



Cultivo de tilapia y sus parámetros

Temas

1. Parámetros fisicoquímicos más utilizados en piscicultura de la tilapia.
2. Tecnologías para producción.
3. Medición de parámetros.



DIEGO GASCA

Ingeniero químico especializado en acuicultura continental



Jueves 16 de Diciembre
Desde las 5:00pm

¡INSCRÍBETE GRATIS!



Contáctanos

(+57) 315 317 4449



¿Qué es la Acuicultura?

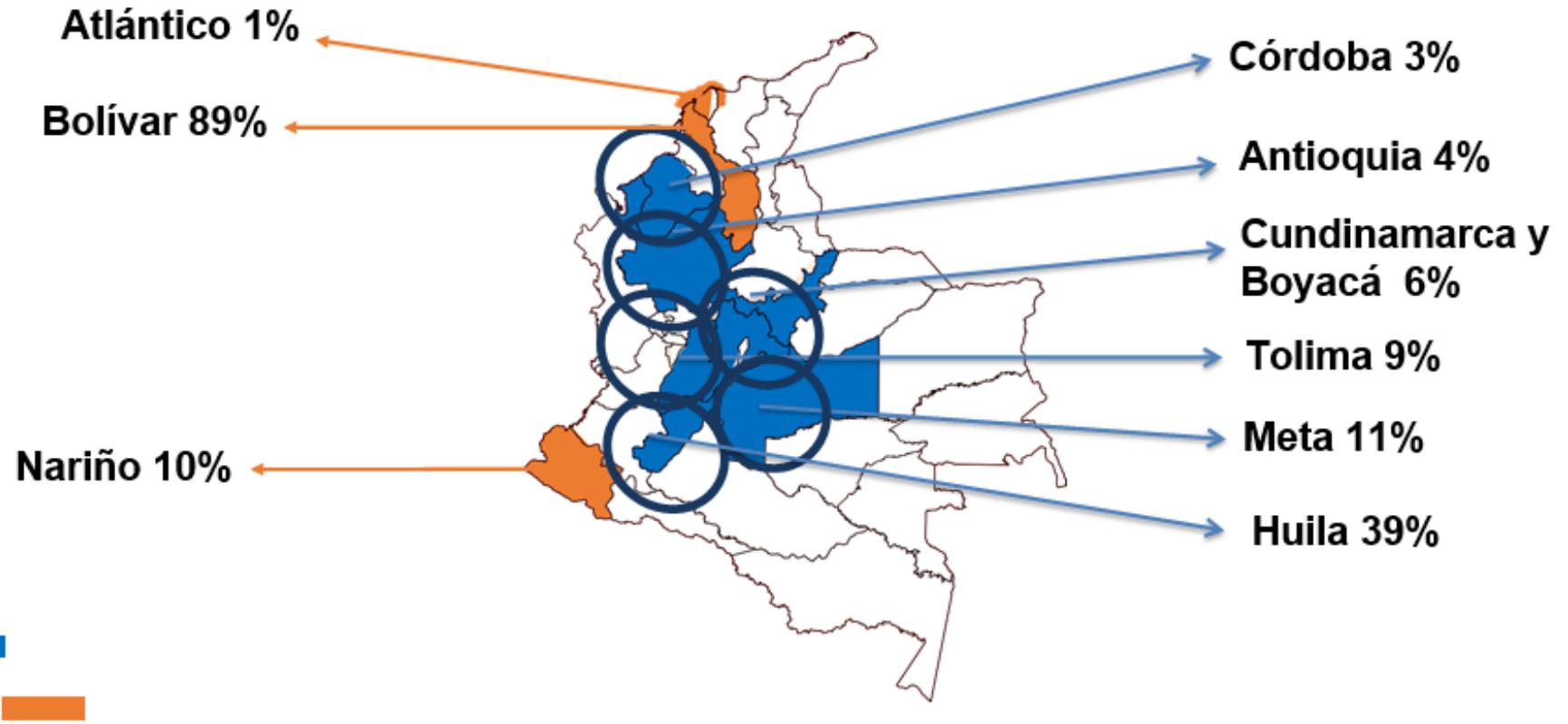
- La acuicultura, según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), es una actividad dirigida a producir y engordar organismos acuáticos en su medio.
- También se define como el cultivo en condiciones controladas de especies que se desarrollan en el medio acuático (peces, moluscos, crustáceos y plantas) y que son útiles para el hombre.

Indicadores 2020 en Colombia



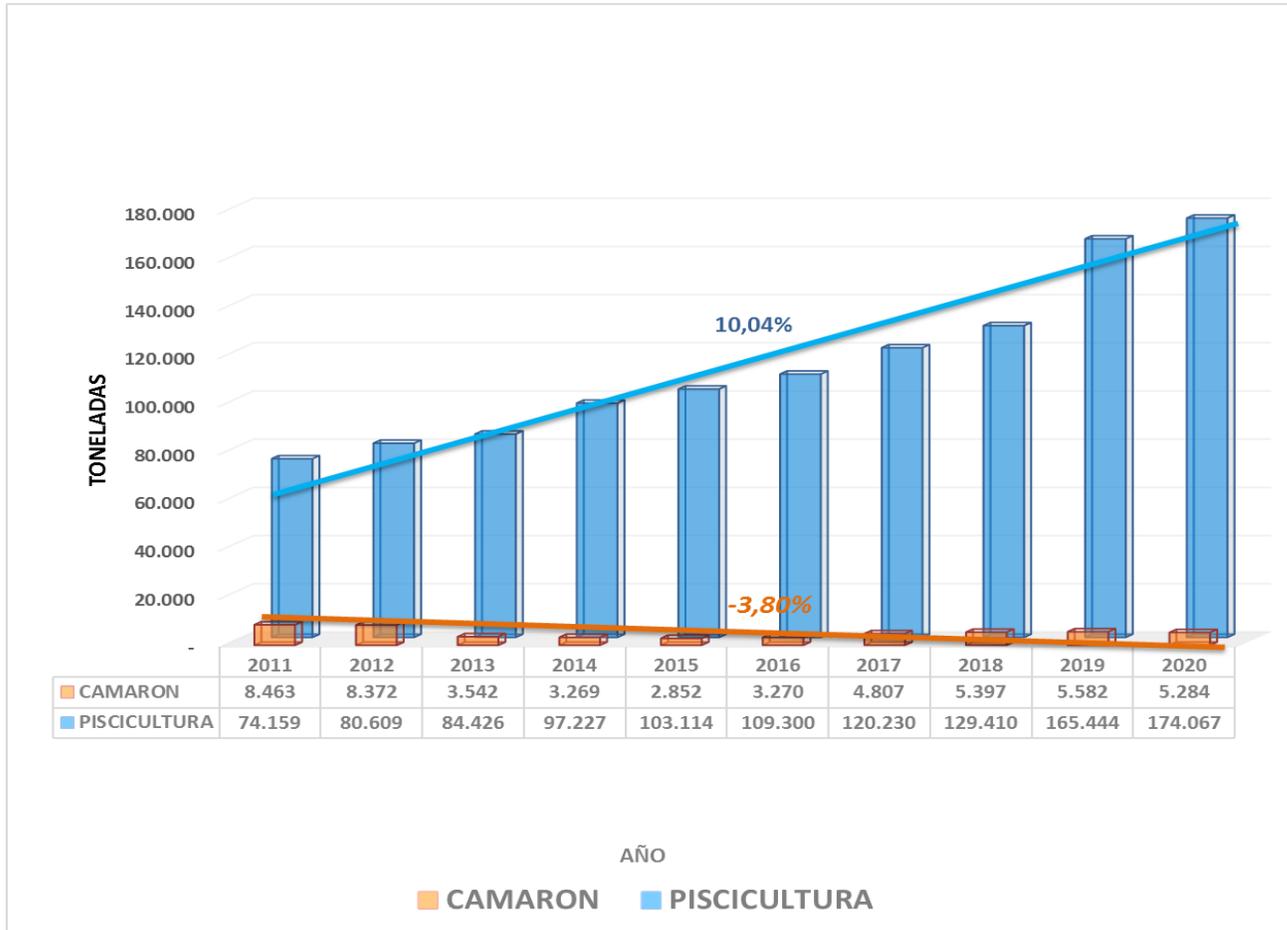
Fuente: Dane, Dian, Acuana, Invima, Maro – PTP, Cálculos Secretaría Técnica Nacional Cadena de la Acuicultura – MADR – 2021
ACUICULTURA EN COLOMBIA Cadena de la Acuicultura, Minagricultura, 2020

Núcleos de producción de Colombia



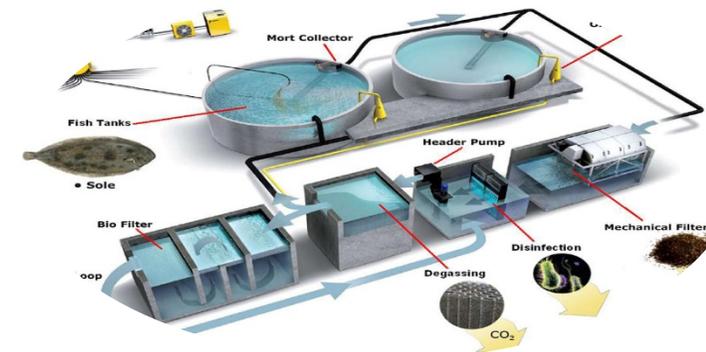
Fuente: Secretaría Técnica Nacional Cadena de la Acuicultura – MADR
ACUICULTURA EN COLOMBIA Cadena de la Acuicultura, Minagricultura, 2020

Núcleos de producción de Colombia



TÉCNICAS DE CULTIVO

- Cultivo tradicional
- Biofloc
- RAS
- IPRS



TÉCNICAS DE CULTIVO

Cultivo tradicional

- Jaulas Flotantes



- El cultivo tradicional en jaulas es la técnica más utilizada alrededor del mundo para la producción intensiva y semi intensiva de tilapia debido a su sencillez y bajo costo.
- Se pueden reciclar materiales.
- Aprovechamiento de ríos y embalses.

TÉCNICAS DE CULTIVO

Tipos de Jaulas Flotantes

Jaulas flotantes circulares



Jaulas flotantes rectangulares o cuadrado



TÉCNICAS DE CULTIVO

Jaulas Flotantes

Criterios de Selección del Lugar de Cultivo

- Condiciones ambientales para la especie a cultivar.
- Condiciones ambientales para la jaula.
- Condiciones legales y sociales

TÉCNICAS DE CULTIVO

Jaulas Flotantes

Ventajas

- Sistema que permite desarrollar cultivos intensivos (100 a 200 peces por metro cúbico).
- Facilidad de manejo (Alimentación, limpieza, selección).
- Rápido crecimiento de los peces.

Factores a tener en cuenta

- Contención.
- Calidad fisicoquímica del agua
- Ubicación
- Resistencia y durabilidad.

TÉCNICAS DE CULTIVO

Estanques en tierra



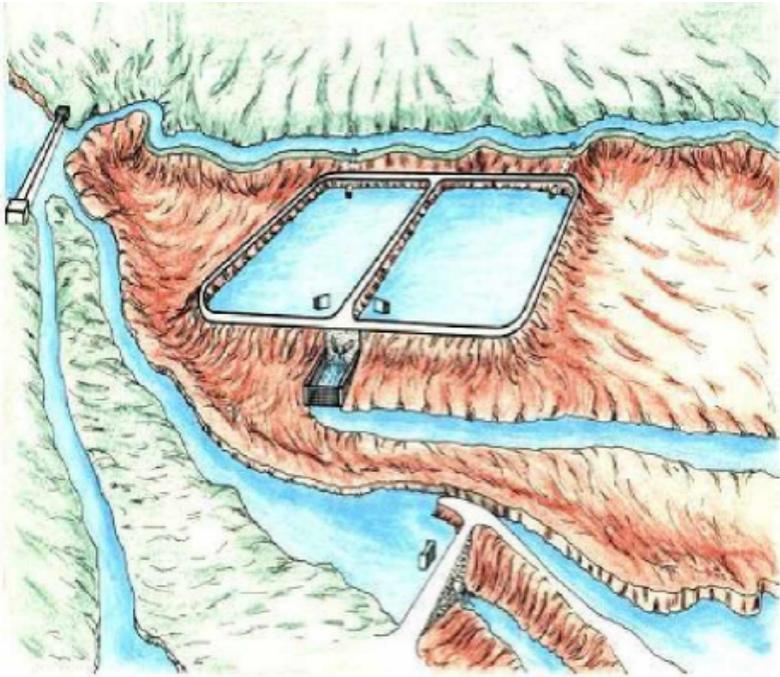
¿Qué son?

- Es un recinto artificial de agua de poca profundidad, excavado en tierra de forma tal que pueda vaciarse totalmente.
- Están diseñados para un confinamiento seguro de los peces en cuerpos de agua naturales contando con los parámetros fisicoquímicos

TÉCNICAS DE CULTIVO

Estanques en Tierra

Estanques en tierra



- Buena ubicación.
- Cerca de la casa para facilitar su cuidado.
- Debe ser ubicado en gran parte a pleno sol.
- Contención.
- Calidad fisicoquímica del agua.
- Resistencia y durabilidad.

TÉCNICAS DE CULTIVO

Estanques en tierra

Ventajas

- Permiten un perfecto control de la producción.
- Fácil manejo de las tareas de producción: despesque, selección, etc.
- Automatización de ciertos trabajos: distribución del alimento, control de parámetros del agua.

Desventajas

- Escasez de terrenos adecuados o permisibles, lo que produce un encarecimiento.
- Costos de instalación: estaciones de bombeo y emisarios, consumo energético, excavación de terrenos.

TÉCNICAS DE CULTIVO

Biofloc ¿Qué es?



- El biofloc son microorganismos aglutinados en «bolitas».
- Bioflóculos formados por bacterias protozoos, fitoplancton y zooplancton
- Los bioflóculos limpian el agua de sustancias nocivas tal como el amonio y nitritos y restos de materia orgánica.



TÉCNICAS DE CULTIVO

Biofloc ¿Qué es?



www.hannacolombia.com

TÉCNICAS DE CULTIVO

Biofloc ¿Cuál es la diferencia entre Piscicultura tradicional?



Acuicultura tradicional

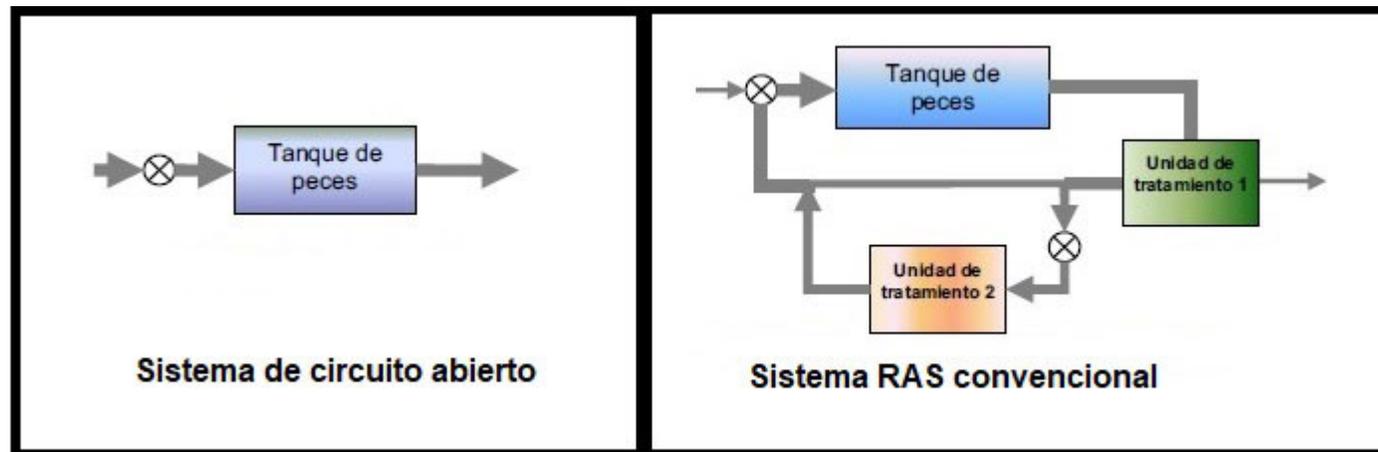


Tecnología Biofloc

TÉCNICAS DE CULTIVO

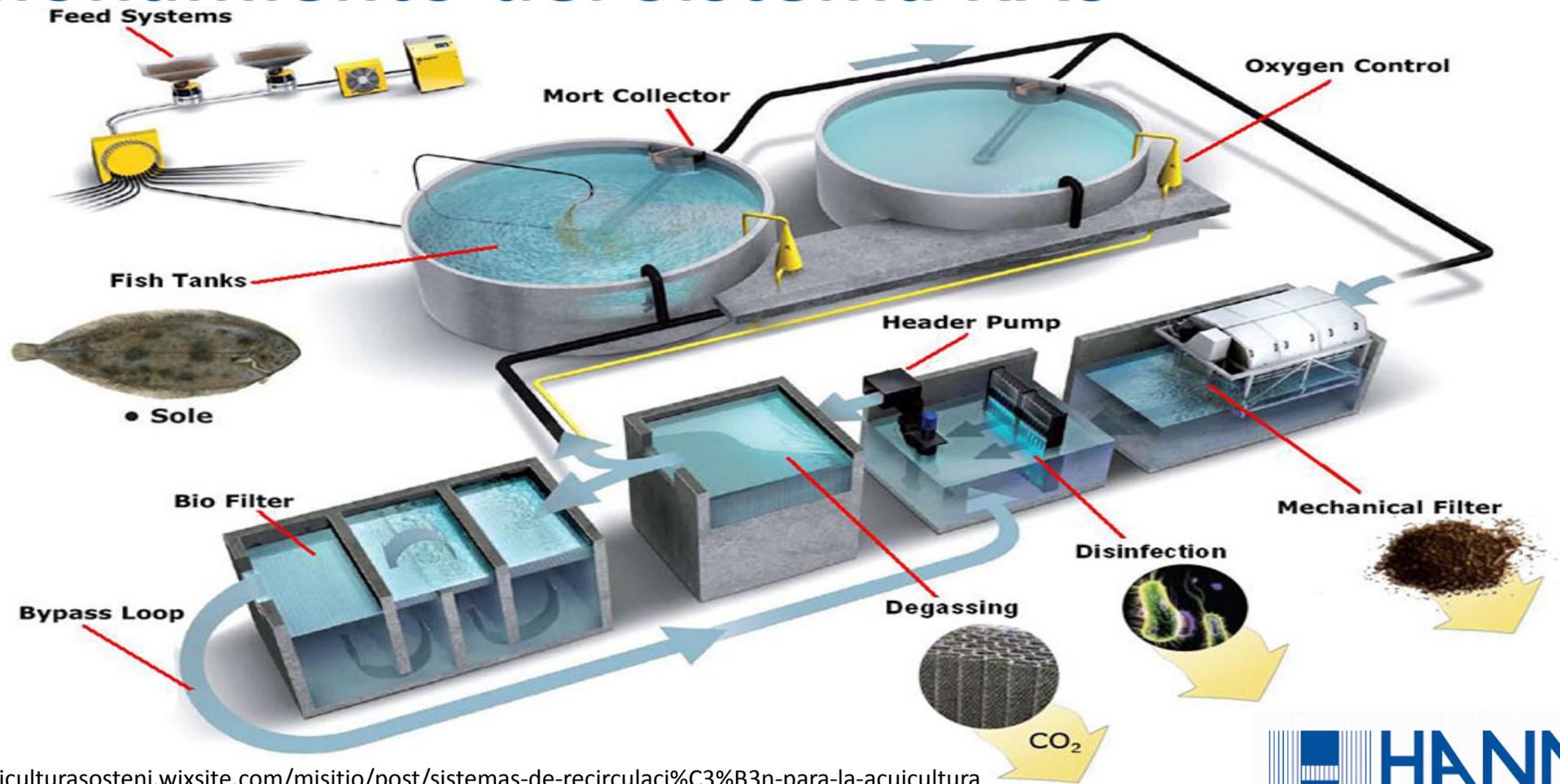
RAS“sistemas de recirculación acuícola” ¿Qué es?

- Es una tecnología para la cría de peces u otros organismos acuáticos
- Se reutilizada luego de ser tratada por métodos físicos, químicos y biológicos.
- Menos del 10 % del agua es remplazado diariamente



TÉCNICAS DE CULTIVO

Funcionamiento del Sistema RAS



<https://acuiculturasosteni.wixsite.com/misitio/post/sistemas-de-recirculaci%C3%B3n-para-la-acuicultura>

www.hannacolombia.com

HANNA
instruments

TÉCNICAS DE CULTIVO

Sistema RAS

Ventajas

- Reduce la transmisión y propagación de Enfermedades.
- Disminuye en forma considerable los contaminantes al medio ambiente.
- Optimización en el uso de recursos, tales como agua, alimentos, energía, terrenos, personal, etc.
- Niveles más altos de Factor de Conversión Alimenticia.

www.hannacolombia.com

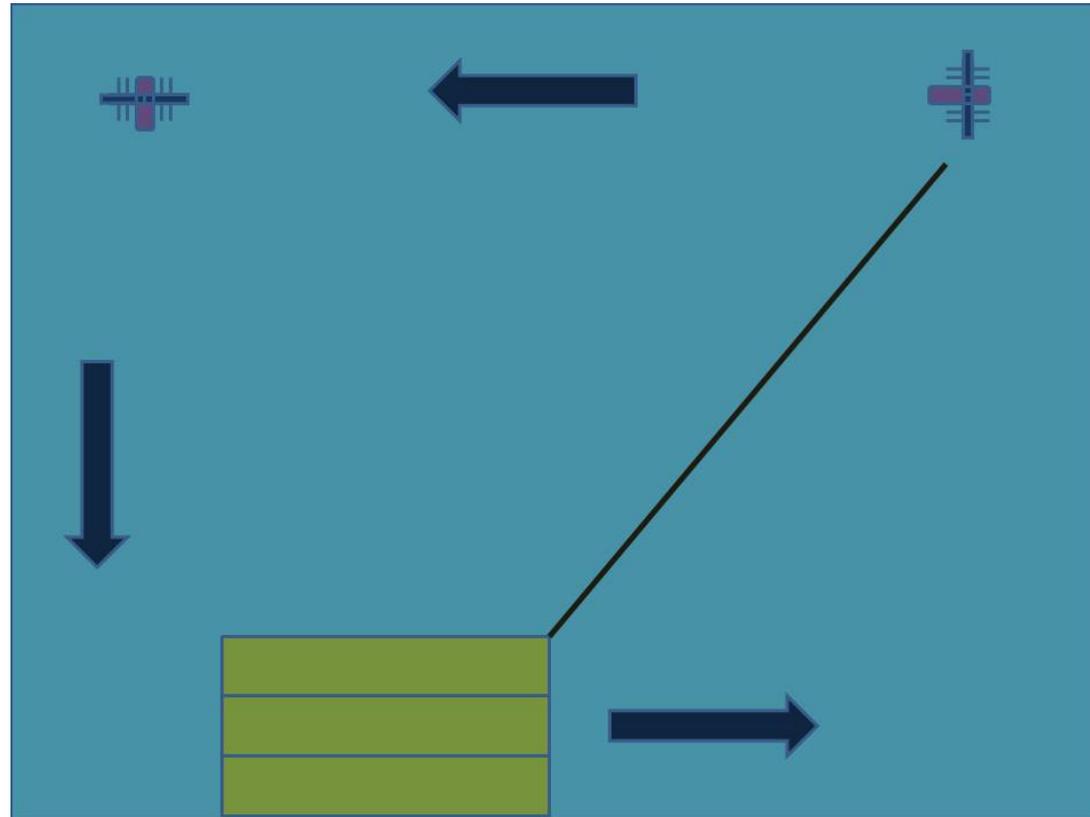
Desventajas

- Inversión inicial de alto costo.
- Personal Calificado



TÉCNICAS DE CULTIVO

Sistema IPRS ¿Qué es?



In pond reeaway system. Credits: BIOAQUAFLOC

www.hannacolombia.com

TÉCNICAS DE CULTIVO

Sistema IPRS ¿Qué es?



Vista aérea de los raceways (canales) del sistema IPRS utilizadas en el ensayo en Acuicultura El Guajaro, una granja comercial de tilapia cerca de Cartagena, Colombia.

Créditos: <https://www.globalseafood.org/>

In pond raceways. Autor: USFWS Mountain-Prairie / Public domain. On [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Creston_Raceways_\(5836796973\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Creston_Raceways_(5836796973).jpg)

www.hannacolombia.com

 **HANNA**
instruments

TÉCNICAS DE CULTIVO

Sistema IPRS

Ventajas

- Gracias a su diseño se puede tener menos carga amoniacal.
- Producen altísimas densidades hasta 70 kg/m³.
- Se acortan los ciclos de producción en el año.
- Requiere menos mano de obra.
- Amigable con el medio ambiente



Creditos: <https://www.globalseafood.org/>

Características de la Tilapia

- **RÁPIDO CRECIMIENTO** La tilapia puede alcanzar pesos de 1 a 1.5 libras en un período de 6 a 9 meses.
- **BUENA REPRODUCCIÓN** Posee alta tasa de desove, de fertilización y alta viabilidad.
- **DE FÁCIL MANEJO** Es una especie resistente a la manipulación, enfermedades y a factores físicos y/o químicos.
- **RESISTENTE A LAS ENFERMEDADES** Esta característica le permite mostrar mayor sobrevivencia
- **SOPORTA UNA ALTA DENSIDAD DE CULTIVO** Puede ser sometida a cultivos de modalidad intensiva o súper intensiva

¿Por qué es importante medir los parámetros fisicoquímicos en acuicultura?



Sanidad Animal



Óptimo crecimiento



utterstock.com • 1006911

Costo Económicos

www.hannacolombia.com



Disminuye la mortalidad



Calidad del agua



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Oxígeno Disuelto

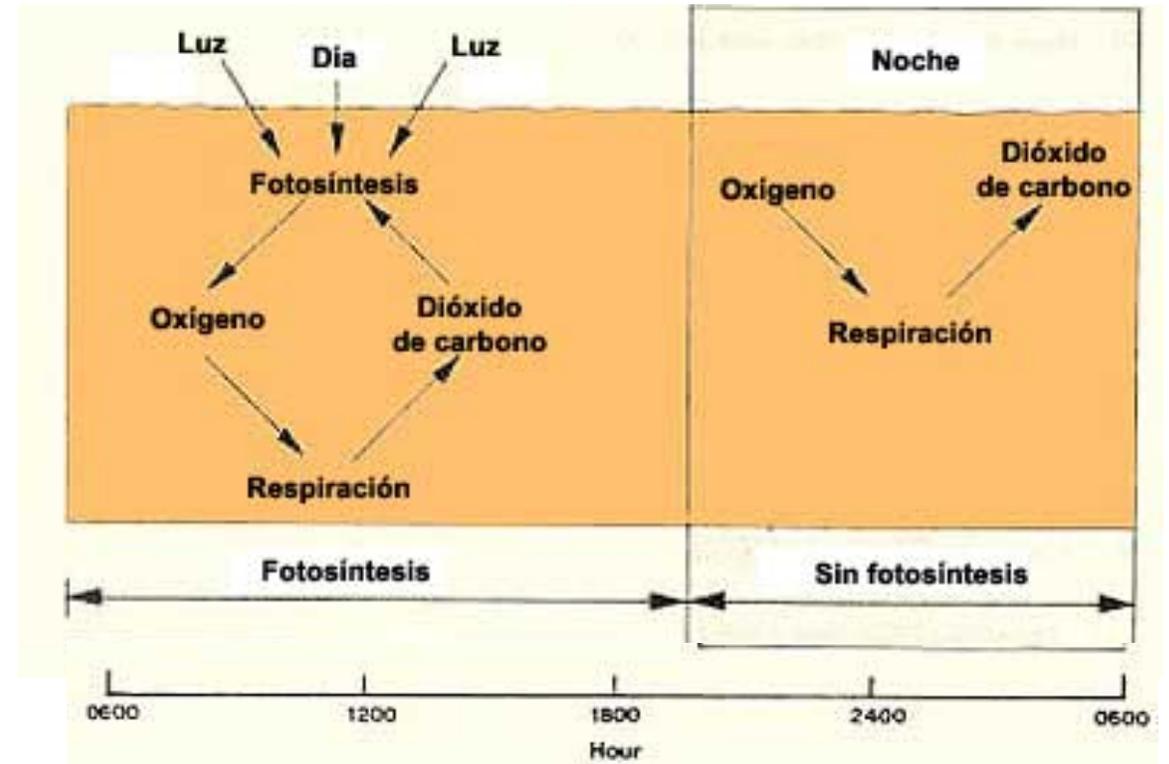
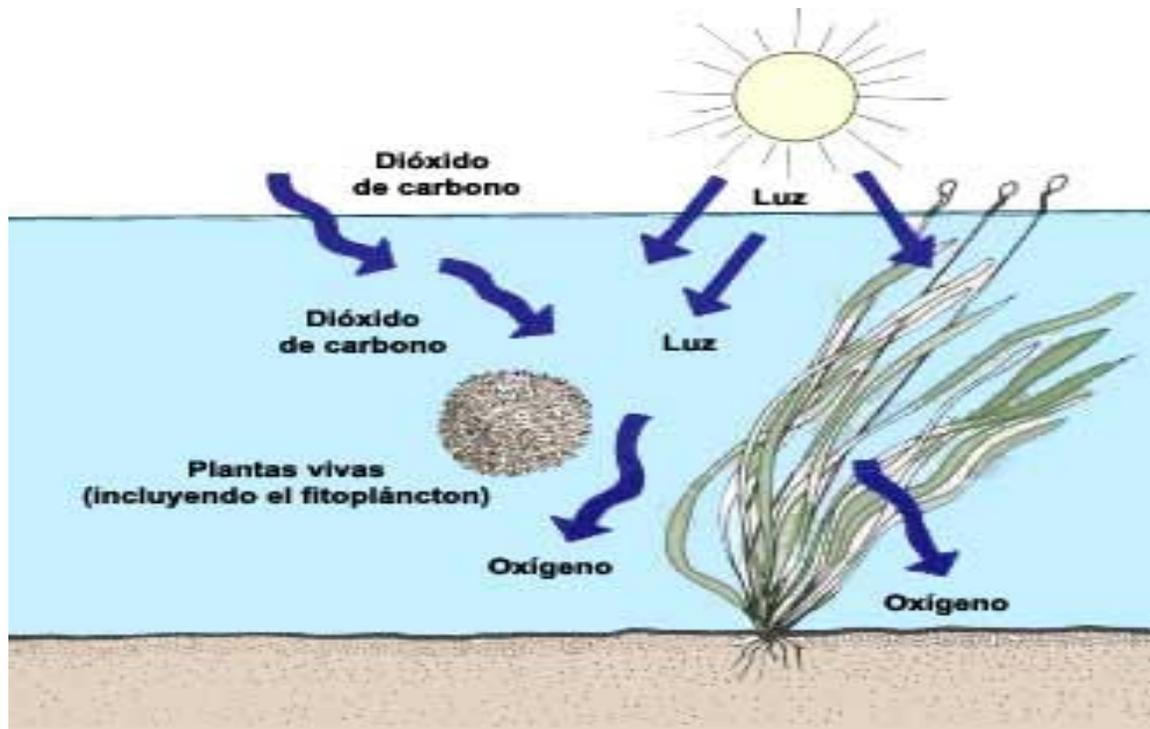
- Es el parámetro más importante para el cultivo de especies acuáticas.
- La solubilidad del oxígeno es directamente proporcional a la presión e inversamente proporcional a la temperatura.

Oxígeno (ppm)	Efectos
0 - 0.3	Los peces pequeños sobreviven en cortos períodos.
0.3-2.0	Letal a exposiciones prolongadas.
3.0 4.0	Los peces sobreviven pero crecen lentamente.
> 4.5	Rango deseable para el crecimiento del pez

Temperatura (°C)	OD (mg/L)
0	14.16
2	13.40
4	12.70
6	12.06
8	11.47
10	10.92
12	10.43
14	9.98
16	9.56
18	9.18
20	8.84
22	8.53
24	8.25
26	7.99
28	7.75
30	7.53
32	7.32
34	7.13

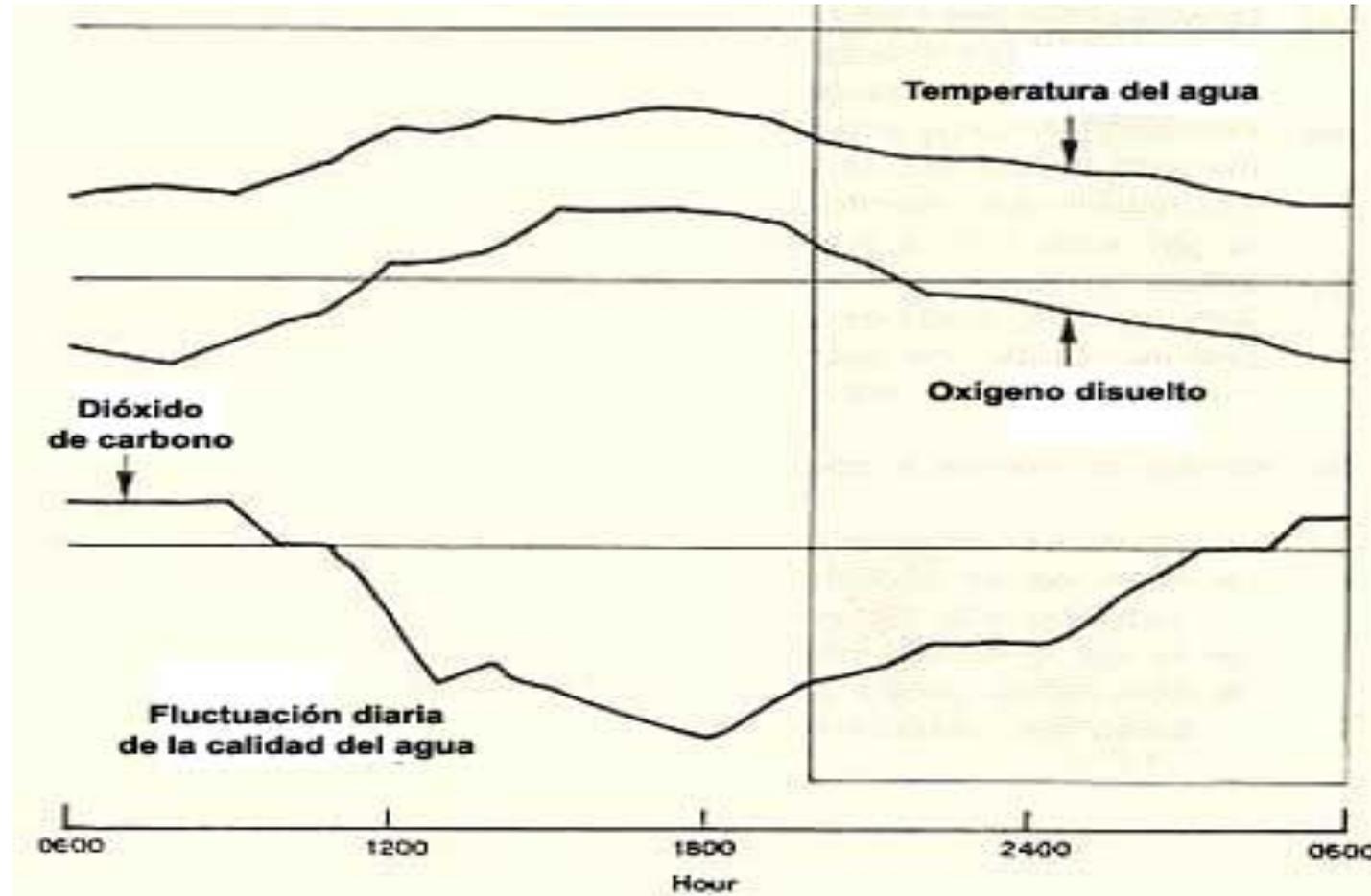
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Oxígeno Disuelto



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Oxígeno Disuelto



PARAMETROS FISICOQUÍMICOS

FACTORES QUE DISMINUYEN EL NIVEL DE OXÍGENO DISUELTO.



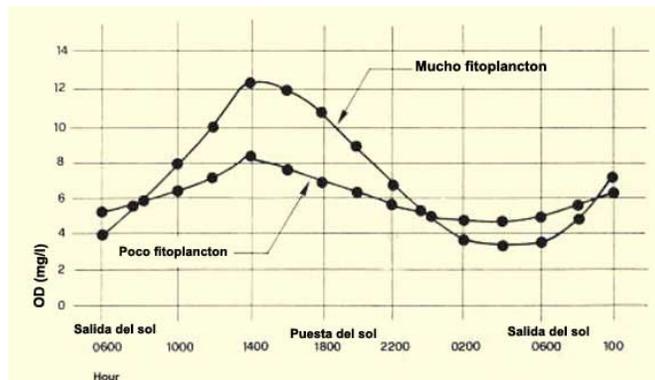
Descomposición de materia orgánica



Alimento no consumido.



Heces de los peces



Variación de la temperatura del día con respecto a la noche



Densidad de siembra

www.hannacolombia.com



Sólidos Suspendedos



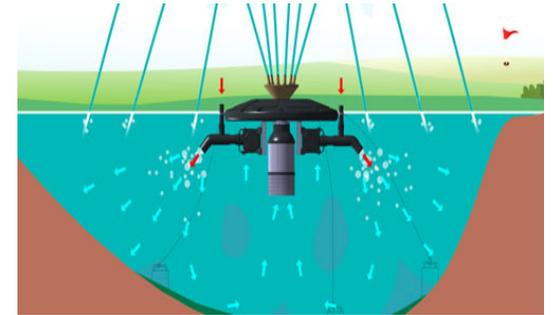
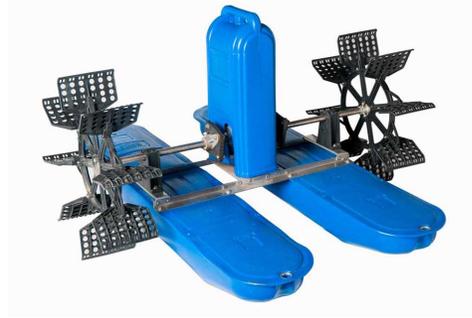
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

TIPOS DE AIREACIÓN

NATURAL



MECÁNICA



PARAMETROS FISICOQUÍMICOS

Oxígeno Disuelto ¿Cómo medir Oxígeno?

Test Kit de Oxígeno Disuelto



Fotometría



HI-97732 Dissolved oxygen photometer: Range 0

www.hannacolombia.com



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Oxígeno Disuelto ¿Cómo medir Oxígeno?

Medidores de Oxígeno Galvánico y Polarográfico

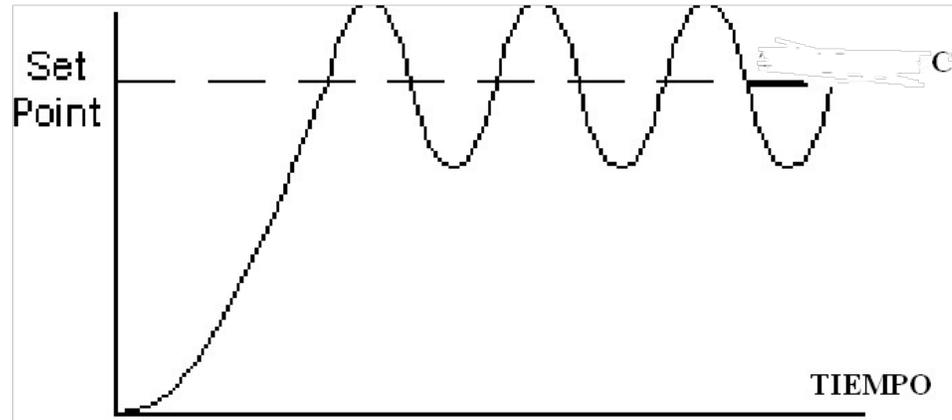


Medidor de Oxígeno sonda Óptico



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

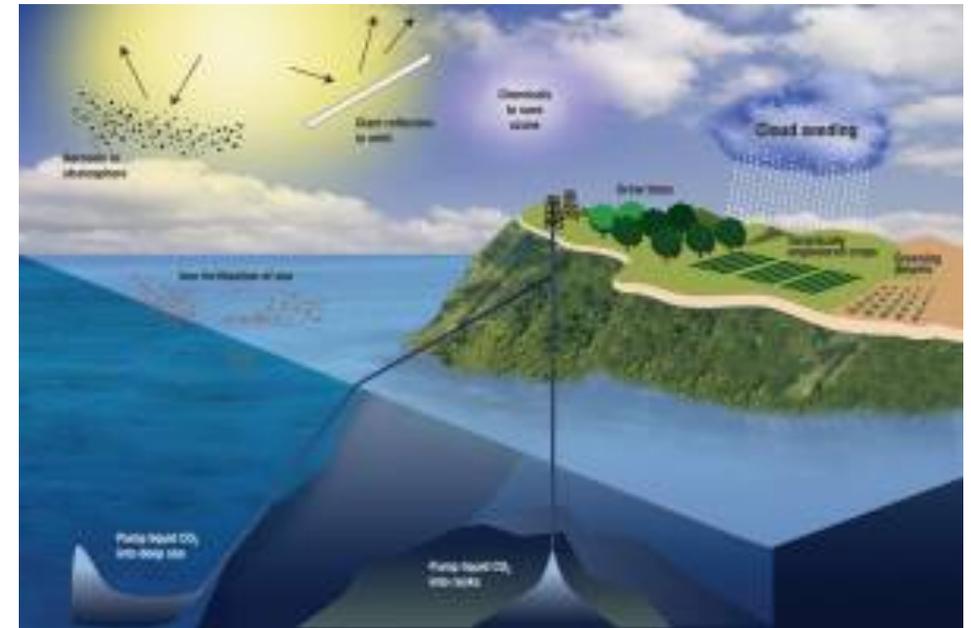
Oxígeno Disuelto ¿Cómo medir Oxígeno?



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

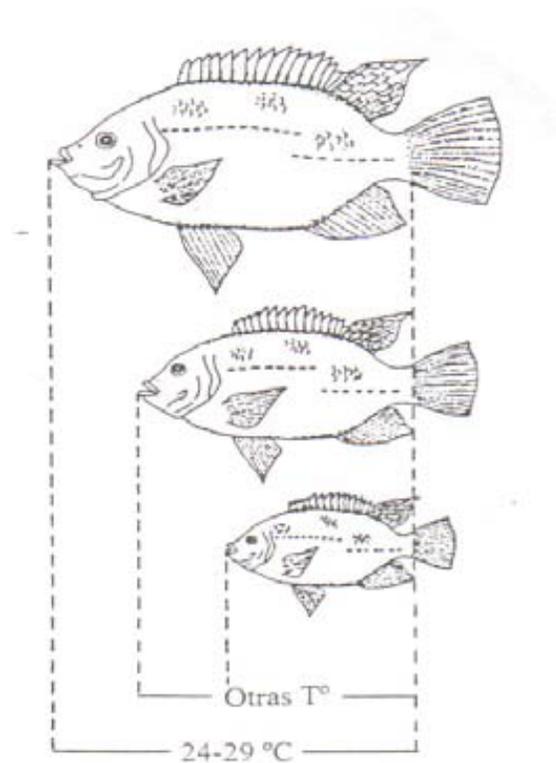
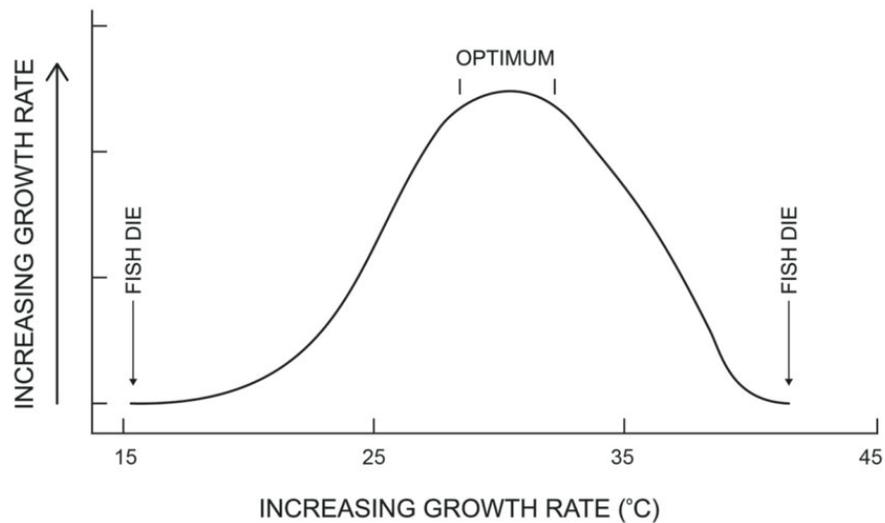
TEMPERATURA

- Los peces son animales poiquiloterms(dependientes de la temperatura del ambiente) y altamente termófilos(sensibles cambios de temperatura).
- El rango óptimo de temperatura puede fluctuar entre 28°C y 32°C,
- Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, a mayor temperatura, mayor tasa metabólica y, por ende, mayor consumo de oxígeno.
- Durante la Siembra una diferencia de no mayor a 3°C es tolerable.



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

TEMPERATURA



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

TEMPERATURA ¿Cómo Medir?

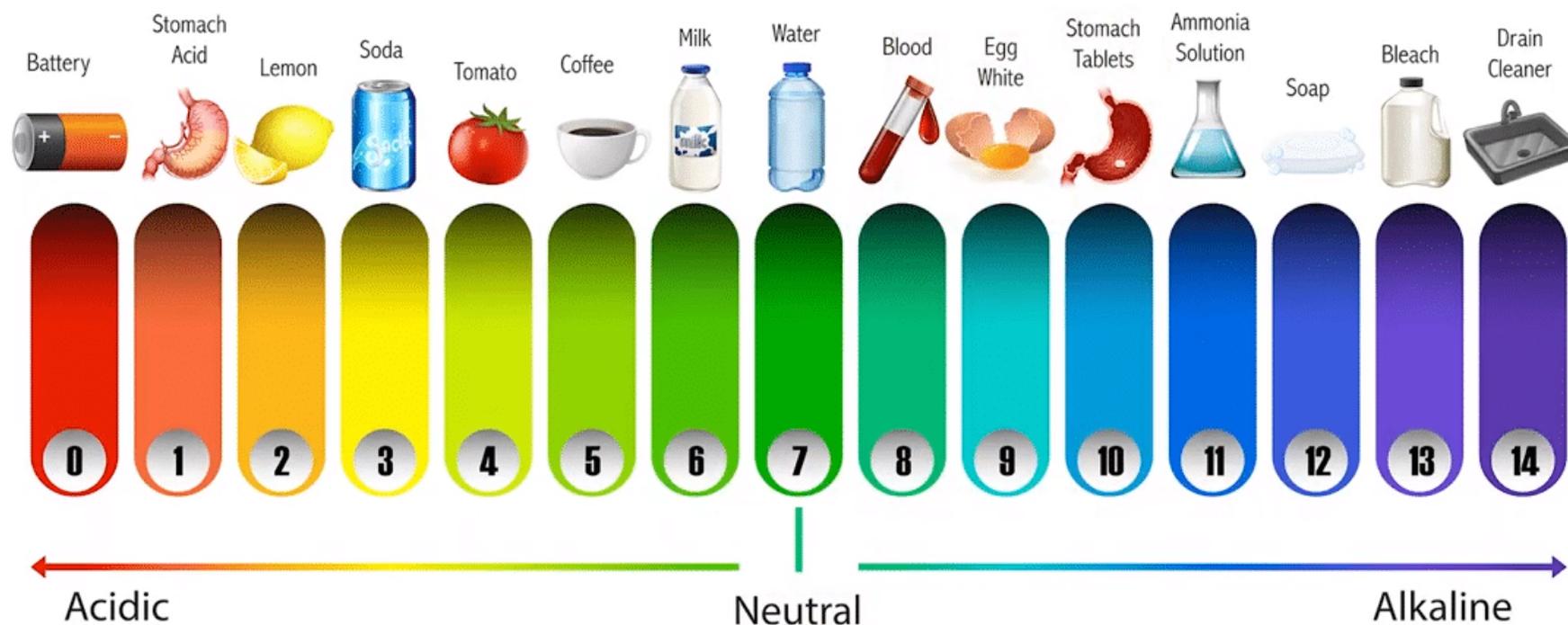


www.hannacolombia.com



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

¿Qué es el pH?



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

pH

Es la concentración de iones de hidrógeno en el agua.

Rango óptimo	6.5 a 9.0
pH < 6.5 - 9 < pH	Puede causar letargia, inapetencia, retardar el crecimiento y retrasan la reproducción
pH ácido	el ion Fe se vuelve soluble ocasionando disminución en los procesos de respiración, causando la muerte por anoxia

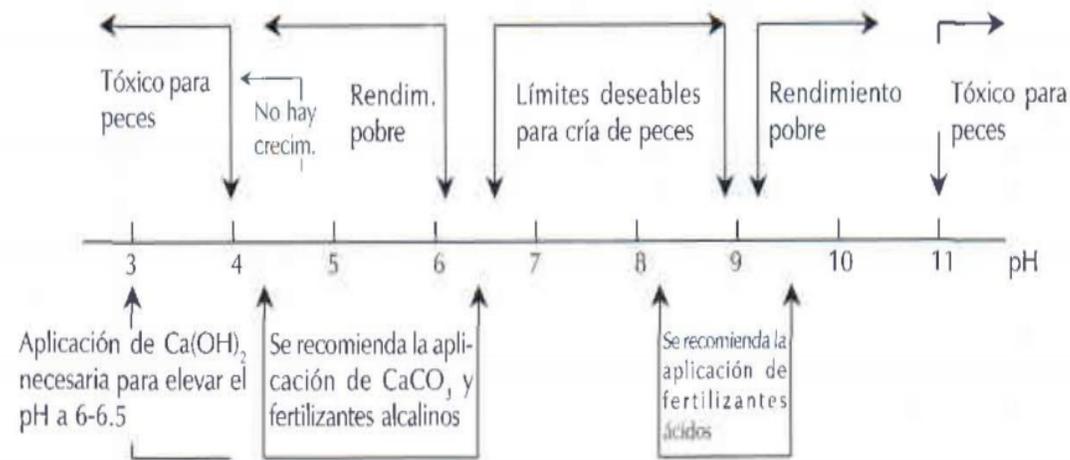
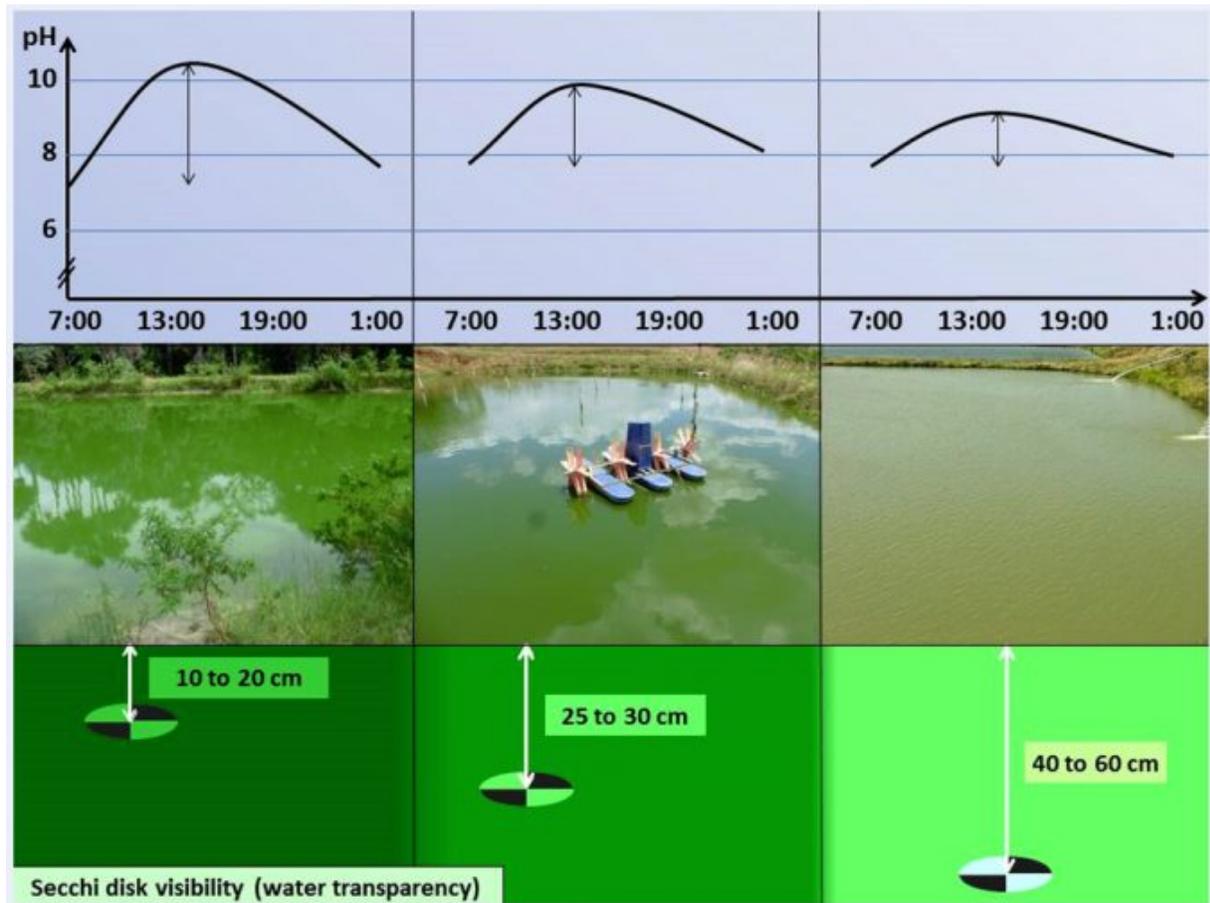


FIGURA 8. Efecto del pH sobre los peces en un estanque (Tomado de Swingle, 1969).

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

pH



www.hannacolombia.com

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

pH ¿Como medir?

Test Kit



Potenciométrica



www.hannacolombia.com

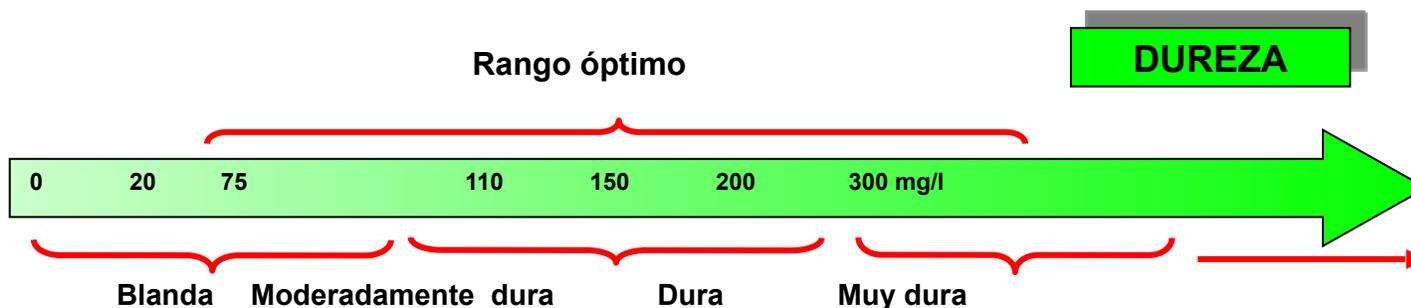


PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

DUREZA

Medida de la $[Ca^{+} y Mg^{+}]$ y se expresa en carbonato de calcio.

Agua blandas	< 100ppm
Aguas duras	>100ppm
Rangos óptimos	50-350 ppm



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

DUREZA

	Problema	Control
Durezas < 20 ppm	Ocasionan problemas en el porcentaje de fecundidad	Se controlan adicionando carbonato de calcio, o cloruro de calcio.
Durezas >350 ppm	Puede ocasionar problemas en el desarrollo	Se puede emplear zeolita en los sistemas de filtración.
Alcalinidad > 175 ppm	producen formaciones calcáreas, que pueden dañar las branquias de los peces.	

La dureza esta directamente relacionada con la alcalinidad del agua, para el cultivo debe tener una alcalinidad entre 100 ppm a 200 ppm.

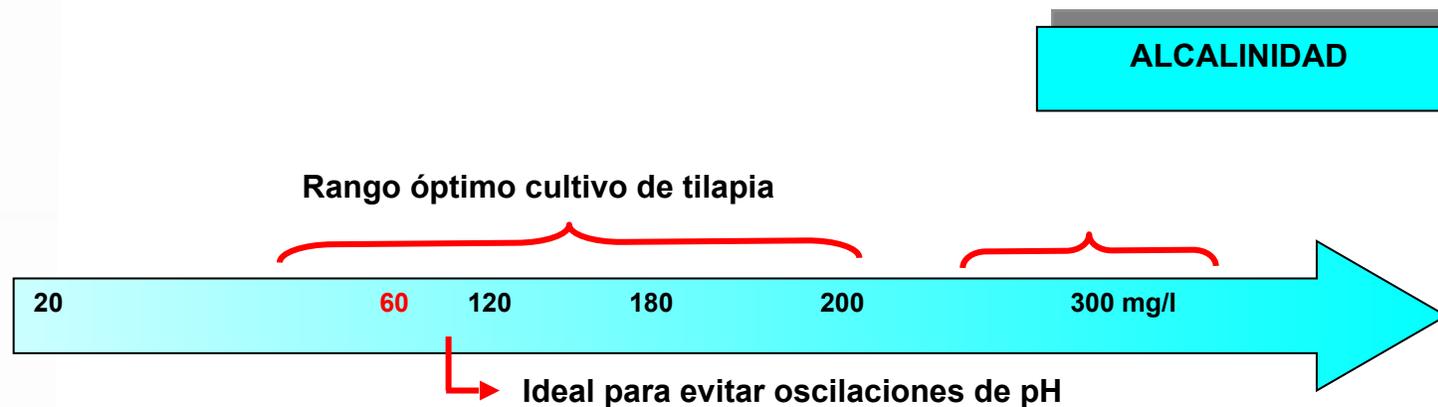
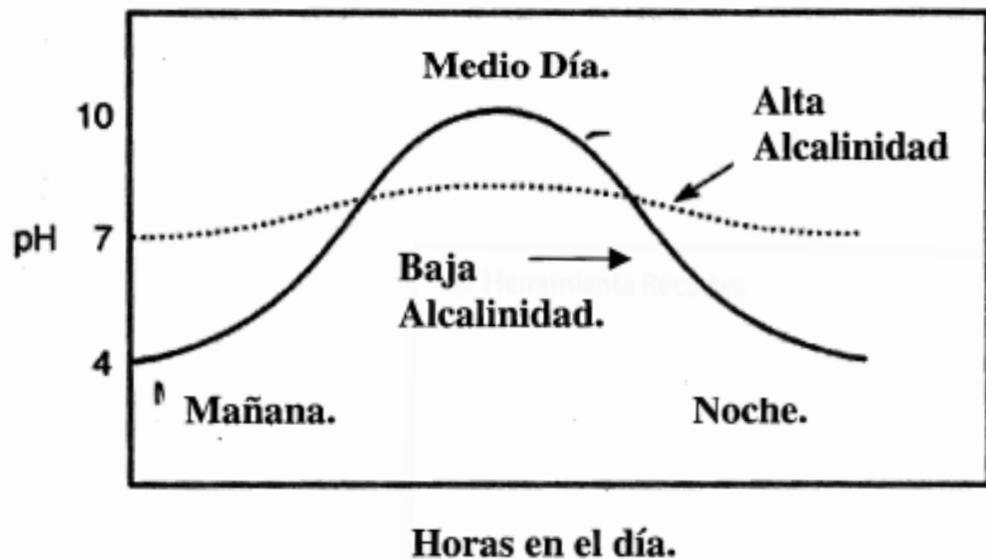
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

ALCALINIDAD

Alcalinidad = carbonatos (CO_3^{+2}) + bicarbonatos (HCO_3^-)

Alcalinidad total del agua en CaCO_3 mg/l	Potencial para la acuicultura
< 5	Muy baja: agua fuertemente ácida, inutilizable para el cultivo de peces
5-25	Baja: pH del agua variable; cantidad de dióxido de carbono insuficiente para la fotosíntesis; peligroso para la vida de los peces
25-75	Media: pH del agua variable, mediano suministro de dióxido de carbono
75-175	Alta: el pH varía en un margen muy estrecho, el suministro de dióxido de carbono es óptimo para la fotosíntesis de las plantas y en particular para el fitoplancton
>175	Media a Alta: pH del agua muy estable, el suministro de dióxido de carbono disminuye a medida que la alcalinidad aumenta; la salud de los peces no está en peligro; se pueden formar depósitos calcáreos en las superficies presentes (piedras, hormigón, madera)

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS ALCALINIDAD



La dureza está directamente relacionada con la alcalinidad del agua, para el cultivo debe tener una alcalinidad entre 100 ppm a 200 ppm.

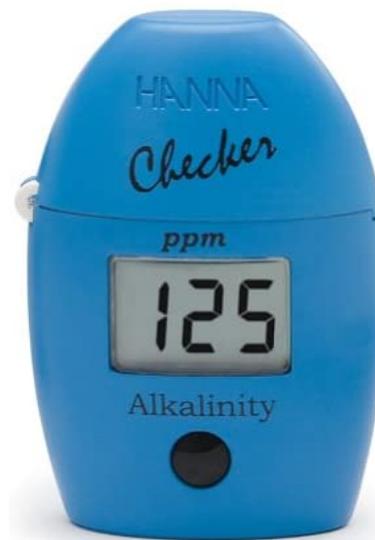
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS ¿Como medir dureza y alcalinidad?



Test kit Dureza



Test kit
Alcalinidad

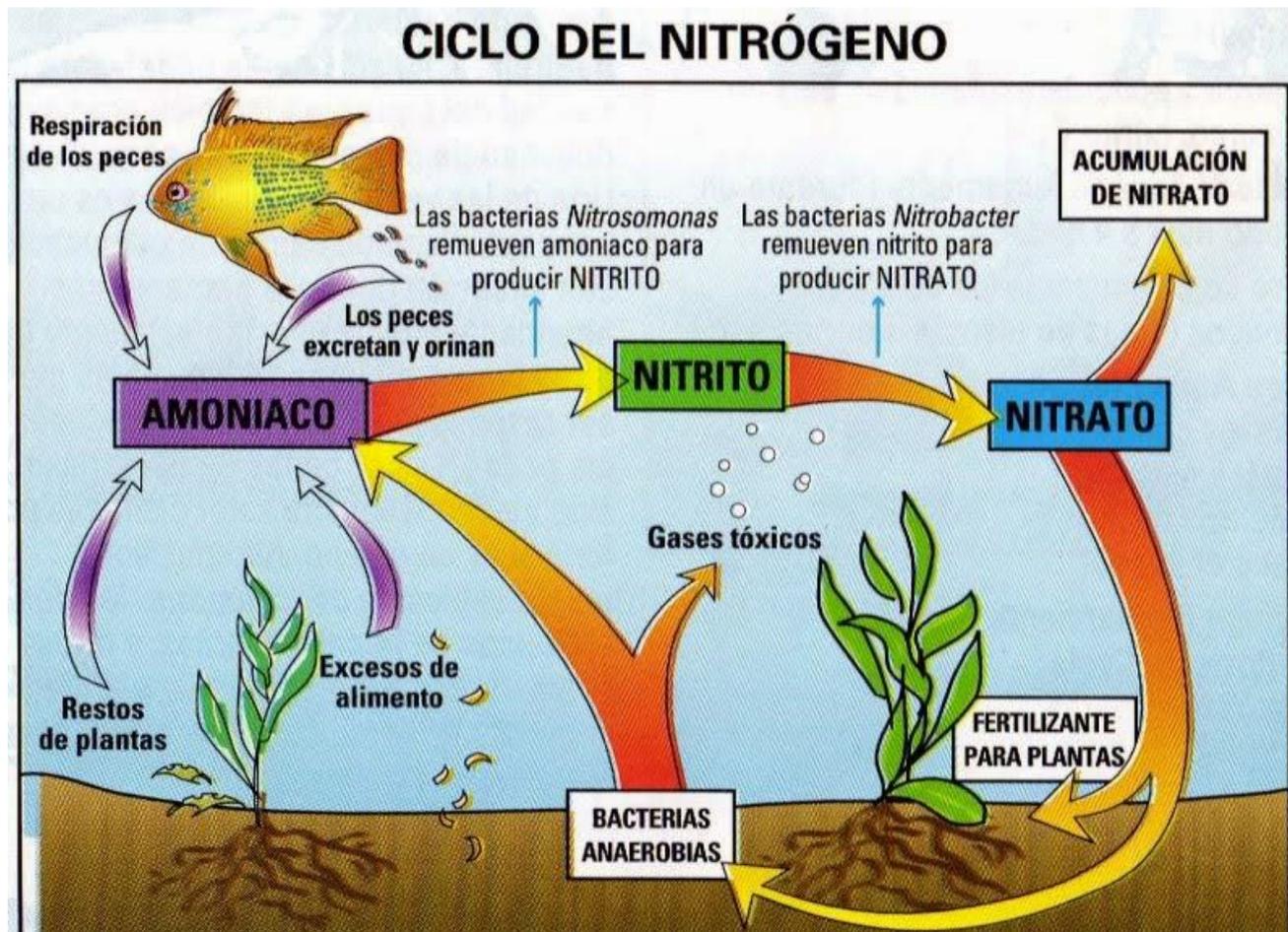


www.hannacolombia.com



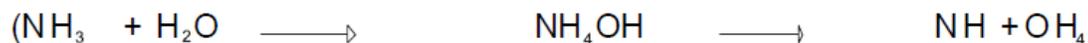
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Ciclo del Nitrógeno



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS AMONIACO.

Es un producto de la excreción, orina de los peces y descomposición de la materia (degradación de la materia vegetal y de las proteínas del alimento no consumido). El amonio no ionizado (forma gaseosa) y primer producto de excreción de los peces, es un elemento tóxico.



Forma no ionizada
Forma tóxica
Producto de excreción
de los peces.
Degradación de la
materia orgánica.

Su velocidad de conjugación
con el agua depende del pH.

Forma ionizada.
Forma no tóxica.

Nivel de tolerancia	0.6 a 2 ppm, pero deberían fluctuar entre 0.01-0.1 ppm
OD bajo, pH alto, T alto	La toxicidad del amonio en forma no ionizada AUMENTA
pH bajo	El amonio no causa mortalidades

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

¿Cómo calcular la cantidad de amonio presente en el agua?.

Si la concentración de nitrógeno de amoniaco total hallado con el kit de análisis de agua es 4 mg/l y el pH es 8.2 y la temperatura 30 °C, la concentración de amoniaco no-ionizado es: 4 mg/l nitrógeno de amoniaco total x 0.1129 = 0.4516 mg/l de amoniaco no-ionizado.

Table 1 Percentage Un-ionized Ammonia in Aqueous Solution by pH Value and Temperature
Calculated from data in Emerson, et. al*

pH	Temperature (°C)														
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
7.0	0.11	0.13	0.16	0.18	0.22	0.25	0.29	0.34	0.39	0.46	0.52	0.60	0.69	0.80	0.91
7.2	0.18	0.21	0.25	0.29	0.34	0.40	0.46	0.54	0.62	0.82	0.83	0.96	1.10	1.26	1.44
7.4	0.29	0.34	0.40	0.46	0.54	0.63	0.73	0.85	0.98	1.14	1.31	1.50	1.73	1.98	2.26
7.6	0.45	0.53	0.63	0.73	0.86	1.00	1.16	1.34	1.55	1.79	2.06	2.36	2.71	3.10	3.53
7.8	0.72	0.84	0.99	1.16	1.35	1.57	1.82	2.11	2.44	2.81	3.22	3.70	4.23	4.82	5.48
8.0	1.13	1.33	1.56	1.82	2.12	2.47	2.86	3.30	3.81	4.38	5.02	5.74	6.54	7.43	8.42
8.2	1.79	2.10	2.45	2.86	3.32	3.85	4.45	5.14	5.90	6.76	7.72	8.80	9.98	11.29	12.72
8.4	2.80	3.28	3.83	4.45	5.17	5.97	6.88	7.90	9.04	10.31	11.71	13.26	14.95	16.78	18.77
8.6	4.37	5.10	5.93	6.88	7.95	9.14	10.48	11.97	13.61	15.41	17.37	19.50	21.78	24.22	26.80
8.8	6.75	7.85	9.09	10.48	12.04	13.76	15.66	17.73	19.98	22.41	25.00	27.74	30.62	33.62	36.72
9.0	10.30	11.90	13.68	15.65	17.82	20.18	22.73	25.46	28.36	31.40	34.56	37.83	41.16	44.53	47.91
9.2	15.39	17.63	20.08	22.73	25.58	28.61	31.80	35.12	38.55	42.04	45.57	49.09	52.58	55.99	59.31
9.4	22.38	25.33	28.47	31.80	35.26	38.84	42.49	46.18	49.85	53.48	57.02	60.45	63.73	66.85	69.79
9.6	31.36	34.96	38.38	42.49	46.33	50.16	53.94	57.62	61.17	64.56	67.77	70.78	73.58	76.17	78.55
9.8	42.00	46.00	50.00	53.94	57.78	61.47	64.99	68.31	71.40	74.28	76.92	79.33	81.53	83.51	85.30
10.0	53.44	57.45	61.31	64.98	68.44	71.66	74.63	77.35	79.83	82.07	84.08	85.88	87.49	88.92	90.19
10.2	64.53	68.15	71.52	74.63	77.46	80.03	82.34	84.41	86.25	87.88	89.33	90.60	91.73	92.71	93.58

* Emerson, K., R. C. Russo, R.E. Lund, and R.V. Thurston. 1975. Aqueous ammonia equilibrium calculations: effect of pH and temperature. *J. Fish. Res. Board Can.*, 32:2379-2383.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EFECTOS DEL AMONIO.

- Causa bloqueo del metabolismo.
- Daño en las branquias.
- Afecta el balance de sales.
- Produce lesiones en órganos internos,
- inmunosupresión y susceptibilidad a las enfermedades.
- Reducción del crecimiento y sobrevivencia, exoftalmía

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS ¿Cómo medir el amoníaco?



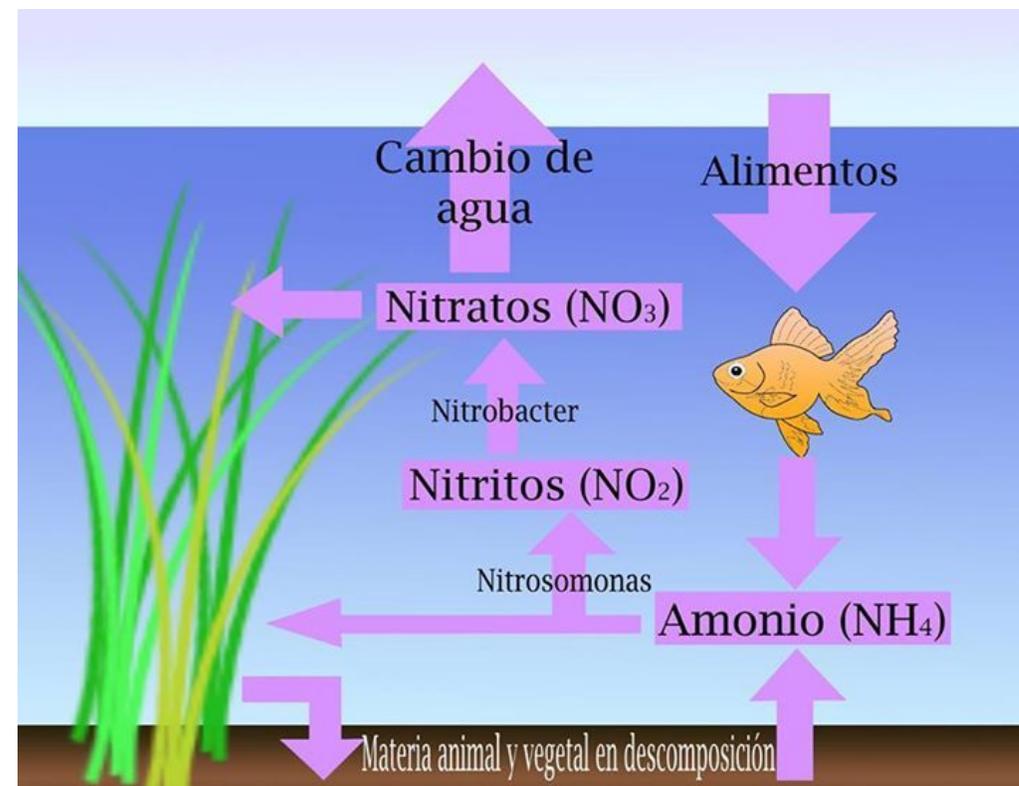
www.hannacolombia.com



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Nitritos y Nitratos

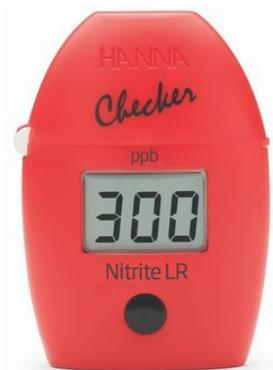
- Importante por gran toxicidad
- La toxicidad de los nitritos depende de la cantidad de cloruros, temperatura y concentración de oxígeno en el agua.
- Es necesario mantener la concentración por debajo de 0.1 ppm, haciendo recambios fuertes, limitando la alimentación y evitando concentraciones altas de amonio en el agua.
- Se recomienda rango de nitratos de 1.5 - 2.0 mg/l



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

¿Cómo medir Nitritos y Nitratos?

Nitritos



Nitratos

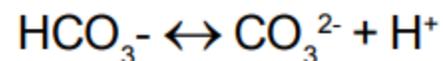
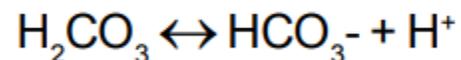
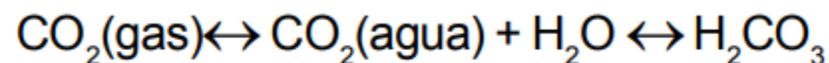


www.hannacolombia.com



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DIÓXIDO DE CARBONO

- Producto de la actividad biológica de los organismos y microorganismos.
- Se debe mantener por debajo de 20 ppm
- Puede ocasionar letargia e inapetencia.



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

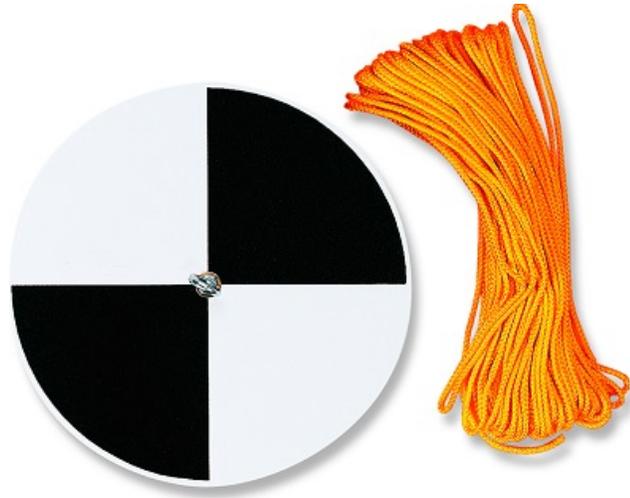
TURBIDEZ

- Está dada por el material en suspensión en el agua, bien sea mineral u orgánico.
- Los sedimentos en suspensión pueden obstruir las branquias de los peces.
- Las partículas suspendidas absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y así reduciendo la concentración de oxígeno en el agua.
- Para disminuir la turbidez se puede aplicar(sulfato de aluminio), el cual permite que las partículas de arcilla se floculen y se precipiten al fondo.



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

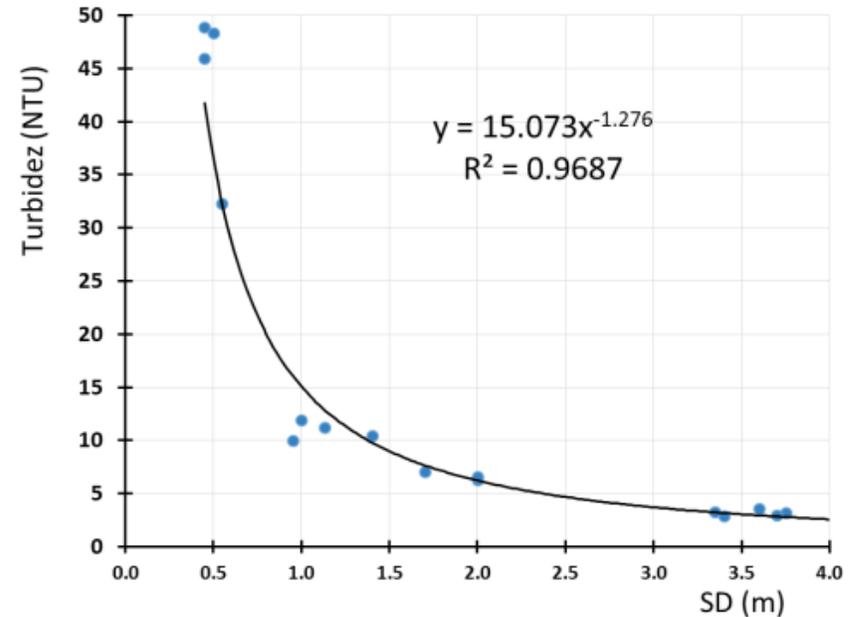
¿Cómo medir la turbidez?



Disco SECCHI



Medidor de Turbidez



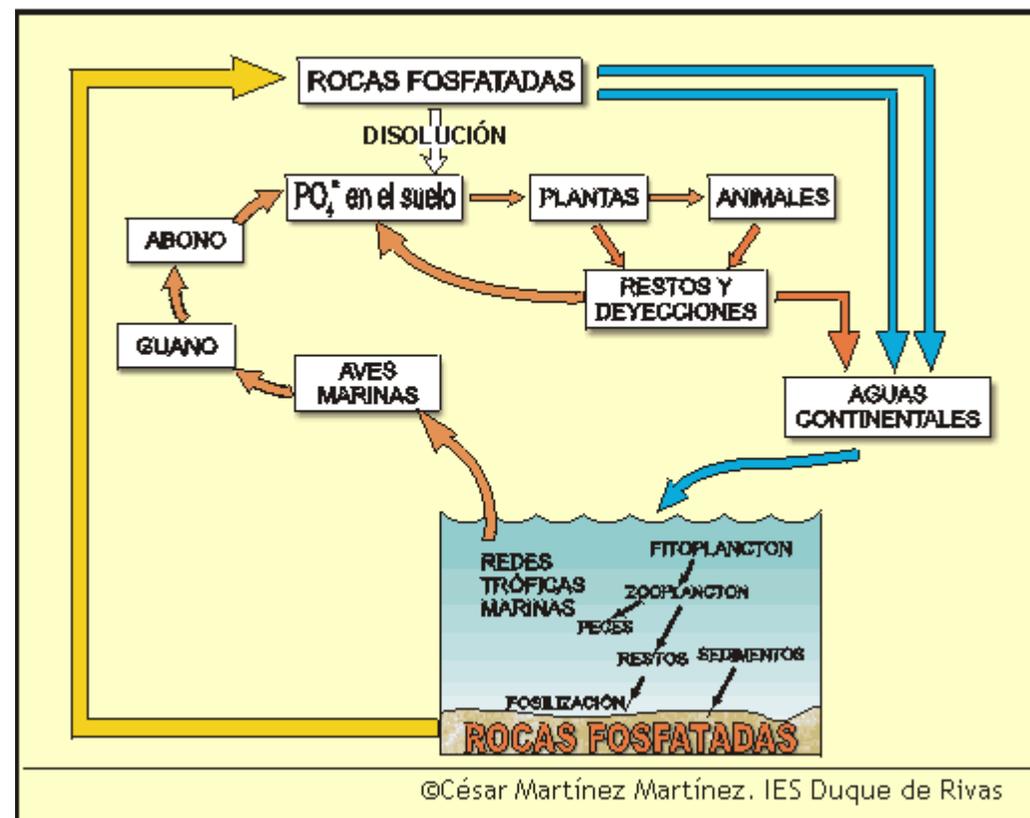
Correlación NTU VS Disco SECCHI

Rango recomendado: Se deben mantener 30 centímetros de visibilidad (lectura del Disco Secchi)

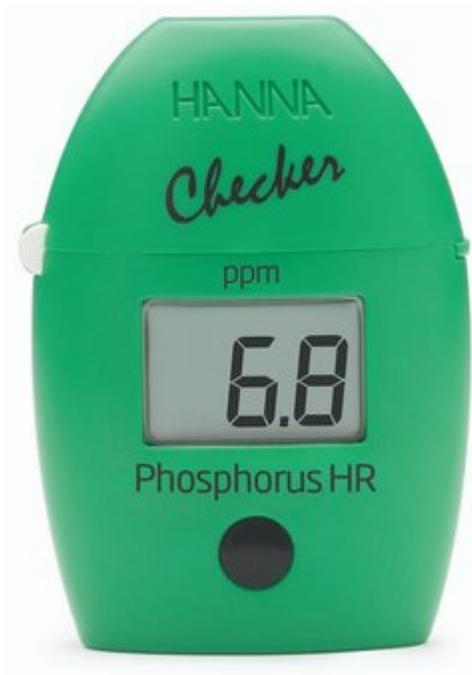
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS FOSFATOS

- Se produce por la actividad biológica de los peces y de la sobrealimentación con alimentos balanceados.
- Altas concentraciones pueden provocar el aumento del fitoplancton ocasionando bajas de oxígeno en la noche.
- Su valor debe estar entre 0.6 y 1.5 ppm .
- Su toxicidad aumenta a valores de pH ácido.

CICLO DEL FÓSFORO



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS ¿Como medir los fosfatos?



www.hannacolombia.com



PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS CLORUROS Y SULFATOS

- Se derivan de la actividad metabólica de los peces y del aporte de los suelos y aguas subterráneas.
- El límite superior para los cloruros son 10 ppm.
- El rango máximo permisible para sulfatos es de 18 ppm.

Bogotá D.C.

📍 Carrera 98 # 25G-10 Bodega 9, Bogotá [Ver mapa](#)

☎ (571) 5189995

Cali

📍 Avenida 4 Norte # 6N-67, Edificio Siglo XXI, Oficina 208, Cali [Ver mapa](#)

☎ (572) 3930378

Pereira

📍 Calle 14 # 23 - 72, Edificio Altura Centro de Negocios [Ver mapa](#)

☎ (576) 3413652

Bucamaranga

📍 Carrera 27 # 37 - 33, Edificio Empresarial Green Gold, Oficina 519 [Ver mapa](#)

☎ (577) 645 2720

Medellín

📍 Carrera 48 # 20-34 Torre 1, Oficina 814 Centro Empresarial Ciudad del Rio, Medellín [Ver mapa](#)

☎ (574) 4233334, (574) 3222059

Barranquilla

📍 Carrera 51B # 80-58, Oficina 510, Edificio Smart Office, Barranquilla [Ver mapa](#)

☎ (575) 3201325

Neiva

📍 Avenida Carrera 15 # 26 -12 Sur, Edificio ProHuila, Local 2 [Ver mapa](#)

☎ (578) 866 7310

www.hannacolombia.com

GRACIAS



Referencias

- http://epic-aqua.eu/epic-aqua_es/RAS_es.html
- <https://www.fao.org/aquaculture/es/>
- <https://www.bioaquafloc.com/biofloc/como-calcular-la-toxicidad-verdadera-del-amonio-y-amoniaco-en-biofloc/>