), se utilizó un oxímetro portátil TECPEL DO-1610. POT 01-09-02(2008). Monitoreo de oxígeno.
 - c. pH, se empleó el Phmetro WTW 330i/set. POT 01-07-03, (2008). Monitoreo del pH.

El conteo y muestreos de los peces se realizaron cada 15 días mediante el método gravimétrico según POT 01-07-01 (2008), con chinchorro de malla

sombreadora, los cubos, balanza de gancho y una regla graduada para la medición de los peces. Se midió:

- Talla, cm (100 peces por pesada)
- Peso, g (2-5% del total de peces sembrados)

El porcentaje de supervivencia se determinó en la pesca final de cada estanque, el muestreo se tomo al inicio, a la mitad y final de la operación pesquera para evitar sesgos, efectuándose de la misma manera descrita anteriormente.

Los análisis estadísticos efectuados para las variables: peso, talla, temperatura, pH, oxígeno, zooplancton, se efectuaron a través de la hipótesis para dos medias para una confiabilidad de $P < 0.05$, $P < 0.01$ y $P < 0.001$ según T de Student. Se comprobó previamente la normalidad de los datos.

Para la variable transparencia se utilizó la transformación de raíz cuadrada de arcoseno de X. Para la variable color se utilizó la prueba de Mann Whitney, debido a la naturaleza ordinal de las mismas.

Todos los análisis se realizaron en el paquete estadístico SPSS v15.0. (SPSS, 2006)

Para la valoración económica se tuvo en cuenta el listado de precios de cada producto y los gastos de cada estanque.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Boyd, (1979) plantea que el fondo de los estanques actúa como un almacén de nutrientes, que es una mezcla de detritus procedente de la erosión o de plantas muertas y materia fecal donde se desarrollan bacterias y hongos que descomponen la materia orgánica en minerales (cationes) como fosfatos, nitratos, nitritos, etc que pasan a los ciclos del fósforo y el nitrógeno de las aguas; existen además partículas coloidales de humus, arena y organismos bénticos, por lo que el suelo juega un papel fundamental en el metabolismo de un estanque.

La preparación inicial de los dos estanques se realizó según los Procedimientos Operacionales de Trabajo, (POT 01-03-01 (2008), POT 01-03-02 (2008), POT 01-03-03 (2008), POT 01-03-04 (2008), con la excepción del estanque (E9) (tratamiento I) que no se le aplicó fertilizantes inorgánicos en todo el cultivo; inoculándole 10 m³ de *C. vulgaris* al inicio y durante los restantes días de cultivo se le aplicaba según la coloración del estanque.

La toma de muestras para los análisis hidrobiológicos e hidroquímicos se efectuaron una semana antes de la siembra de las larvas, teniendo en cuenta lo establecido en el POT 01-03-05 (2008); posteriormente se continuaron las mediciones y conteo de las muestras una vez por semana, donde se hizo un mayor énfasis en los organismos zooplanctónicos, ya que son de vital importancia en la alimentación de las larvas en los primeros días de vida, debido a que son ricos en proteínas, carbohidratos y lípidos, satisfaciéndoles sus requerimientos nutricionales en esa etapa de vida coincidiendo con lo afirmado por Romero *et al*, (1998) y Mezentseva *et al*, (1987), que refieren que cuando nacen los alevines (7 a 9 mm) empiezan a consumir zooplancton, como rotíferos y nauplios de copépodos.

En la **Figura 3.1**, se observa el comportamiento del zooplancton, encontrándose las concentraciones dentro de las ideales para una siembra de larvas (óptima 500-1000 org L⁻¹), ya que estos organismos son los encargados de alimentar las larvas aproximadamente los primeros 7 días de vida, el cual no tubo diferencias significativas entre un tratamiento y otro en cada ciclo, pero si se observa una ligera disminución en las concentraciones del ciclo II con respecto al ciclo I y en el ciclo III respecto al ciclo II y I, esto se debe al aumento de las temperaturas siendo

estas directamente proporcional con el metabolismo de los animales y a su vez con el consumo de alimento.

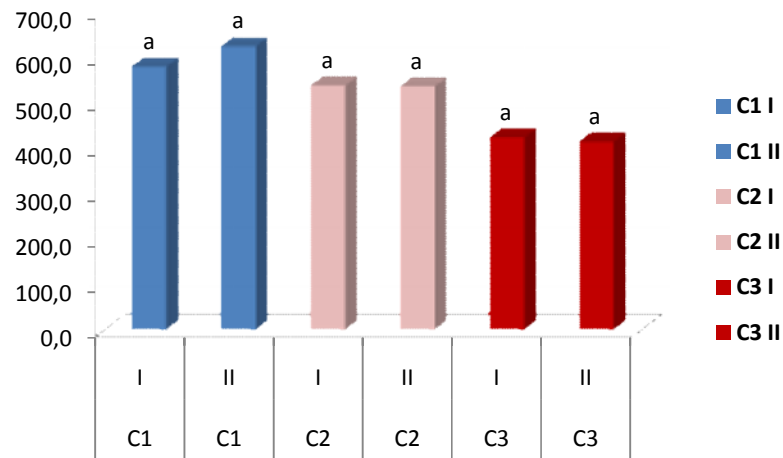


Figura 3.1 Comparación del Zooplancton de los tratamientos por ciclos
Columnas con superíndices iguales no difieren para $P < 0.05$ (prueba T)

Mezentseva *et al.*, (1987) en sus estudios hace referencia a que los alevines de carpa plateada cuando alcanzan los 18 –33 mm ya presentan su órgano superbranquial perfectamente desarrollado y una apariencia externa y la estructura de las branquiespinas es idénticas a de los adultos, por lo que en esta etapa ya se alimenta principalmente de fitoplancton. Según los análisis de laboratorio realizados para el fitoplancton, en esta etapa predominaron en el estanque (10), varias especies de algas verdes con concentraciones ideales (10-20 mill cél L^{-1}) para su crecimiento, coincidiendo con lo planteado por Romero *et al*, 1998, las siguientes son:

- Pedriastrum sp,
- Scenedesmus,
- Cianofitas
- Diatomeas sp

En el caso del cultivo de la *C. Vulgaris* se muestrearon las piscinas cada tercer día para comprobar la concentración del alga (15 mill cél L^{-1}) y así determinar la salida de las misma para ser vertida en el estanque (9), donde los peces solo dependían de la alimentación a partir de esta.

Transparencia

La transparencia nos indica la intensidad del desarrollo del fitoplancton observándose en la **Figura 3.2** que no existió diferencias significativas entre los tratamientos de cada ciclo.

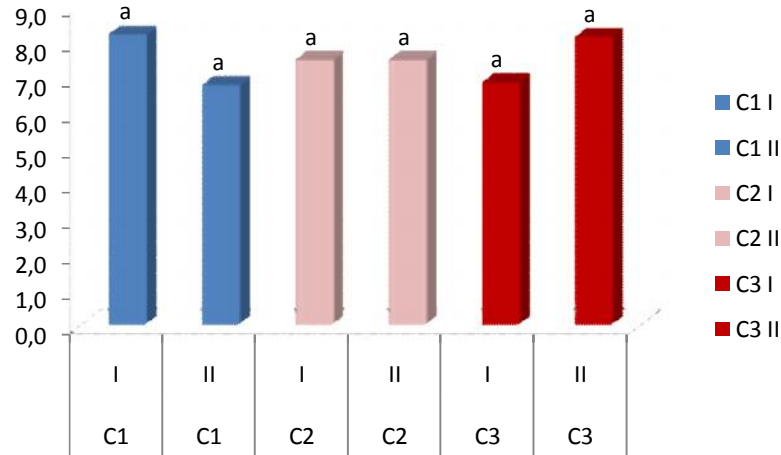


Figura 3.2 Comparación de la Transparencia de los tratamientos por ciclos
Columnas con superíndices iguales no difieren para $P < 0.05$ (Prueba de Mann Whitney)

Color

El color indica el estado fisiológico del fitoplancton, en la **Figura 3.3** se demuestra que no hubo diferencias entre un tratamiento y otro, así como entre un ciclo y otro.

Predomina

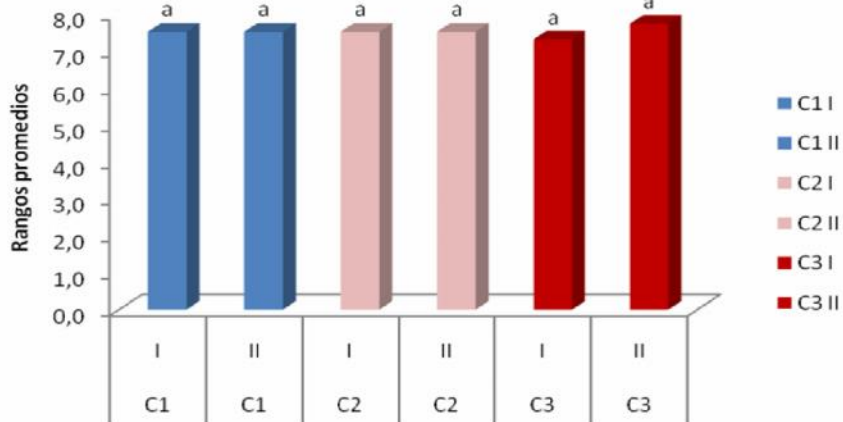


Figura 3.3 Comparación del **Color** de los tratamientos por ciclos.
Columnas con superíndices iguales no difieren para $P < 0.05$ (Prueba de Mann Whitney)

Temperatura

La temperatura del agua se mantuvo entre 25.0 y 28.0 °C (**Figura 3.4**), donde no se observan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$); pero si entre un ciclo y otro, dado esto por la época del año en que se desarrollo cada ciclo, coincidiendo con lo planteado por Romero *et al.*, (2010) donde refiere que la carpa es resistente a variaciones de temperatura, aunque según POT 01-09-01(2008), la óptima se encuentra entre 24 y 31 °C.

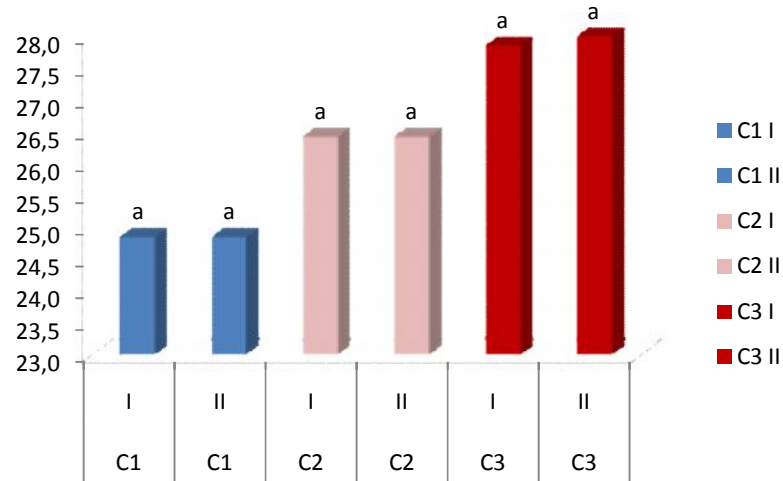


Figura 3.4 Comparación de la temperatura de los tratamientos por ciclos
Columnas con superíndices iguales no difieren para $P < 0.05$ (prueba T)

Según reportes de Romero, (2006), la temperatura influye sobre muchos procesos en el desarrollo de los peces encontrándose dentro de ellos el crecimiento larval y el metabolismo de los individuos, siendo este último directamente proporcional con la misma, aspecto de notable repercusión para los fines de cultivo.

Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto, se mantuvo entre 4.8 y 6.8 mg L⁻¹ (**Figura 3.5**) donde no se observan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$). Como se aprecia los valores son superiores a 4.0 mg L⁻¹, lo que establece POT 01-09-02(2008). No obstante, se comenta que es aconsejable mantener los cultivos con concentraciones de oxígeno disuelto por encima de 3,5 mg L⁻¹. (Rottmann *et al.*, 2003).

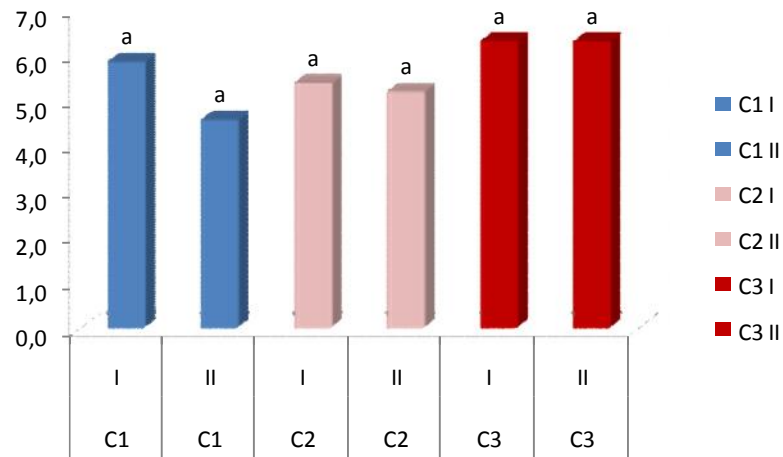


Figura 3.5 Comparación del Oxígeno de los tratamientos por ciclos
Columnas con superíndices iguales no difieren para $P < 0.05$ (prueba T)

pH

El valor de pH está representado por la concentración de iones hidrógeno y nos dice si el agua es ácida o alcalina según la escala de 0-14, siendo el valor 7 el neutro. En la **Figura 3.6** no se observan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$). Manteniéndose los valores entre 6.8 y 7.9. En nuestro país regularmente en condiciones normales las aguas presentan valores de pH alrededor del neutro (Romero, 2006 y POT 01-09-03, 2008) establece de 6.5 - 8.5.

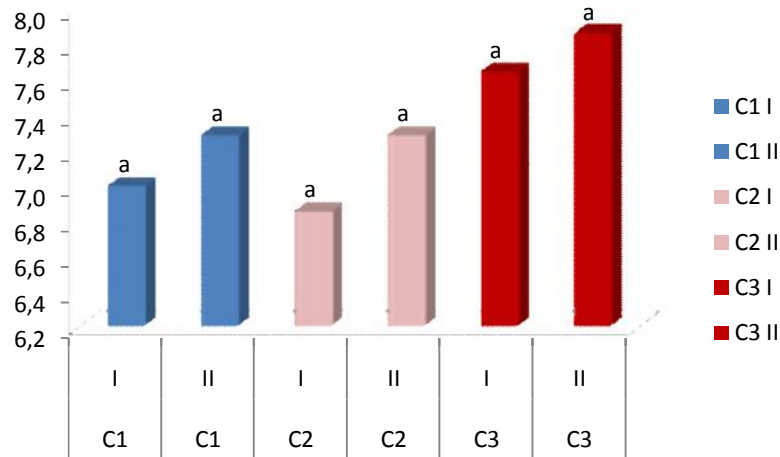


Figura 3.6 Comparación del pH de los tratamientos por ciclos
Columnas con superíndices iguales no difieren para $P < 0.05$ (prueba T)

Muestreos de Peso y Talla

Los datos de la **Tabla 3.1**, muestran los resultados obtenidos en la pesca final a los 45 días de cada ciclo, donde existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$), encontrándose alrededor de 1.0 g aproximadamente, y durante los muestreos realizados cada 15 días (POT 01-07-01, 2008) se aprecia un incremento de peso paulatinamente; en el estanque E (9) fue entre 2.0-2.4 g y en el estanque E (10) oscila entre 1.7-1.9 g (Ver **ANEXO A, B, C**).

Es válido destacar que el **tratamiento I** y en especial el **ciclo II** arrojan los mejores resultados productivos, superando incluso los establecidos en los POT; estos hacen posible obtener alevines más fuertes y resistentes a los cambios que enfrentarían en la próxima fase de cultivo. También existe una correlación positiva entre el peso y el largo medio.

TABLA 3.1 Parámetros comerciales de los ciprínidos (Peso "g" y Talla "cm") por ciclo a los 45 días.

Parámetros	I	II	ES±
CICLO I			
Peso	5.78	4.90	0.08**
Talla	5.52	4.97	0.07**
CICLO II			
Peso	6.48	5.13	0.15***
Talla	6.53	5.78	0.12***
CICLO III			
Peso	6.00	4.99	0.08***
Talla	5.95	5.15	0.13***

*Medias en filas difieren para * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, NS- no significativo*

La **Tabla 3.5**, muestra los resultados obtenidos de la sobrevivencia en la pesca final de cada ciclo, los análisis estadísticos demuestran que existen diferencias altamente significativas entre un tratamiento y otro, resultado este muy favorable para el cultivo ya que a mayor sobrevivencia, mayor será el número de alevines al final del ciclo.

TABLA 3.5 Porcentaje de Sobrevivencia por ciclos.

Ciclo	C1	C1	C2	C2	C3	C3
Tratamiento	I	II	I	II	I	II
Sobrevivencia (%)	60	52	69	50	65	54
P	0.001		0.001		0.001	

*Valores en cada ciclo difieren para *** $P < 0.001$*

Para la valoración económica se tuvo en cuenta el listado de precios de cada producto y los gastos de cada estanque. La utilidad del estanque (9) con respecto al estanque (10) fue de \$ 1723.43, que si lo aplicamos al total de hectáreas en producción, hay realmente una mayor ganancia.

CONCLUSIONES

- No se encontraron diferencias en los indicadores hidrobiológicos e hidroquímicos en los tres ciclos de uso de la *Chlorella* en estados larvales en estanques.
- Hay un incremento de la temperatura en el agua relacionado con la época.
- Los pesos y tallas al final de cada ciclo fueron mejores en los estanques con el uso de la *Chlorella vulgaris*.
- Los porcentajes de supervivencia fueron superiores en los estanques con el uso de la *Chlorella* con valores entre 60 y 69 %.
- Se obtuvo un beneficio económico de 1 723.43 pesos.

RECOMENDACIONES

- Aplicar los resultados en los estanques de cultivo intensivo de alevines.
- Exponer los resultados en esfera relacionadas con el tema.

BIBLIOGRAFÍA

Acuicultura en Cuba. (2012). Recuperado a partir de

http://www.ecured.cu/index.php/Acuicultura_en_Cuba

Agrawal and S. C. Manisha. (2007). *Growth, survival and reproduction in Chlorella vulgaris and C. variegata with respect to culture age and under different chemical factors*. Folia Microbiol.

Arredondo, F. J. L. (1993). *Fertilización y fertilizantes. Su uso y manejo en la Acuicultura*. (Primera ed.). México.

Arredondo, F. J. L.; Juanes, J. R. (1986). *Manual de Ciprinicultura (Cultivo de Carpas)*.

Boyd, C. E. (1973). *Summer algal communities and primary productivity in fish ponds*. Hydrobiologia.

Camargo J.A. y Alonso A. (s. f.). *Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: Problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático*". Ecosistema. Alicante, España. Recuperado a partir de <http://redalys.uaemex.mx>

Castrejón O. L., D. D. Porras y S. C. Band. (1994). *Cultivo de alimento vivo para la acuicultura*. Instituto Nacional Indigenista,. Universidad del Mar. México.

Castro B. T, A. R. De Lara,, M. G. C., M. J. Castro, y S. A. Malpica. (2003). *Alimento vivo en la Acuicultura*. ContactoS.

Castro M. G, S. A Malpica,, A. R. D. L., M. J. Castro y B. T. Castro. (2001). *Técnicas de cultivo de especies planctónicas e invertebrados útiles para la acuicultura*.

Académicos CBS. Universidad Autónoma Metropolitana.

Conteo y muestreos. (2008). Procedimientos Operacionales de Trabajo. MIP. Dirección de Acuicultura.

- Control de la Base alimentaria natural de los estanques.* (2008). Procedimientos Operacionales de Trabajo. MIP. Dirección de Acuicultura.
- Crecimiento Directo.* (2008). Procedimientos Operacionales de Trabajo. MIP. Dirección de Acuicultura.
- Cremer, M. C., S., R.O. (1980). *Foot habits growth of silver and bighead carp in cages and pons.* Aquaculture.
- De Paw, N, L., P. y Morales, J. (1981). *Mass cultivation of Daphnia magna Strauss on rice bran.* Aquaculture.
- Dha –Shu, L. (1980). *The Method of Cultivation of Grass Carp, Black Carp, Silver Carp and Big- head Carp.* U. S. Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration the Joint Sub – Committee on Aquaculture Translation N° 63.
- Falquet J. (1996). *Spiruline, Aspects nutritionnels.* Antenna Technologie. Genève.
- FAO. (2003). Desarrollo de la Acuicultura 1. Procedimientos idoneos para la fabricación de alimentos para la Acuicultura. Orientaciones tecnicas para la pesca responsable. Roma.
- Flores-Burgos, J, S. S. S. . y N. S. (2003). «*Population growth of zooplankton (Rotifers and Cladocerans) fed Chlorella vulgaris and Scenedesmus acutus in different proportions*». Acta Hydrochim. and Hidrobiol.
- Fulks, W. y Main, K. L. (1991). *Rotifer and Microalgae Culture Systems.* Proceedings of a U.S. – Asia Workshop.
- Fushimi, T. (1983). III-5 ingestion by fish larvae and juveniles. The rotifer, Brachionus plicatillis, Biology and mass culture. *Japan. Soc. Sci. Fish.*
- Guillard R.R.L. (1973). *Handbook of Phycological Methods. Culture Methods and Growth*

Measurements. Cambridge Univ. Press,.

Hendry, C. I., V. S., G., Wille, M. y Sorgeloos, P. Larvi. (2001). 3rd τ sh & shell τ sh larviculture symposium. (p. 663). Presentado en European Aquaculture Society. Special Publication No. 30, Oostend, Bélgica. .

Jeffrey D. Palmer, Douglas E. Soltis and Mark W. Chase (2004). *The plant tree of life: an overview and some points of view*. *American Journal of Botany* 91. Recuperado a partir de <http://www.amjbot.org/cgi/content/full/91/10/1437>.

Jessé G.J, &.Casey. A.A (2008). Study of the chronological dates in world. aquaculture (Water Farming). Recuperado a partir de http://www.thehobb.tv/wow/water_culture_origins.html

Llenado del estanque e introducción de los abonos inorgánicos. (2008).Procedimientos Operacionales de Trabajo. MIP. Dirección de Acuicultura.

Manual on the Biotechnology of the Propagation and Rearing of Phytophagous Fishes. (1971). Rhode Island, U. S.A.: Fisheries Biologist Division of Fishery Research Bureau of Sport Fisheries and Wildlife Narraganset.

Mezentseva, N, F., N.; Krivtsov, V. (1987). *Biotechnología del proceso productivo de las Estaciones de Alevinaje de los Ciprínidos. Manual para el personal técnico – administrativo:*

Monitoreo de la coloración del agua. (2008).Procedimientos Operacionales de Trabajo. MIP. Dirección de Acuicultura.

Monitoreo de la transparencia. (2008).Procedimientos Operacionales de Trabajo. MIP. Dirección de Acuicultura.

Monitoreo de Temperatura. (2008).Procedimientos Operacionales de Trabajo. MIP.

Dirección de Acuicultura.

Monitoreo del Oxígeno. (2008). Procedimientos Operacionales de Trabajo. MIP. Dirección de Acuicultura.

Monitoreo del pH. (2008). Procedimientos Operacionales de Trabajo. MIP. Dirección de Acuicultura.

Montaje de esclusa. (2008). Procedimientos Operacionales de Trabajo. MIP. Dirección de Acuicultura.

Moronta R, R. M., y E. Morales. (2006). Respuesta de la microalga *Chlorella sorokiniana* al ph, salinidad y temperatura en condiciones axénicas y no axénicas. *Rev. Fac. Agron.*, (23).

Morris H., M. Q., A. Almarales y L. Hernández. (1999). Composición bioquímica y evaluación de la calidad proteica de la biomasa autotrófica de *Chlorella vulgaris*. *Rev. Cubana Aliment. Nutr.*, (13).

Nandini S., Hernández V.M., S. S. S. S. (2005). «*Life history characteristics of cladocerans (Cladocera) fed on wastewaters*». *Acta Hydroch. and Hydrob.*

Paggi, J. C., D. P., S. J. (2000). *Daphnia magna*: el canario de las aguas. Recuperado a partir de <http://www.arcride.edu.ar/institut/inali/canario.html>.

Pillay, T. V. R. (1997). *Acuicultura. Principios y prácticas*. Mexico: Ed. Limusa.

Piscicultura en Cuba. (s. f.). Recuperado a partir de http://www.ecured.cu/index.php/Piscicultura_en_Cuba

Pond fish culture in China Pearl River Fisheries Research Institute China National Bureau of Aquatic Products. (1970). Guangzhou, China.

Pontes, M. (2001). *Microalgas utilizadas en Acuicultura*. Recuperado a partir de

<http://www.unap.cl/~cbrieba/micro.Acui.htm>

Preparación de los estanques. (2008). Procedimientos Operacionales de Trabajo. MIP.

Dirección de Acuicultura.

Puello-Cruz, A., González-Rodríguez, B. E. Y.-O. (2004). *Latinoamérica: cultivo de copépodos tropicales como alimento vivo alternativo para larvicultura de especies marinas*. Recuperado a partir de <http://www.panoramaacuicola.com/noticias.html>. consultado 11 junio 2012.

Richmond A. (2002). *Handbook of microalgal Mass Culture*. Boca Ratón, Florida: CRC Press Inc.

Riles organicos pesqueros. (s. f.). Recuperado a partir de

http://revistascientificas.cujae.edu.cu/Revistas/Hidraulica/Vol-XXXIII/1-2012/84-93-Riles_organicos_pesqueros.pdf

Romero L.T, C. F. (2001). Floculación de *Chlorella* sp. Con la utilización de quitosana. *Rev. Invest. Mar.*, (22).

Romero Menéndez, C. (2006). Tecnologías aplicadas para el cultivo de alimento vivo. *Revista AcuaCuba*, Vol.8.

Romero, L. T. (2009). «Desarrollo de *Moina* sp en condiciones de laboratorio alimentada con microalgas cultivadas en residuales pesqueros». *REDVET Rev. Electrón.*, (10). Recuperado a partir de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040409.html>

Romero, M. C, G., R. O.; Calzadilla, R. L. (1998). *Manual de técnicas hidrobiológicas para el cultivo de peces*. CPAM. MIP.

Romero, T. de J., M., B., López, R., Martínez, F., Moreno M. (2010). «Producción de *Moina* sp alimentada con *Chlorella* spp. cultivada con riles orgánicos de la industria

- pesquera cubana». *REDVET Rev. Electrón.*, (11). Recuperado a partir de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121210.html>.
- Rottmann R.W., G. J. S., Watson C., y Yanong R.E. (s. f.). (2003). «*Culture techniques of Moina: the ideal Daphnia for feeding freshwater fish fry*». Department of Fisheries and Aquatic Sciences, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences: University of Florida.
- Rotulación del estanque e introducción de los abonos orgánicos*. (2008). Procedimientos Operacionales de Trabajo. MIP. Dirección de Acuicultura.
- Salazar Ariza, G. (2001). *Fundamentos de Acuicultura Continental. I. Consideraciones generales sobre Acuicultura*. Serie Fundamentos N°1 (Segunda.). República de Colombia.: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura.
- Sen B, M., T. A. and M. A. T. K. (2005). Studies on growth of marine microalgae in batch cultures: I. *Chlorella vulgaris* (Chlorophyta). *Asian Journal of Plant Sciences*, (4).
- Shepherd, J., B., N. (1999). *Piscicultura Intensiva*. España: Acribia, S.A. Zaragoza.
- Sipaúba-Tavares L., R. O. (2003). «*Produção de plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos*». São Carlos: RIMA.
- Snell, T. W., Childress, M. J., B., E. M. (1987). Assessing the status of rotifer mass culture. *J. World Aquaculture. Soc*, (18), 270–277.
- Sorgeloos P, P, L., P. Lé, W. Tackert, y Versichele, D. (1986). Manual para el cultivo y uso de *Artemia* en Acuicultura. Programa Cooperativo Gubernamental. FAO-Italia.
- Spaturu, P. (1977). *Gut contents of silver carp-Hypophthalmichthys molitrix (Val.) and some trophic relations to other fish species in a polycultural system*. *Aquaculture*.
- Torrentera B. L., G. J. A. T. (1989). La producción de alimento vivo y su importancia en

Acuicultura. Programa Cooperativo Gubernamental. FAO-Italia.

Torrentera, B. L., T., A. G. J. (1989). La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura. Documento preparado para el proyecto GCP/RLA/075/ITA apoyo a las actividades regionales de acuicultura para América Latina y el Caribe. Programa Cooperativo Gubernamental FAO. FAO-Italia.

Vázquez Torres, W. (2001). *Fundamentos de Acuicultura Continental. V. Nutrición y Alimentación de Peces*. Fundamentos N°1 (Segunda.). República de Colombia.: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura.

(s. f.-a). Recuperado a partir de

http://books.google.com/cu/books?id=KA0esfAIGEIC&pg=PA64&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false

(s. f.-b). Recuperado a partir de

http://books.google.com/cu/books?id=XCQ7sqzZuncC&pg=PA1&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false

ANEXO A

TABLA 3.2 Parámetros comerciales de los ciprínidos **Ciclo I**

Parámetros	I	II	ES±
Peso 15	1.33	1.14	0,02 **
Peso 30	3.51	2.98	0,03 **
Peso 45	5.78	4.90	0,08 **
Talla 15	3.07	3.05	0,11 NS
Talla 30	4.22	4.00	0,11NS
Talla 45	5.52	4.97	0,07 **

Medias en filas difieren para * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, NS- no significativo

ANEXO B

TABLA 3.3 Parámetros comerciales de los ciprínidos **Ciclo II**

Parámetros	I	II	ES±
Peso 15	1.38	1.21	0,01 ***
Peso 30	4.40	3.62	0,07 ***
Peso 45	6.48	5.13	0,15 ***
Talla 15	3.25	3.00	0,05 ***
Talla 30	4.48	4.13	0,05 ***
Talla 45	6.53	5.78	0,12 ***

Medias en filas difieren para * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, NS- no significativo

ANEXO C

TABLA 3.4 Parámetros comerciales de los ciprínidos **Ciclo III**

Parámetros	I	II	ES±
Peso 15	1.37	1.23	0.05 *
Peso 30	3.57	3.27	0.06 *
Peso 45	6.00	4.99	0.08 ***
Talla 15	3.33	3.13	0.17 NS
Talla 30	4.55	4.13	0.15 *
Talla 45	5.95	5.15	0.13 ***

Medias en filas difieren para * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, NS- no significativo