

# **FLOCS MICROBIANOS EN CULTIVOS INTENSIVOS**

**Sergio Zimmermann  
Akvaforsk Genetics Center (AFGC)  
Universidad Luterana de Brasil (ULBRA)**

**Gustavo Alvis  
Director Nacional Acuicultura  
Solla S.A.**

**Janeth Milena Arango Moreno  
Asistente Tecnico  
Solla S.A.**

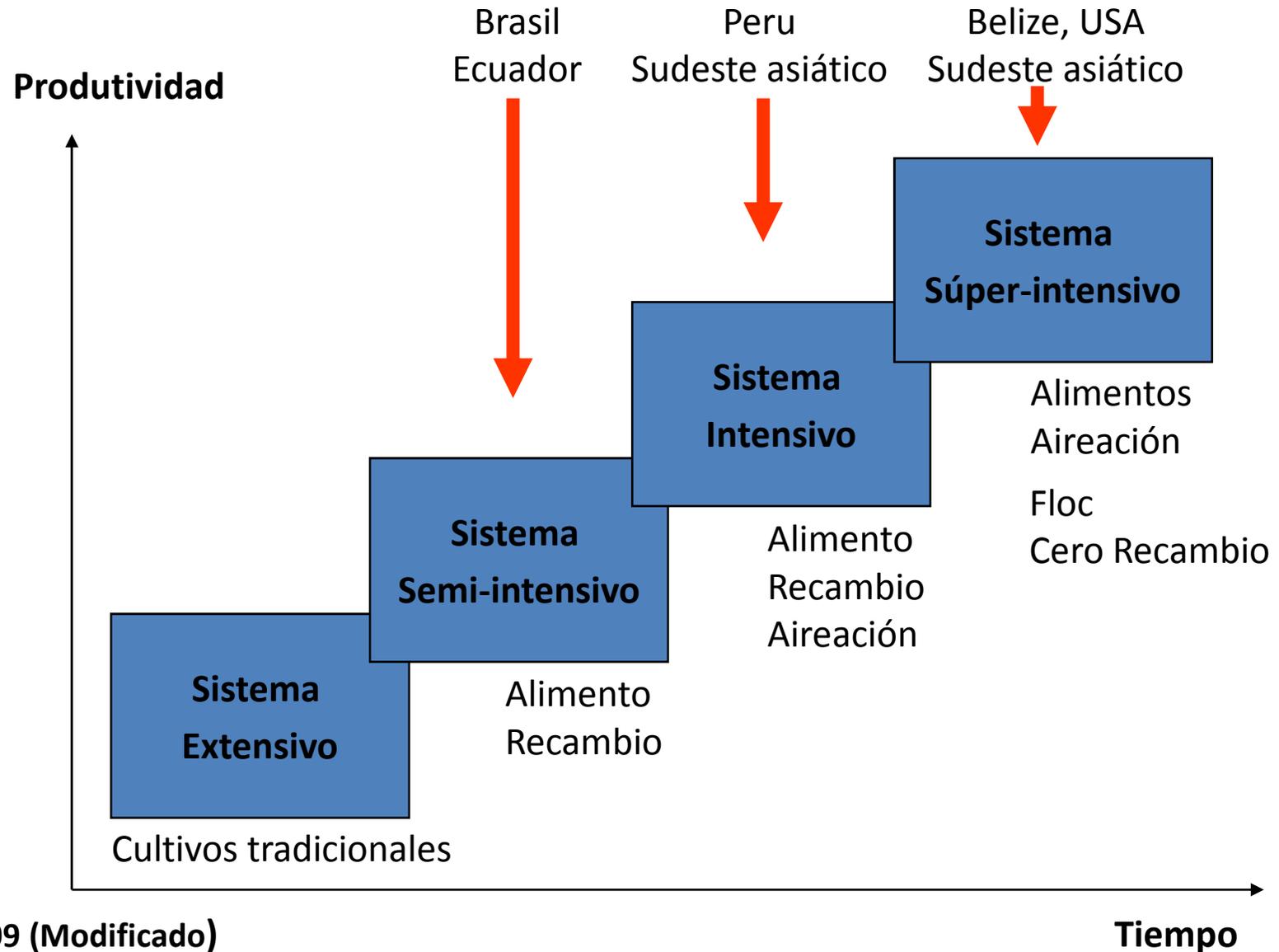


<b>Producto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Agua equivalente en metros cúbicos</b>
<b>Ganado bovino</b>	Cabeza	4.000
<b>Ganado ovino y caprino</b>	Cabeza	500
<b>Carne fresca de bovino</b>	Kilogramo	15
<b>Carne fresca de ovino</b>	Kilogramo	10
<b>Carne fresca de pollo</b>	Kilogramo	6
<b>Cereales</b>	Kilogramo	1,5
<b>Cítricos</b>	Kilogramo	1
<b>Aceite de palma</b>	Kilogramo	2
<b>Legumbres, raíces y tubérculos</b>	Kilogramo	1
<b>Tilapia (2 peces por m<sup>2</sup>)</b>	Kilogramo	2.500

**Vinatea 2009**



# Tendencias mundiales





Extensivos







# Semi intensivos





# Intensivos

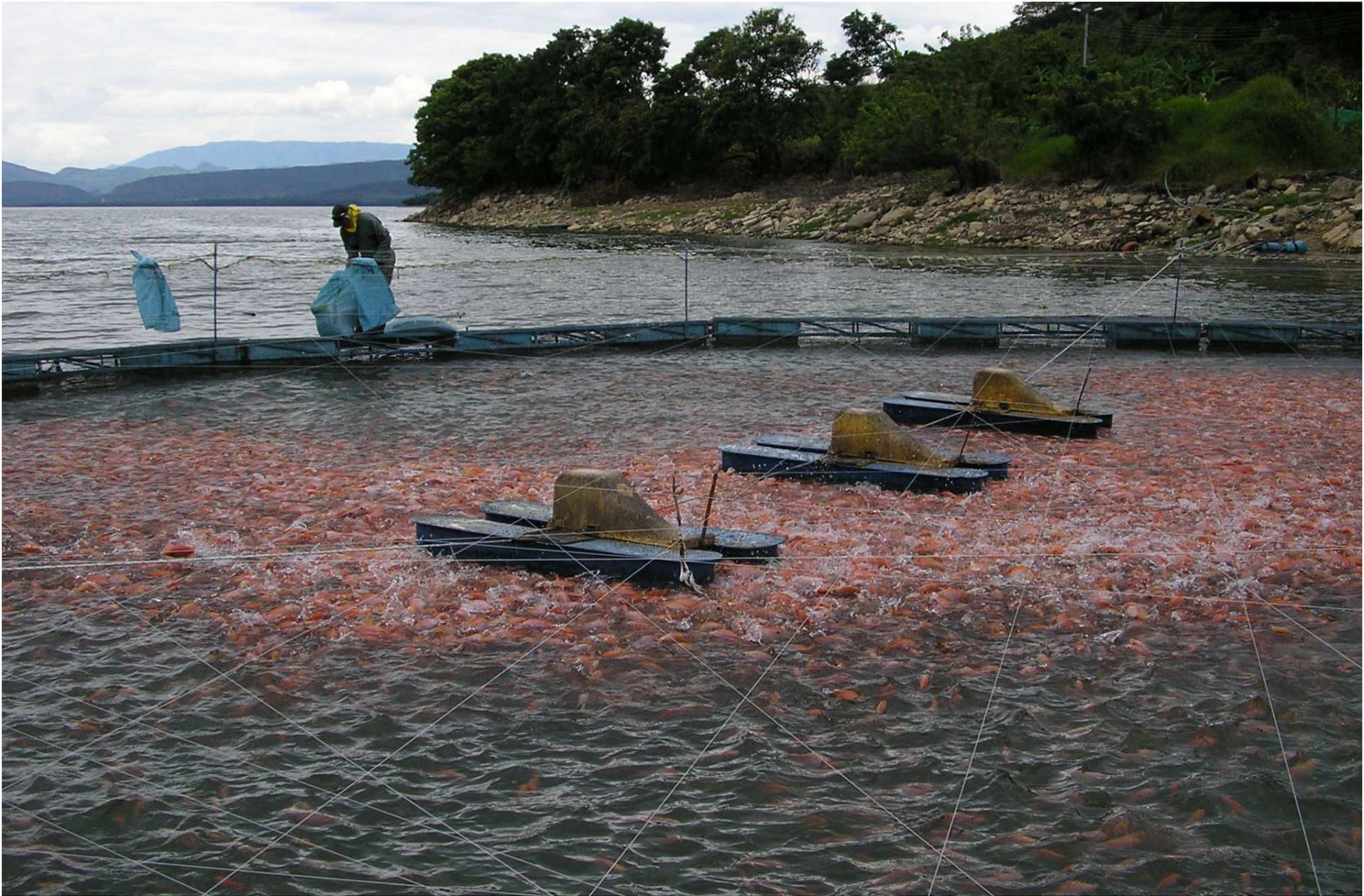






# Super Intensivos







# Cultivos en Flocs

























# Introducción

## La acuicultura es acusada de:

- Ocasionar destrucción de habitat naturales;
- Utilizar extensivas superficies de tierra/reservorios;
- Polución;
- Enfermedades.

## Sistemas de Floc Microbianos:

- Bajan eutrofización, alimentación, sedimentación, recambios, escapes, costos de producción e introducción de patógenos;
- Aumentan la flexibilidad de cultivo, asimilación de nitrógeno, estabilidad de la calidad de agua y factores de crecimiento.

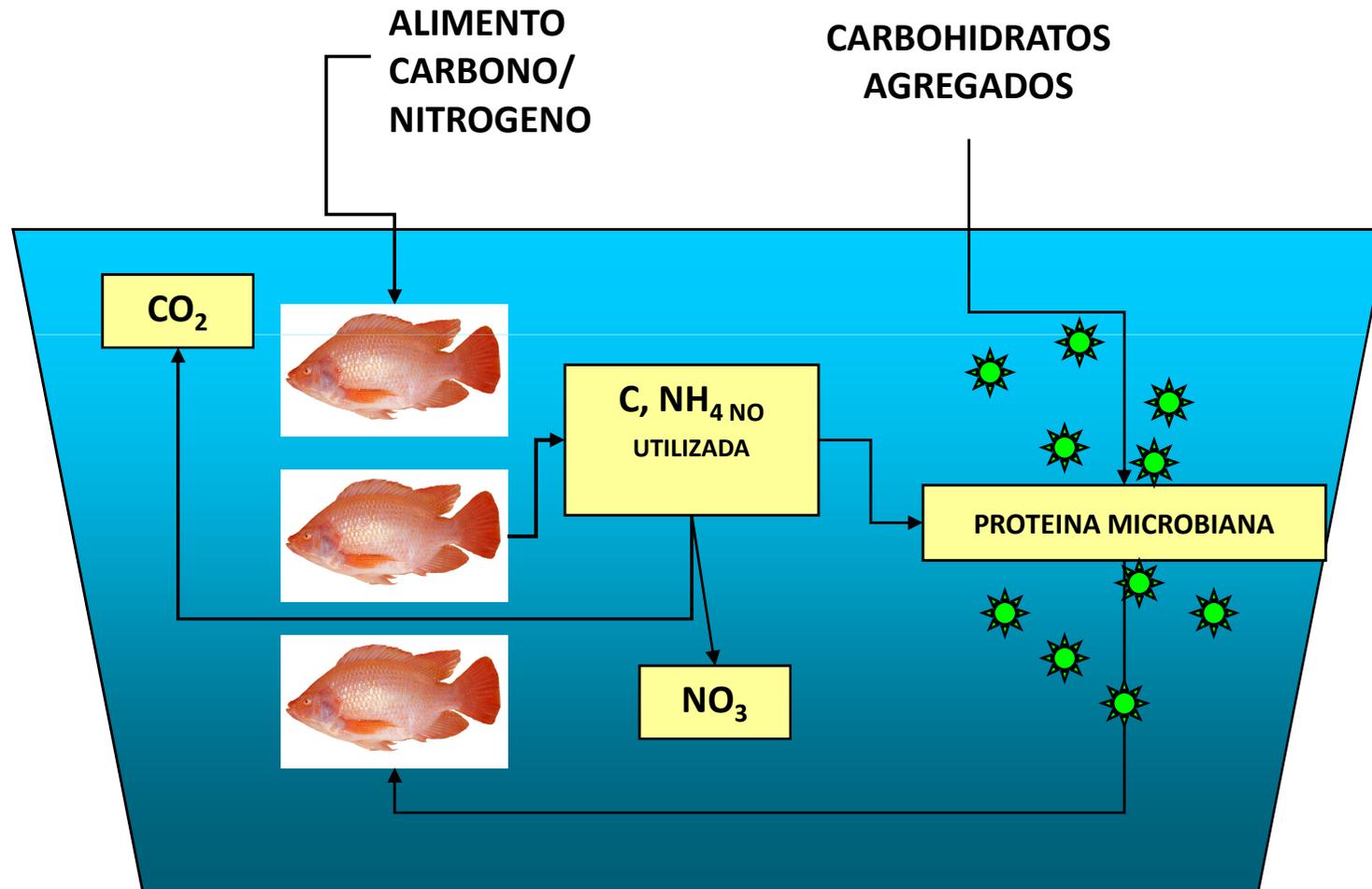


## LO QUE ES COMUN EN TODOS LOS FLOCS MICROBIANOS:

- Recambio de agua cero o limitado;
- Cultivo intensivo (6-10 kg/m<sup>3</sup> para tilápias y cachamas y 1-2 kg/m<sup>3</sup> para vannamei)
- Acúmulo de residuos orgánicos (en el rango de 100 mg C/L)
- Población Microbiana Densa (en el rango de 10<sup>7</sup> – 10<sup>9</sup> CFU/ml)
- Aireación acción de mezcla mejorando las funciones integrales del sistema
- Condiciones óptimas para el desarrollo microbiano



# LO QUE ES COMUN EN TODOS LOS FLOCS MICROBIANOS:





## EVITAR CONDICIONES ANAEROBICAS

- Condiciones anaerobicas o anoxicas del medio el metabolismo lleva a producción de compuestos indeseables como sulfitos o ácidos organicos toxicos a los peces.
- Estos compuestos pueden bloquear la nitrificación, frecuentemente ocasionando el acumulo de nitrito.
- Acumulo de lodo de fondo ocasiona el desarrollo de condiciones anaerobicas en sitios especificos o en todo el estanque.



## EL PROBLEMA DEL NITROGENO

- La tilapia utiliza en cultivos convencionales como jaulas y estanques excavados solamente el 25% del nitrógeno del alimento; **el restante es excretado y no es utilizado!**
- Excreciones y mineralización microbiana generan amonio que puede ser altamente tóxico.
- El Nitrito también es tóxico, especialmente en agua dulce.
- Estanques son enriquecidos con N comparados con C
- Carbono es emitido como CO<sub>2</sub>
- Nitrógeno permanece en el estanque (se puede cambiar esto?)



## COMUNIDAD MICROBIANA

- **Calidad de Agua es incrementada por:**
  - Aireación intensa para reducir los recambios de agua
  - Incremento de reciclaje de microbios del efluente
  - Mejora del control de oxígeno, DBO, amonía, gás sulfídrico
  - Reducción de acumulo de lodos
- **Calidad del Animal (crecimiento & salud) mejora:**
  - Reduce la oportunidad para patógenos virales/bacterianos
  - Promueve productividad natural (alimento fresco), mejora los factores de crecimiento por la calidad de alimento, e induce a una alimentación forzada constante.

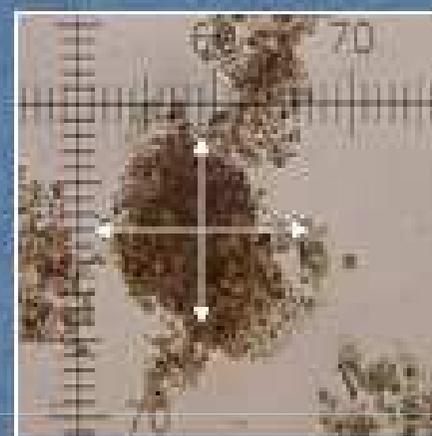
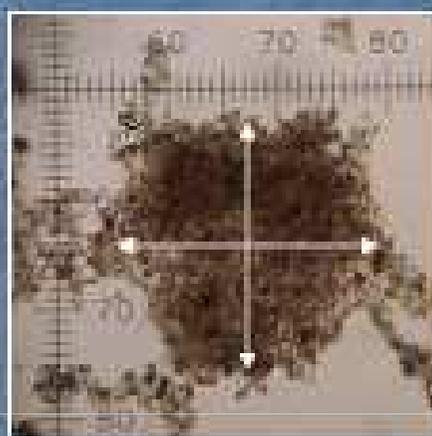


## COMUNIDAD MICROBIANA, EL FLOC:

- **Heterotrofos (Bacterias en general)**
  - Retiro de nitrógeno: bajas salinidades
  - Substratos de floc
  - Degradación de lodos
  - Reducción del acumulo de lodos
- **Quimioautótrofos ("Nitrobacterias")**
  - Ciclo de nitrógeno, nitrificación, desnitrificación
- **Fotoautótrofos (Fitoplancton)**
  - Mejora del crecimiento – fotosíntesis y retirada de nitrógeno
- **Otros (Fungi, Ciliates, Nematodes, Zoo, Detritus)**

# The 'FLOC'

## FLOC COMMUNITIES AND SIZE



Brown

Green

## The 'FLOC'

*Defined as macroaggregates – diatoms, macroalgae, faecal pellets, exoskeleton, remains of dead organisms, bacteria, protist and invertebrates.*

*(Decamp, O., et al 2002)*

As Natural Feed (filter feeders – *L. vannamei* & *Tilapia*) : *It is possible that microbial protein has a higher availability than feed protein (Yoram, 2005)*

# Sampling Method

Measuring procedure

1 liter / 2 places / 15 cm deep / between 10-12 am



Let it settled for  
15-20 minutes



Read density of flocs in  
cone (ml/l)



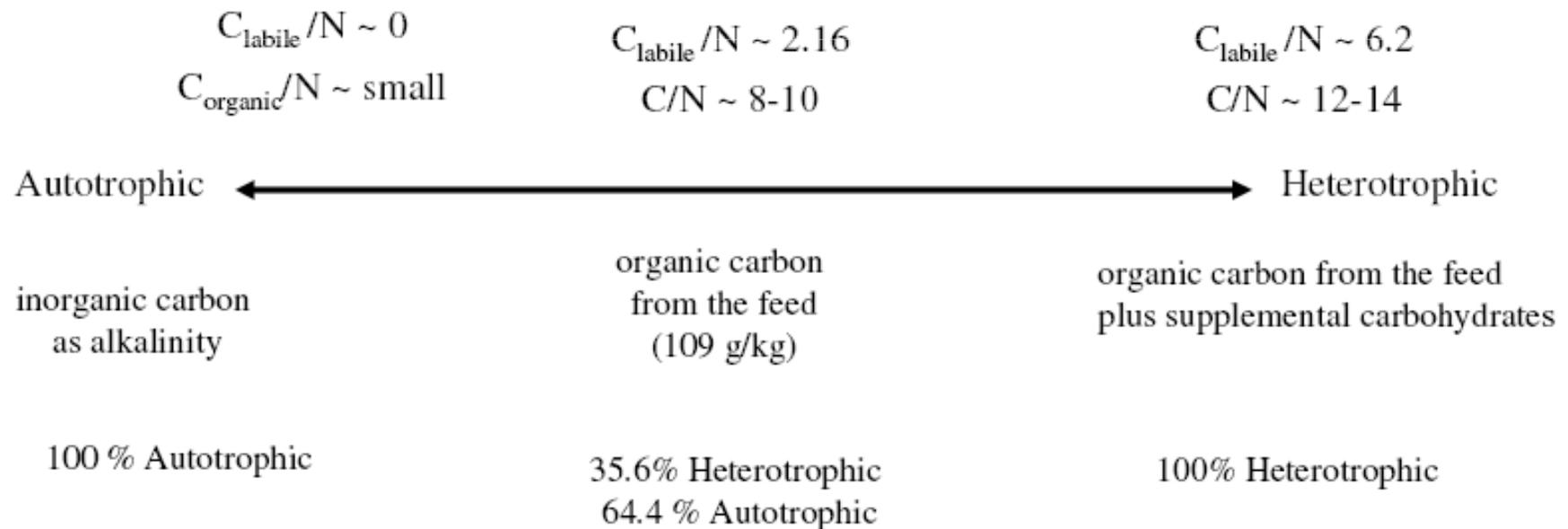


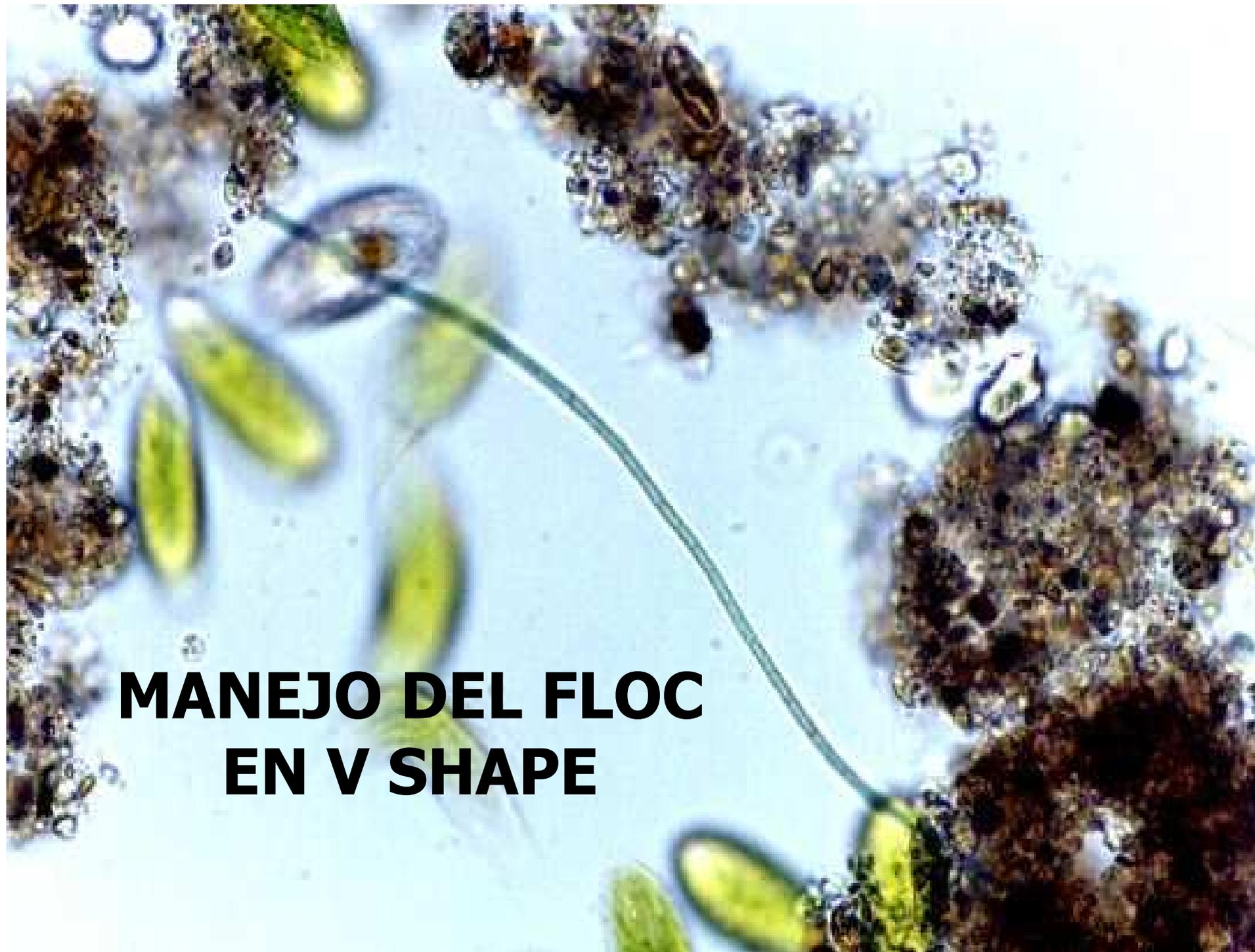
## COMPOSICIÓN DEL FLOC

- Proteína Bruta, 35 - 50%;
- Perfil de Aminoácidos muy semejante a una harina de pescado mediana.
- Lípidos, de 0,6 – 12%;
- Materia Mineral, de 21 – 32%;
- Fibra Bruta, de 3 – 12%;
- Carbohidratos, de 4 – 15%;

# Impact of C/N Ratio

↓ C/N Ratio ↑





**MANEJO DEL FLOC  
EN V SHAPE**



## Flocs en “v-shape”

**El concepto de estanque “v-shape” combina los avances de un sistema de producción extensivo de bajo costo con un sistema intensivo de alta producción de tilapia.**





## Flocs en “v-shape”

Es de muy facil construccion en cualquier tipo topografia, inclusive en areas con un 18% de inclinación, donde los estanques y otras estructuras para acuacultura no seria posible implementar.





## Flocs en “v-shape”

El fondo del estanque puede ser construido con materiales duros, PVC o liners de polipropileno, concreto o piedra, pero este debe ser duro para evitar la suspension de material organico en la columna de agua.





**El sistema es particularmente ventajoso en zonas subtropicales o areas frías, y la suspensión bacteriana conserva los niveles de oxígeno iguales inclusive cuando este apagado el aireador.**





## Flocs en “v-shape”

El sistema es todo el tiempo aireado y biomanipulado (control de macro y microminerales presentes en el agua) conservando el bloom de algas/bacterias y el floc suspendido, creando un enorme biofiltro que conserva limpia el agua y alimenta al pez. Este es el sistema “cero recambio”, perfecto para la producción de tilapia a bajo costo.





## Flocs en “v-shape”

**Se estimula el crecimiento de algas verdes en el sistema, haciendo que ellas funcionen como un filtro de limpieza.**





Zimmermann (2005)





## Flocs en “v-shape”

**El flock microbiano en suspensión es estimulado (observese el flock en el fondo de la botella) con la adición de probióticos en el medio, y este es usado como alimento para los peces, y además limpia los desechos metabólicos del sistema.**





P05D\_125.JPG



## Flocs en “v-shape”

**Antes de cosechar, el agua puede ser removida muy rapido, haciendo que la cosecha sea muy facil.**





## Flocs en “v-shape”

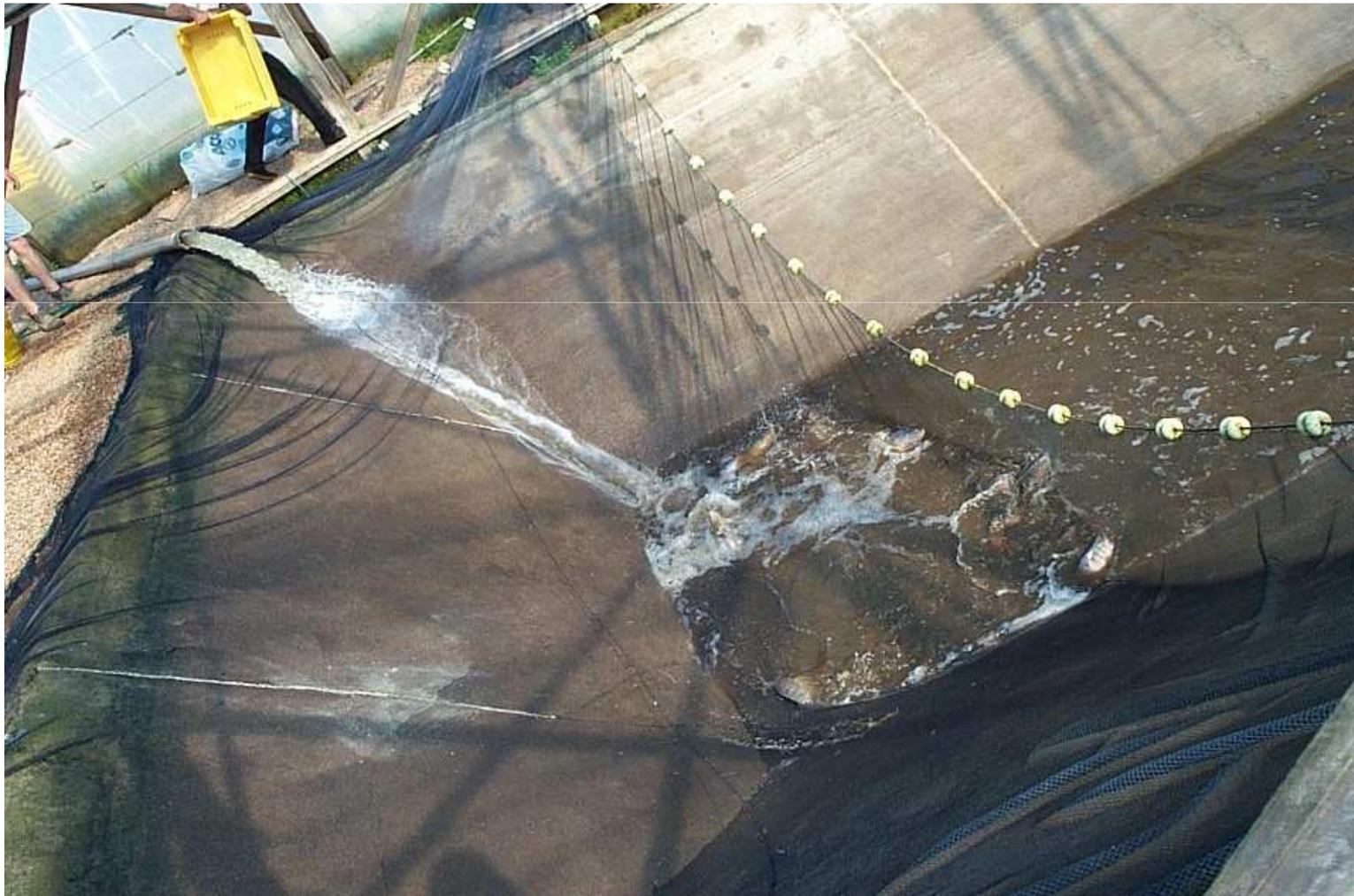
Es muy facil drenar el estanque; en par de horas 1000 m<sup>3</sup> de estanque es vaciado y 12,000 kg son cosechados o colectados (monicultivo) y todos son colectados con redes o en la caja de pesca cuando es policultivo con camaron.





## Flocs en “v-shape”

La cosecha, es muy simple y rapida





**Selección típica del cultivo,  
Cuando los animales más grandes  
son removidos del estanque a  
través de una malla  
seleccionadora hecha de tubos.**



**(FCR de 0.6-0.7 para talla de 1 kg)**



Zimmermann (2005)



## Flocs en “v-shape”

**Purga y limpieza de los peces a través de un tanque diseñado con alto recambio de donde posteriormente son llevados a la planta de proceso. Las bacterias patogenicas no se presentan en el barro por el efecto “probiotico” en el cultivo.**



# PARAMETROS A MONITOREAR Y CON QUE FRECUENCIA?

Diario: Temperatura, O<sub>2</sub>D (mg/l, % Sat), pH, Transparencia (sechii)

Semanal: Amonio, Nitrato, Nitrito, Alcalinidad, Fósforo total.

Mensualmente: Macro y Micro Minerales como:

**Macro**: Potasio, Carbono, Calcio, Magnesio.

**Micro**: Hierro, Manganeso, Azufre, Cobre, Silice, Zinc, Cloro, Boro y Sódio



Date	Main Minerals (mg/L)				Microminerals (mg/L)							
	Potassium	Calcium	Sulfur	Magnesium	Iron	Manganese	Copper	Silica	Zinc	Chloride	Boron	Sodium
Dec. 02	100.00	12.00	12.00	1.00	0.30	0.010	0.010		0.010	0.00	0.010	21.00
Jan. 03	300.00	25.00	30.00	4.00	0.80	0.010	0.020		0.120	0.00	0.010	21.00
Feb. 03	100.00	12.00	50.00	2.00	0.50	0.079	0.010		0.010	0.00	1.000	120.00
Mar. 03	100.00	40.00	60.00	2.00	0.50	0.010	0.010		0.010	0.00	0.3	21.00
Apr. 03	100.00	12.00	70.00	2.00	0.50	0.010	0.010		0.010	0.00	0.05	21.00
	100.00	12.00	80.00	2.00	0.50	0.010	0.010		0.010	0.01	0.03	21.00
	100.00	12.00	90.00	2.00	0.50	0.010	0.010		0.010	0.01	0.010	21.00
	100.00	12.00	100.00	2.00	0.50	0.010	0.010		0.010	0.01	0.010	21.00
	100.00	12.00	120.00	2.00	0.50	0.010	0.010		0.010	0.01	0.010	21.00
	100.00	12.00	21.00	2.00	0.50	0.010	0.010		0.010	0.01	0.010	21.00
	100.00	12.00	22.00	2.00	0.50	0.010	0.010		0.010	0.01	0.010	21.00
	100.00	12.00	23.00	2.00	0.50	0.010	0.010		0.010	0.01	0.010	21.00
	100.00	12.00	24.00	2.00	0.50	0.010	0.010		0.010	0.01	0.010	21.00





## CONSIDERACIONES FINALES

- **Ventajas del Sistema**

- Bioseguridad / ausencia de enfermedades graves
- Cero de recambio de agua – menos de 100% del volumen en 5 años de operación con tilapias
- Capacidad de Soporte elevada, 100-500% superior
- Animales mas grandes (vannamei e tilapias)
- FCR 1/2 de los sistemas convencionales
- Costos de producción 10-30% inferiores

- **Desventajas del Sistema**

- Uso intensivo de energia, 30-60 HP/ha, 25% de los costos de producción
- Falla de energia es critica, maximo de 1 hora sin problemas
- Necesita de liners e invernaderos, inversiones iniciales elevadas
- Demanda mano de obra especializada



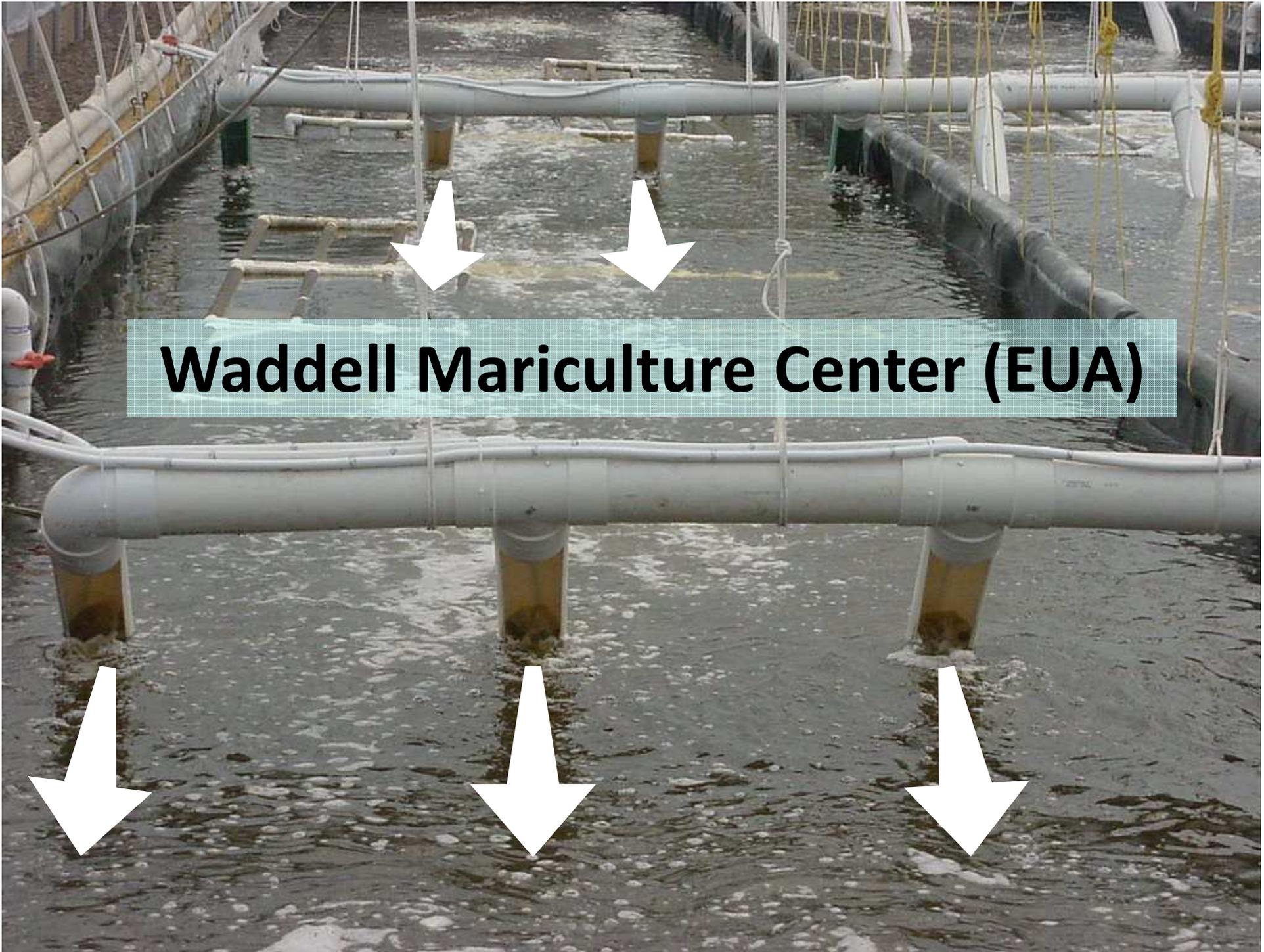
Ramirez (2009)

**10 m<sup>3</sup> - 400 peces – 40/m<sup>3</sup>**  
**8 g → 5 meses → 420 g (16.8 kg/m<sup>3</sup>)**  
**100% sobrevivencia – FCR 1.6:1 – 30°C**  
**Blower de 2HP → 12 tanques de 10 m<sup>3</sup>**



Ramirez (2009)

23 2:19PM



**Waddell Mariculture Center (EUA)**



## Produção atual no Waddell Mariculture Center (EUA) Raceway 3 (Trial 14, 271 m<sup>2</sup>)

Área	271 m <sup>2</sup>	Sobrevivência	80,2%
Volume	193 m <sup>3</sup>	Peso final	19,3 ± 1,45 g
PL <sub>10</sub> estocada	165.263	Densidade final	13,4 kg/m <sup>3</sup>
Começo	Março 13, 2008	Biomassa final	2.409 kg
Densidade por área	610 PL/m <sup>2</sup>	FCR	1,79 ± 0,45
Densidade por volume	865 PL/m <sup>3</sup>	Alimento	3.394 kg
Final	Agosto 14,2008	Dextrose	22 kg
Duração	153 días	Bicarbonato	24 kg



**Grupo Modercorp.**

**Inlafa.**

**500 ha**

**380 ha de policultivo**

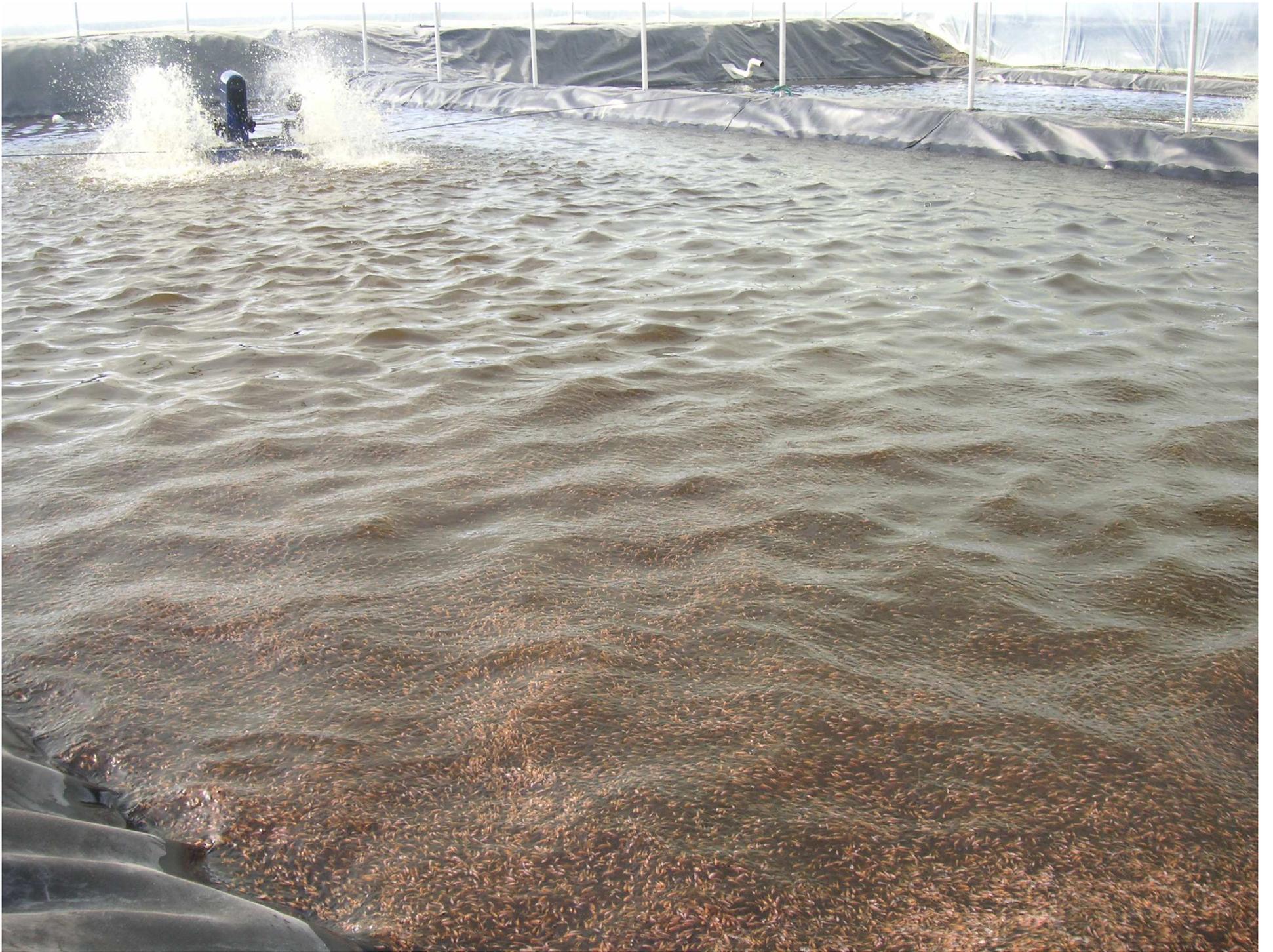
**Estanques de 10 a 20 ha**

**Productividad: 5000 Kg. tilapia/ha/120 días (500 g)**

**60 TM/semana/filete de tilapia**

**5000 Kg. camarón/ha/año (33 g, 15 Cám./m<sup>2</sup>)**







18 10:42



18 10:46



**Growth and Welfare of Nile Tilapia  
(*Oreochromis niloticus*) Cultured in Indoor  
Tanks using BioFloc Technology (BFT)**

**Ekram Azim, David Little, Ben North**  
Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland

**AQUACULTURE 2007**

26 February-3 March  
San Antonio, Texas



# **Bio floc Technology Principles and application**

**Yoram Avnimelech  
Peter Van Wyk**



**Why do we need intensive closed ponds???**



## Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds

Yoram Avnimelech

*Department of Civil and Environmental Eng., Technion, Israel Inst. of Technology, 32000 Haifa, Israel*

Received 7 August 2006; received in revised form 24 November 2006; accepted 25 November 2006

---

### Abstract

The uptake of microbial flocs by tilapia was evaluated. Fish (tilapia Mozambique, 107 g) were stocked in 1 m<sup>3</sup> tanks filled with water from a limited exchange intensive tilapia producing pond (bio-floc technology, BFT system). Tagged ammonium nitrogen (<sup>15</sup>NH<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>) and starch to ensure incorporation of the <sup>15</sup>N into the bio-flocs, were added. Fish were held in the tanks for ca 2 weeks, not fed during a week period, when the only source of feed was microbial flocs. Floc volume, total suspended solids, as well as total carbon and nitrogen in suspension were monitored.

The floc plug in settling cones contained 1.4% as dry matter.

Feed uptake, evaluated through the decrease with time in respect to 4 independently determined parameters, namely floc volume, TSS, C and N in suspension, was found to be 10.3±1.0 g kg fish<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, averaged for the computed values for these parameters. However, this preliminary evaluation was based on the assumption that fish harvesting is the only mechanism affecting bio-flocs mass, neglecting biodegradation and production of flocs. Gross daily uptake of nitrogen as determined using <sup>15</sup>N uptake data was 0.25 gN kg<sup>-1</sup> (1.6 g protein), equivalent to the daily uptake of 6.2 g kg<sup>-1</sup> of dry bio-flocs, 60% of that computed by the simplified mass balance approach. This difference may be attributed to microbial degradation of the bio-flocs.

Even the lower flux as evaluated through <sup>15</sup>N uptake, constituted, in the specific case studied, almost 50% of conventional feed ration.

© 2006 Elsevier B.V. All rights reserved.

*Keywords:* Microbial control; Intensive ponds; <sup>15</sup>N uptake; Flocs; Bio-flocs technology



Contents lists available at ScienceDirect

## Aquacultural Engineering

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/aqua-online](http://www.elsevier.com/locate/aqua-online)



### Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia

Roselien Crab<sup>a,b</sup>, Malik Kochva<sup>c</sup>, Willy Verstraete<sup>a</sup>, Yoram Avnimelech<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup> *Laboratory of Microbial Ecology and Technology (LabMET), Ghent University, Coupure Links 653, 9000 Gent, Belgium*

<sup>b</sup> *Laboratory of Aquaculture and Artemia Reference Center, Ghent University, Rozier 44, 9000 Gent, Belgium*

<sup>c</sup> *Faculty of Civil & Environmental Engineering, Technion, Israel Institute of Technology, Haifa 32000, Israel*

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 28 June 2008

Accepted 23 December 2008

##### Keywords:

Bio-flocs technology

Tilapia

Over-wintering

Water quality

C/N ratio

Carbon source

#### ABSTRACT

A 50-day experiment was conducted to investigate the effectiveness of the bio-flocs technology for maintaining good water quality in over-wintering ponds for tilapia hybrid fingerlings (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*). To preserve adequate water temperatures in the ponds, they were covered with polyethylene sheets and the water exchange rate was minimized to increase pond water temperature. To avoid water quality deterioration, starch was added to the ponds to stimulate the formation of bio-flocs. Temperature in the covered ponds could easily be controlled and was 0.4–4.9 °C higher than the influent water. Adjusting the C/N ratio in the ponds by adding starch or increasing the amount of carbohydrates added through the feed limited the presence of inorganic nitrogen species when the C/N was about 20, even at high stocking densities of 20 kg/m<sup>3</sup> at harvest. Fish survival levels were excellent, being 97 ± 6% for 100 g fish and 80 ± 4% for 50 g fish. Moreover, at harvest the condition of the fish was good in all ponds with a fish condition factor of 2.1–2.3. Overall, these findings can help to overcome over-wintering problems, particularly mass mortality of fish due to low temperatures in the ponds.

© 2008 Elsevier B.V. All rights reserved.



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



Aquaculture 261 (2006) 960–966

**Aquaculture**

[www.elsevier.com/locate/aqua-online](http://www.elsevier.com/locate/aqua-online)

## Effect of dietary cyanobacteria on growth and accumulation of microcystins in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)

Min Zhao<sup>a,b</sup>, Shouqi Xie<sup>a,c,\*</sup>, Xiaoming Zhu<sup>a</sup>, Yunxia Yang<sup>a</sup>,  
Nanqin Gan<sup>a</sup>, Lirong Song<sup>a</sup>

<sup>a</sup> State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology, Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Sciences, Wuhan, Hubei, 430072, P. R. China

<sup>b</sup> Graduate schools, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

<sup>c</sup> Aquaculture Divisions, E-Institute of Shanghai Universities, Shanghai, China

Received 5 January 2006; received in revised form 9 August 2006; accepted 10 August 2006

---

### Abstract

A 12-week growth trial was conducted in a flow-through system to investigate the chronic toxic effect of dietary intake of cyanobacteria on growth, feed utilization and microcystins accumulation in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) (initial body weight: 5.6 g). Six isonitrogenous and isocaloric diets were formulated to include different contents of cyanobacteria with the dietary microcystins increasing from 0 to 5460.06 ng/g diet. The results showed that dietary intake of cyanobacteria could increase the growth of tilapia while there are no impacts on feed conversion efficiency or mortality. Feeding rate was higher for the diets containing highest cyanobacteria. Microcystins were mostly accumulated in fish liver. The relationship between microcystins contents in muscle, liver, spleen and dietary intake could be described by quadratic equations.

Microcystins content in the muscle of Nile tilapia in present study exceeded the upper limit of the tolerable daily intake (TDI) of microcystins suggested by the WHO (0.04 µg/kg body weight/d). It is suggested that Nile tilapia fed on toxic cyanobacteria is not suitable for human food.

**GRACIAS**

