

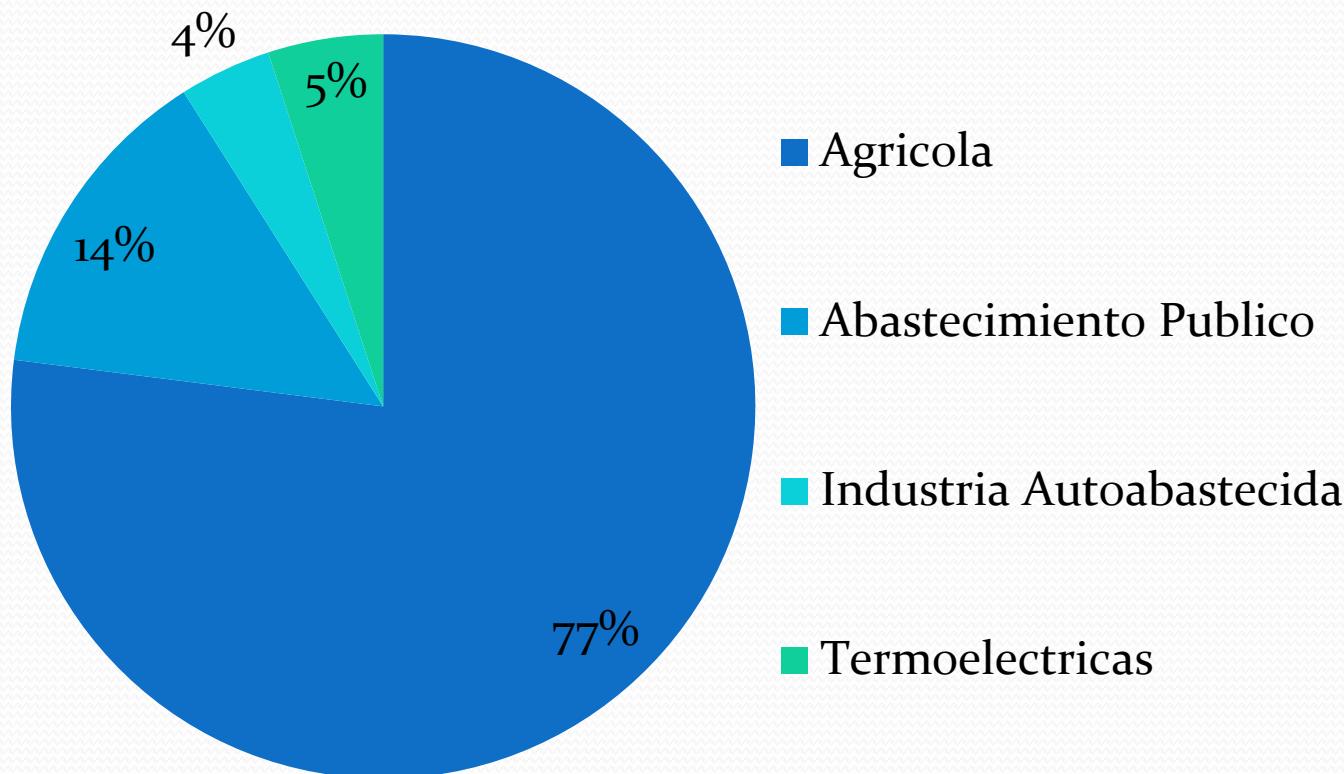
# La acuaponía en los sistemas de producción acuícola

Dr. Manuel Segovia  
CICESE

# El agua como recurso



# Usos consuntivos en México



# Grado de presión sobre el recurso hídrico por Región Hidrológica-Administrativa, 2008



# Como recurso

- 70 litros para producir una manzana
- 900 litros para producir un kilo de maíz
- 1,500 litros para producir un kilo de trigo
- 10,850 litros para producir unos jeans
- 15,500 litros para producir un kilo de vacuno
- 200-400 litros para producir un kilo de peces

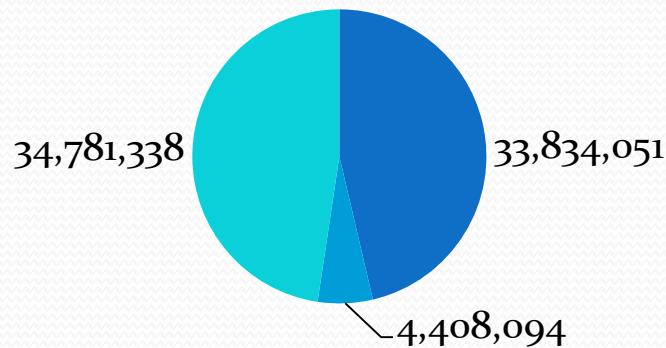
# El uso de agua y la acuacultura

- El uso del agua
  - Tipo de acuicultura
  - Especie y estadio
- Peculiaridades
  - Especial modulación ciclo vital organismos
  - Calidad de agua
  - Retorno de agua utilizada
  - Efluente
- Volúmenes usados en el proceso de producción

# Acuacultura

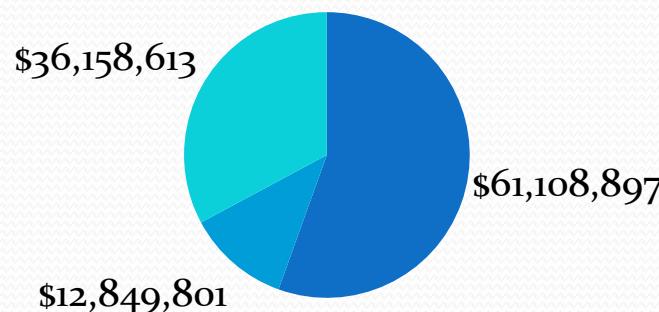
- Crecimiento anual sostenido del 6.6%

Producción Acuícola  
(toneladas)



- agua dulce
- salobre
- marina

Producción Acuícola  
( x 1000 US\$)



- agua dulce

# El uso de agua y la acuacultura

## Sistemas de bajo recambio

1. Sistemas de recirculación
2. Sistemas estáticos  
(unidades de producción rural)
3. Sistemas crecimiento suspendido



- Efluentes

- Sólidos



# **REUSO Y RECONDICIONAMIENTO DEL AGUA**



**ACUAPONIA**

**Cultivo  
de peces**

agua  
↔  
agua

**Cultivo  
de  
plantas**

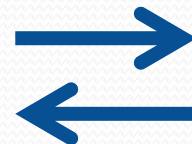
**Cultivo  
de peces**

agua  
→

**Cultivo  
de  
plantas**

**Cultivo  
de peces**

transferencia  
de masa



**Cultivo  
de  
plantas**

transferencia  
de masa

# Cultivo de peces

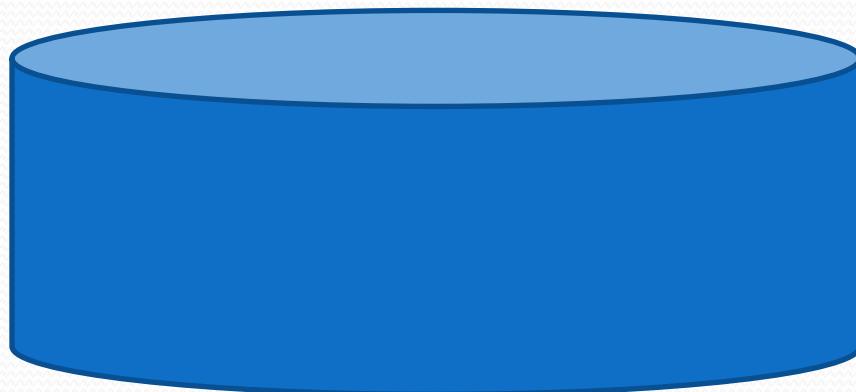
Peces

C/N

Bacterias autótrofas

Bacterias heterótrofas

Balance iónico



- Densidad de cultivo
- Calidad de agua (dinámica)
- Especie
- Estadio
- Hábitos alimenticios
- Estrategia de alimentación
- Estado fisiológico
- Tipo de alimento
  - proteína
  - lípidos
  - carbohidratos
  - macro y micro minerales

Composición  
- Fracción disuelta  
- Fracción particulada

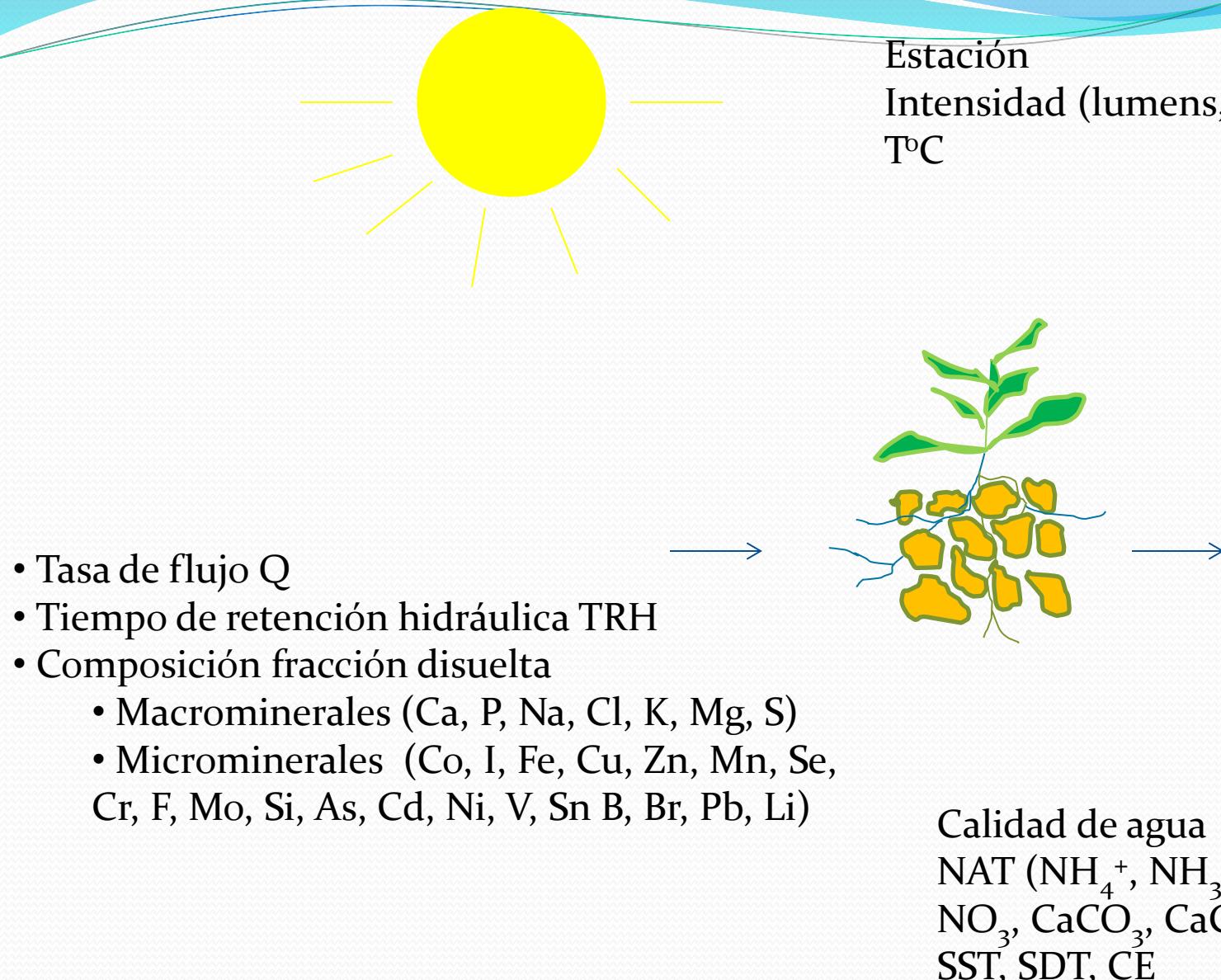
# Cultivo de plantas

Plantas

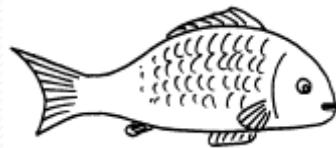
C/N

Rizósfera  
-bacterias  
-hongos benéficos  
-hongos patógenos

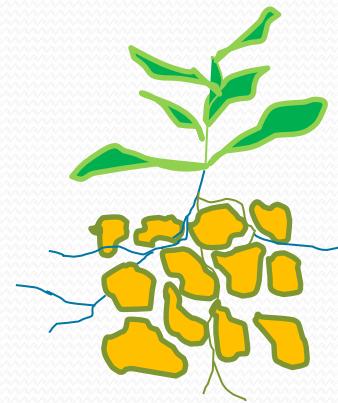
Balance iónico



## Balance de masa Sistema primario



## Balance de masa Sistema secundario



Transferencia  
de masa

Nutrientes



Eficiencias  
de  
tratamiento

Nutrientes



Remoción sólidos

Transferencia de  
gases

Filtración  
biológica





- Un grupo de componentes que en conjunto van a crear un ambiente artificial con las condiciones favorables para producir y/o reproducir organismos acuáticos y plantas
  - Confiable
  - Económico
  - Compatible con el usuario



Peces

y

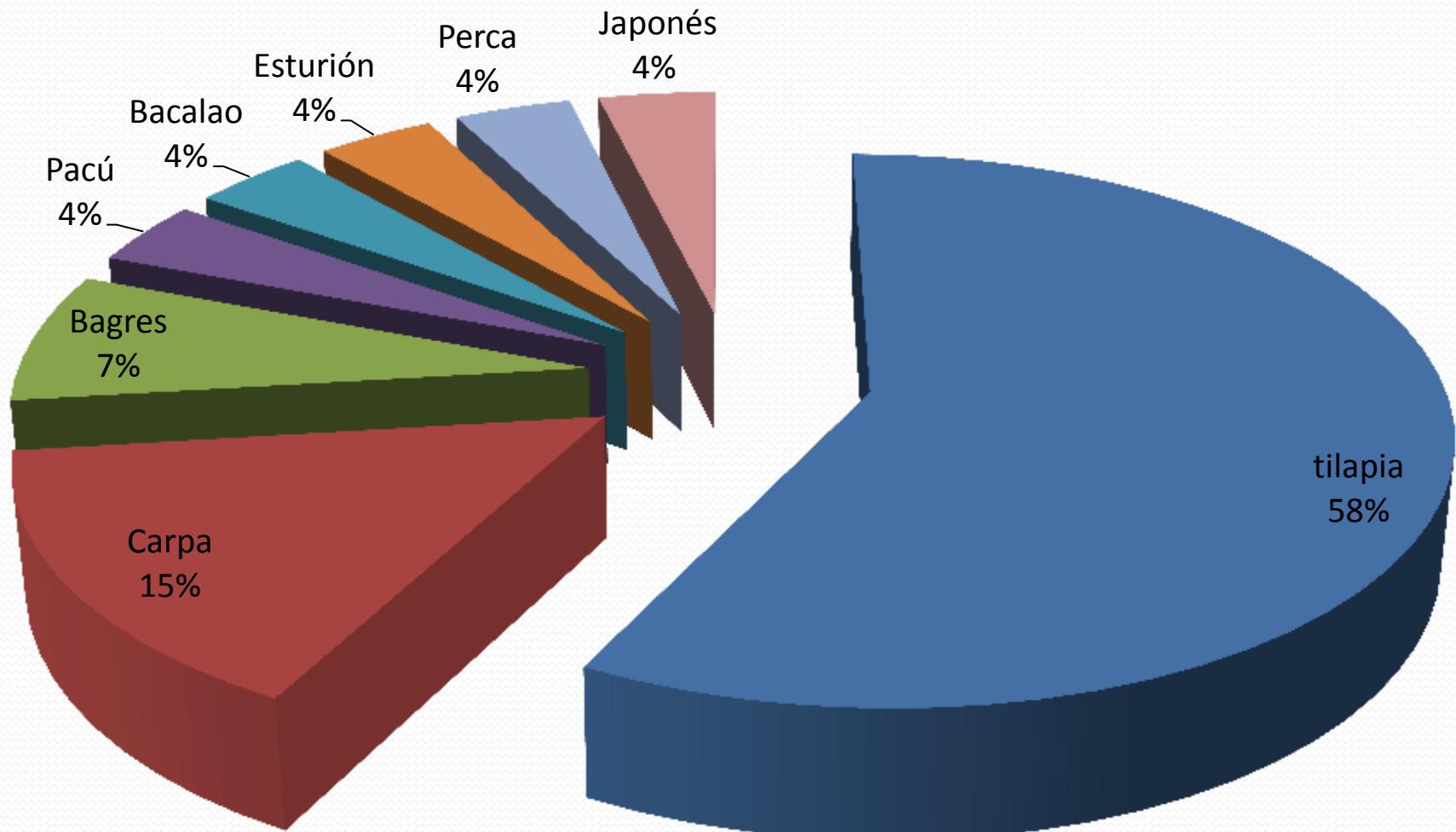
Plantas

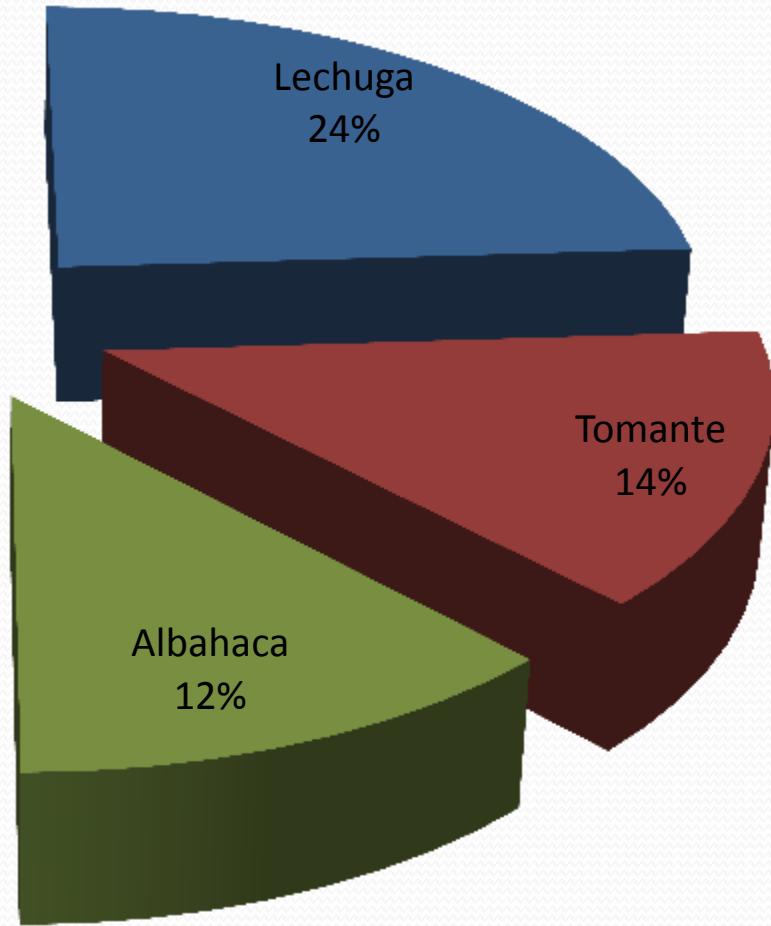
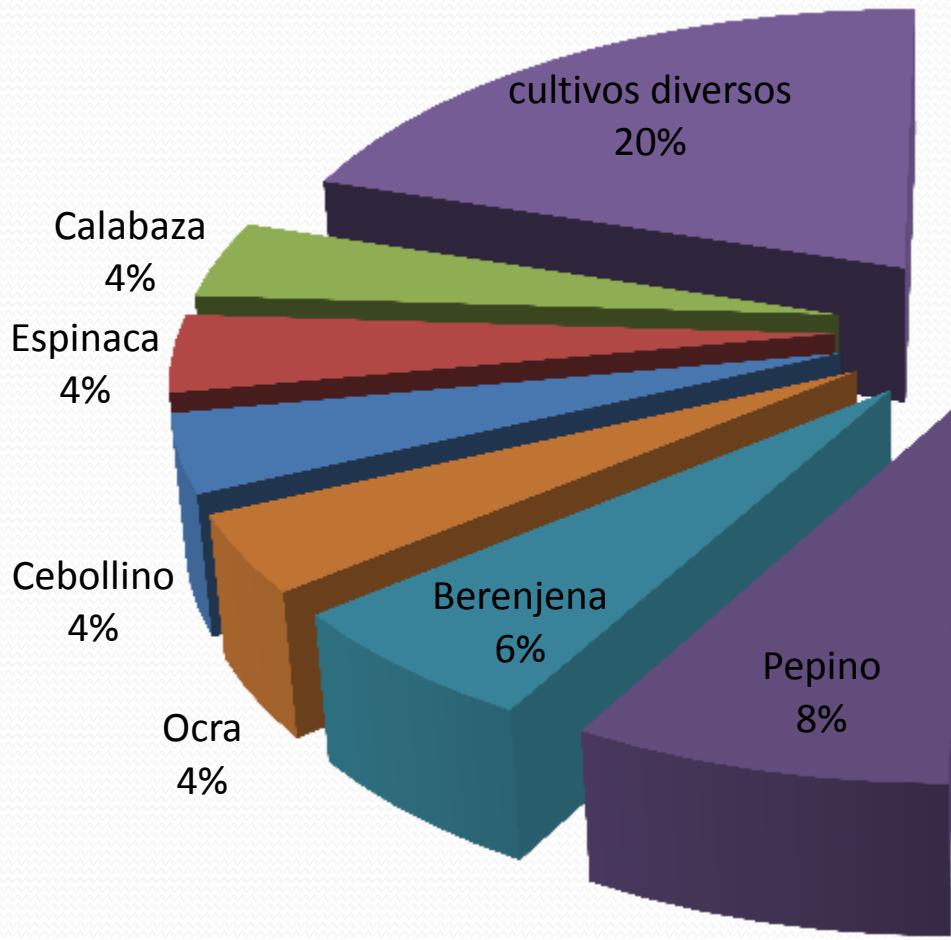
# Peces

- Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*)
- Tilapia roja (*Oreochromis sp.*)
- Pacú (*Colosoma brachypomum*)
- Bacalao Murray (*Macculochella peelii peelii*)
- Esturión híbrido (*Huso huso x Acipenser ruthenus*)
- Perca euroasiática (*Perca fluviatilis*)
- Pez japonés (*Carrasius auratus*)
- Carpa común (*Cyprinus carpio*)
- Bagre híbrido (*Clarias macrocephalus x C. gariepinus*)
- Bagre híbrido (*Clarias gariepinus*)
- Tilapia híbrida (*O. niloticus x O. aureus*)
- Carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*)
- Carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*)

# Plantas

- Tomate (*Lycopersicum esculentum*)
- Lechuga (*Lactuca* sp.)
- Albahaca (*Ocimum basilicum*)
- Ocra (*Abelmoschus esculentus*)
- Pepino (*Cucumis sativus*)
- Berenjena (*Solanum* sp.)
- Espinaca (*Spinacia oleracea*)
- Cebollino (*Allium schoenoprasum*)
- Berros de agua (*Nasturtium officinale*)
- Perejil (*Petroselinum sativum*)
- Fresa (*Fragaria ananassa*)
- Brócoli (*Brassica oleracea*)
- Remolacha (*Beta vulgaris*)
- Acelgas (*Beta vulgaris* var. *cicla*)
- Albahaca morada (*Ocimum basilicum*)





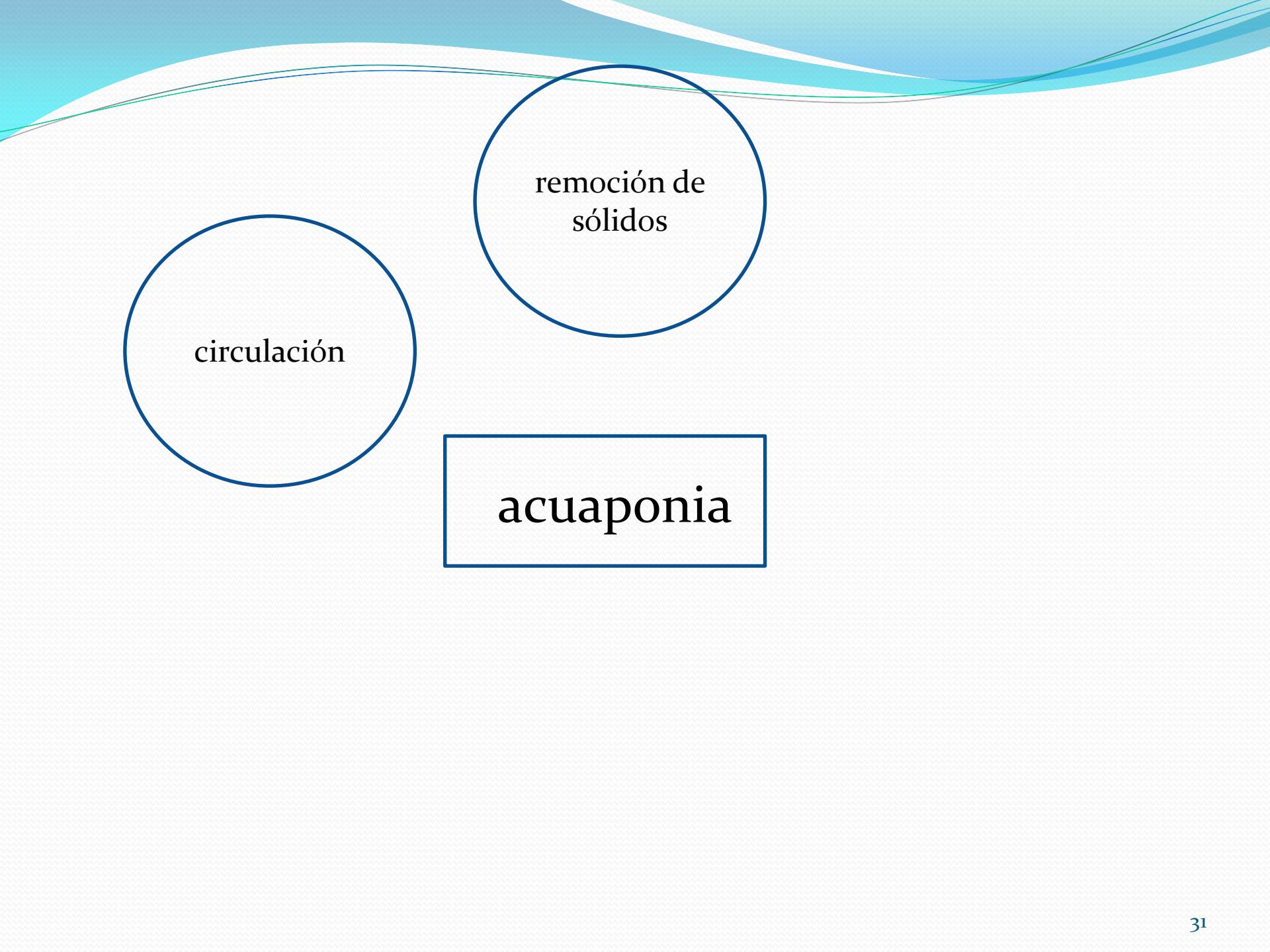
# La acuapónia y las operaciones unitarias



circulación



acuapónia



circulación

remoción de  
sólidos

acuaponia

circulación

remoción de  
sólidos

filtración  
biológica

acuaponia

# acuaponia

circulación

remoción de  
sólidos

filtración  
biológica

des  
gasificación

## acuaponia

circulación

remoción de  
sólidos

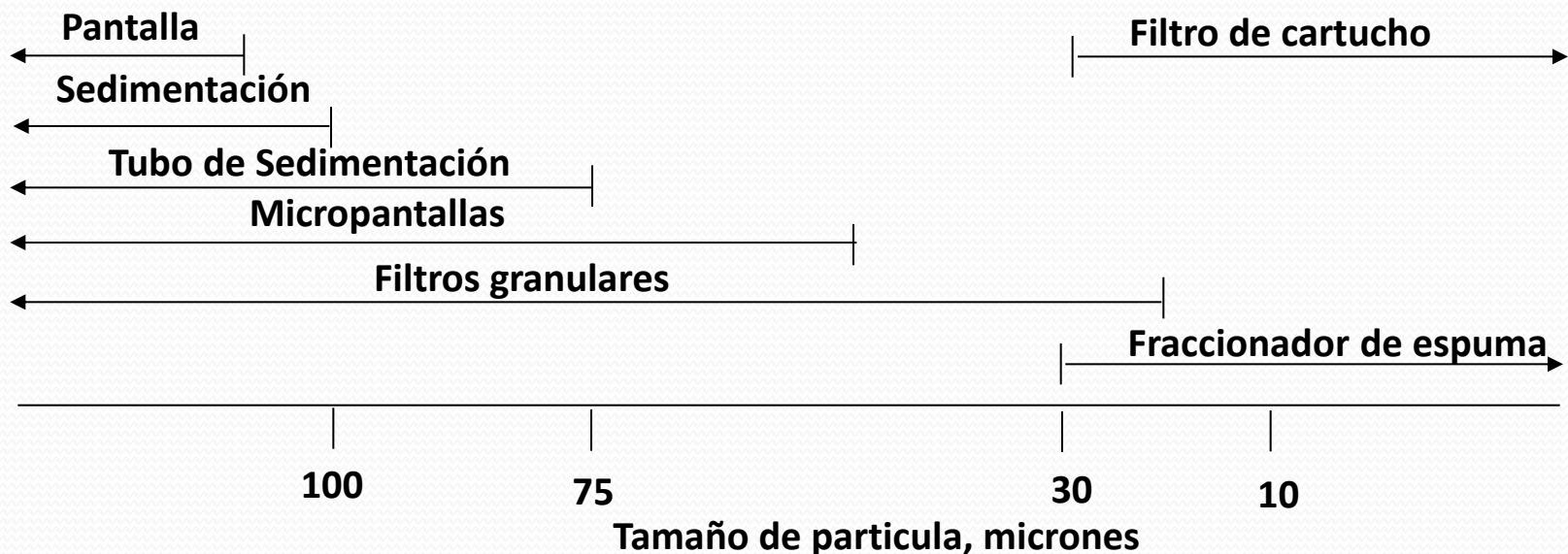
filtración  
biológica

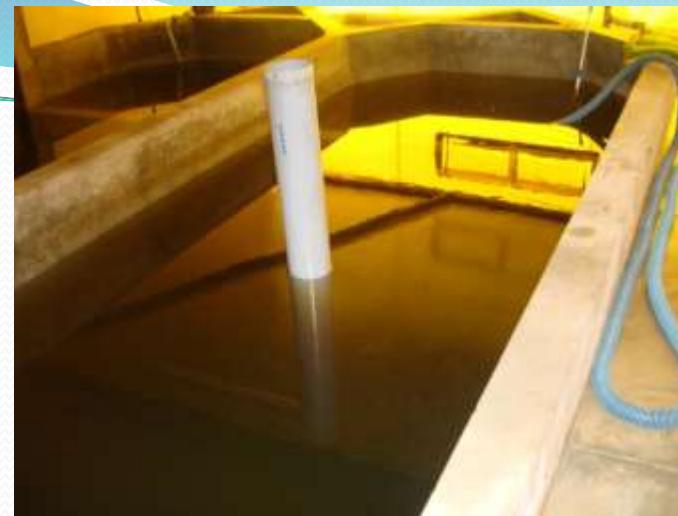
aireación  
oxigenación

des  
gasificación

# Propósito de la remoción de sólidos

- Disminuir el DBO
- Turbidez
- Daño a agallar
- En raíces







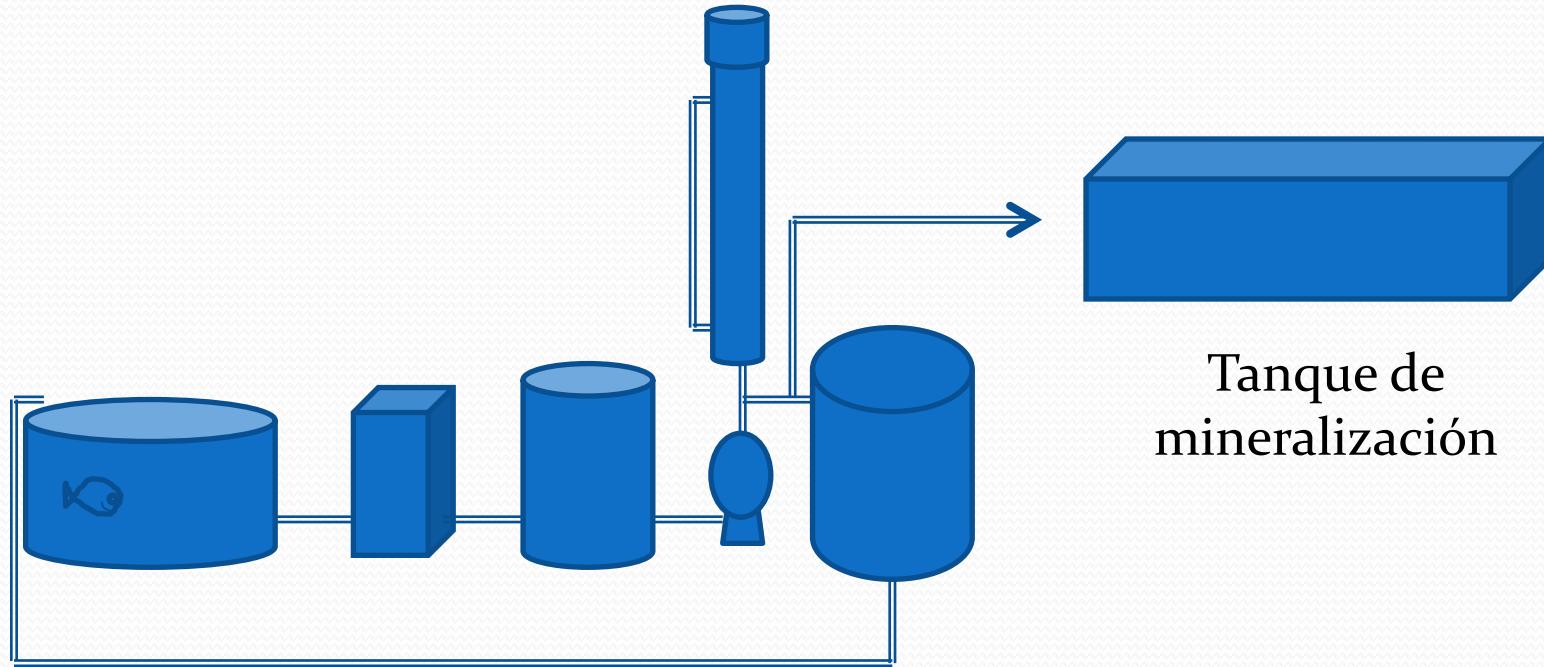
# C/N

## Sólidos suspendidos totales

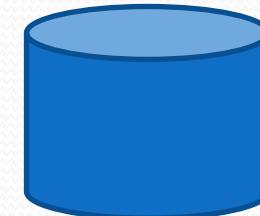
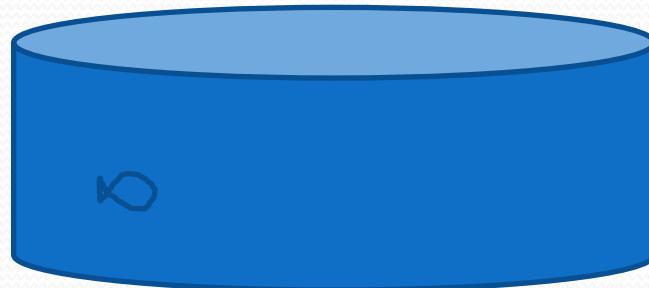
- Sedimentables
  - Sedimentación
- Disueltos
  - Intercepción
  - Filtración
  - Absorción
- Suspendidos
  - Adsorción

# Filtración biológica

- Crecimiento suspendido?
- Filtros biológicos de película fija
  - Abiertos, respiración exógena
    - Solo nitrificación
  - Cerrados, respiración endógena
    - Pueden llevar a cabo dos operaciones unitarias
- VTR
- VNR
- AOC (heterótrofas y autótrofas)



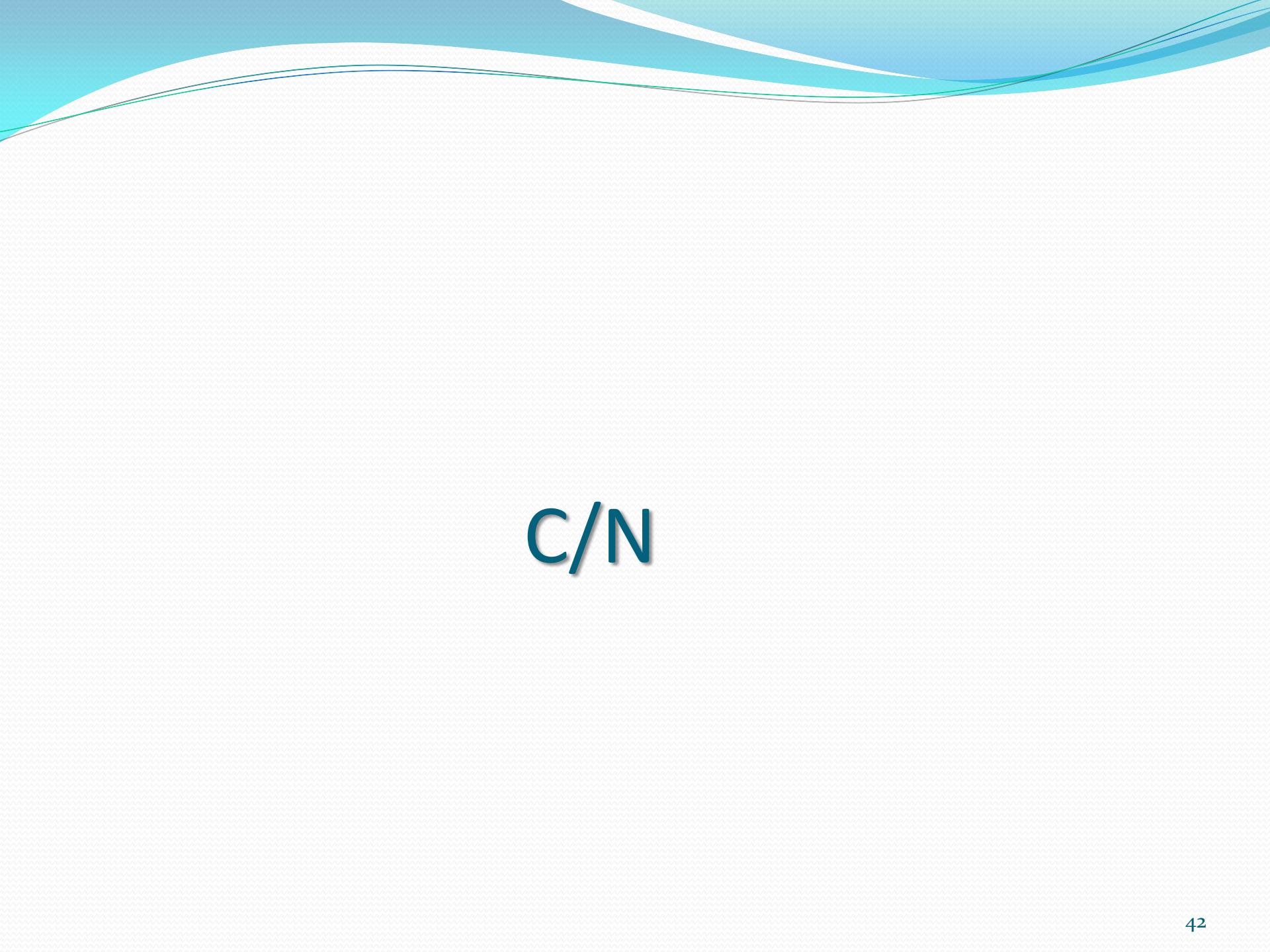
# Sistema primario



## Recambio

1.  $\leq 10\%$  (idealmente)
2. Dilución del biofloc
  1. Estadio
  2. Especie

# Sistema primario



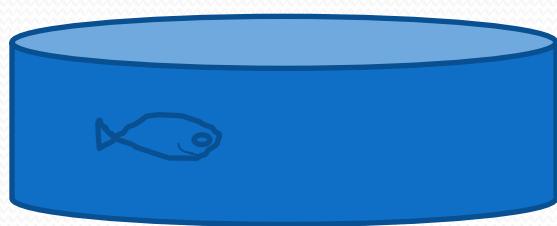
C/N

# Mineralización

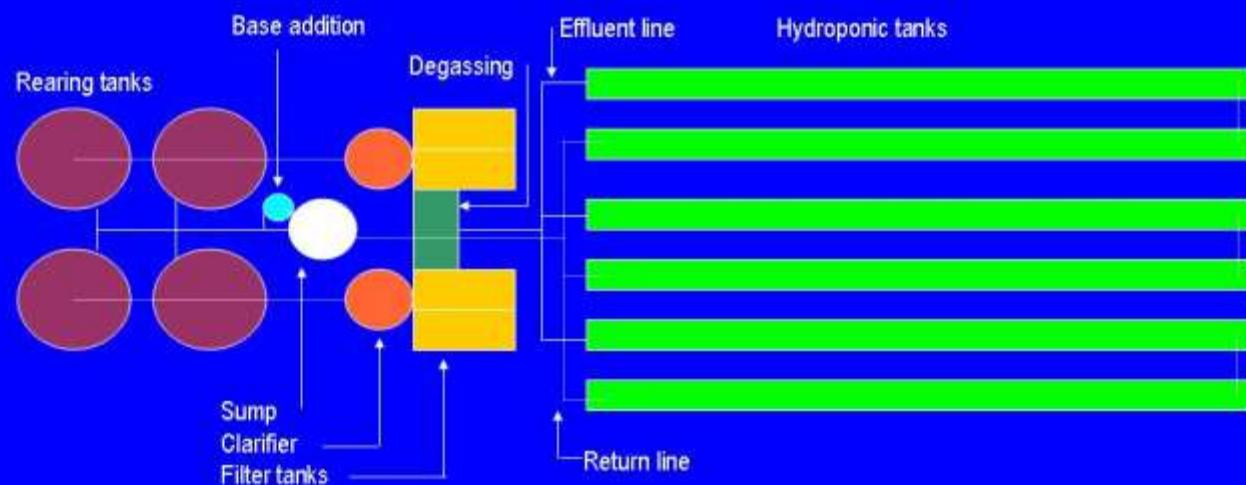
- Degradación materia orgánica
- Solubilización y biodisponibilidad de P
- Sustrato C<sub>org</sub>
- Tasa de mineralización
- C:N:P
- Macrominerales
- Microminerales

# Los sistemas acuapónicos

## El sistema tipo balsa



# UVI Aquaponic System



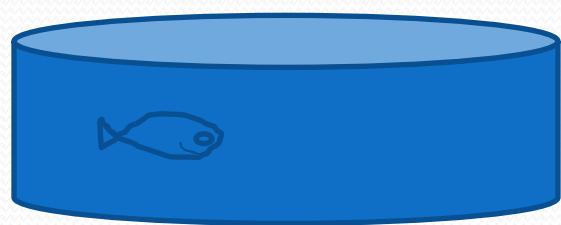
Graphic: UVI Aquaculture Program

Tomado de [http://www.uvi.edu/sites/uvi/Pages/AES-Aquaculture-Aquaponic\\_Systems.aspx?s=RE](http://www.uvi.edu/sites/uvi/Pages/AES-Aquaculture-Aquaponic_Systems.aspx?s=RE)





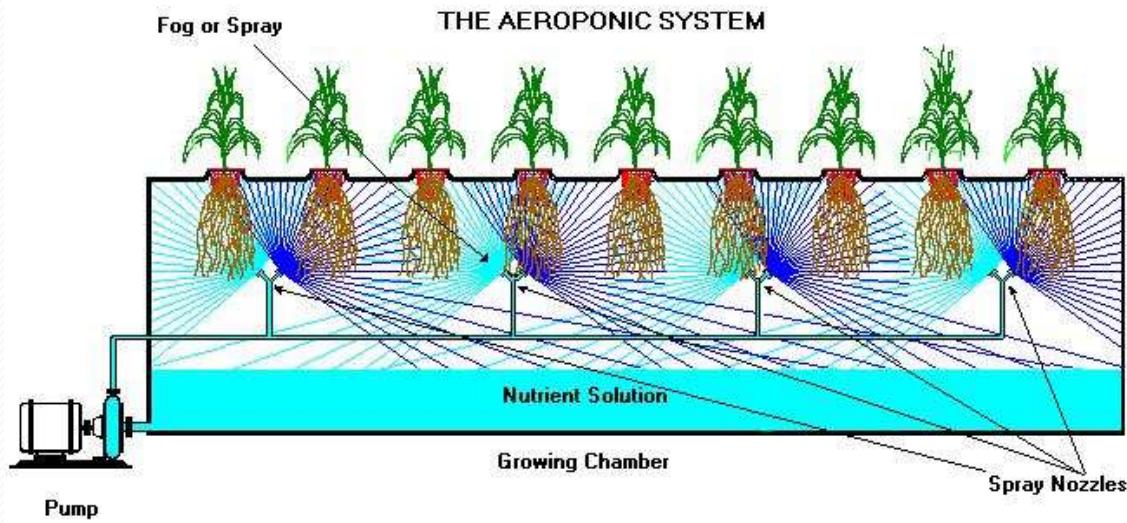
sistema tipo  
balsa “raft”



sistema  
aeropónico

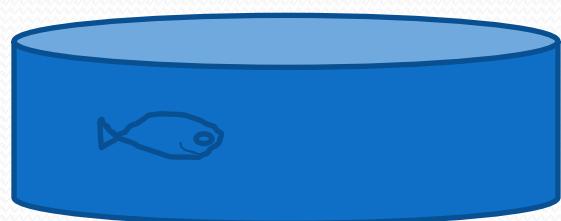


Tomado de <http://indigoproject.squarespace.com/agrihouse/>



Tomado de <http://aquaponicslibrary.2omegsfree.com/aeroponi.htm>

sistema tipo  
balsa “raft”



sistema  
holandés

sistema  
aeropónico



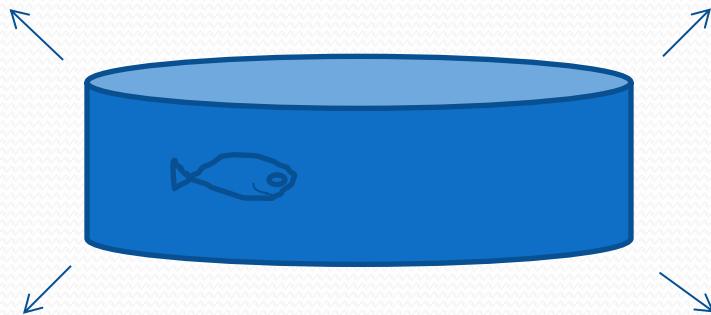
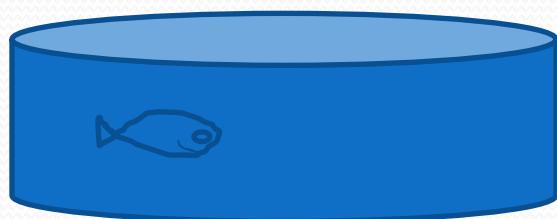
Tomado de <http://snras.blogspot.mx/2009/06/growing-opportunity-uaf-hydroponics-and.html>

Sistema  
DFT/NFT

sistema tipo  
balsa “raft”

sistema  
holandés

sistema  
aeropónico





Tomado de <http://www.hydroponicequipment.co/tag/nutrient-film-technique>

# Cual uso?

- Contexto socio-económico
- \$
- Espacio
- Infraestructura
- Tipo de producción
  - Investigacion
  - Traspasio
  - Comercial
- Equipo
- Personal
- Planta
  - Especie
  - estadio
- Pez
- Mercado
- Insumos
  - Biológicos
  - Productos químicos
  - Producción
- Plagas y enfermedades
- Opciones de control biológico



# Aspectos sanitarios asociados al proceso de producción acuapónica