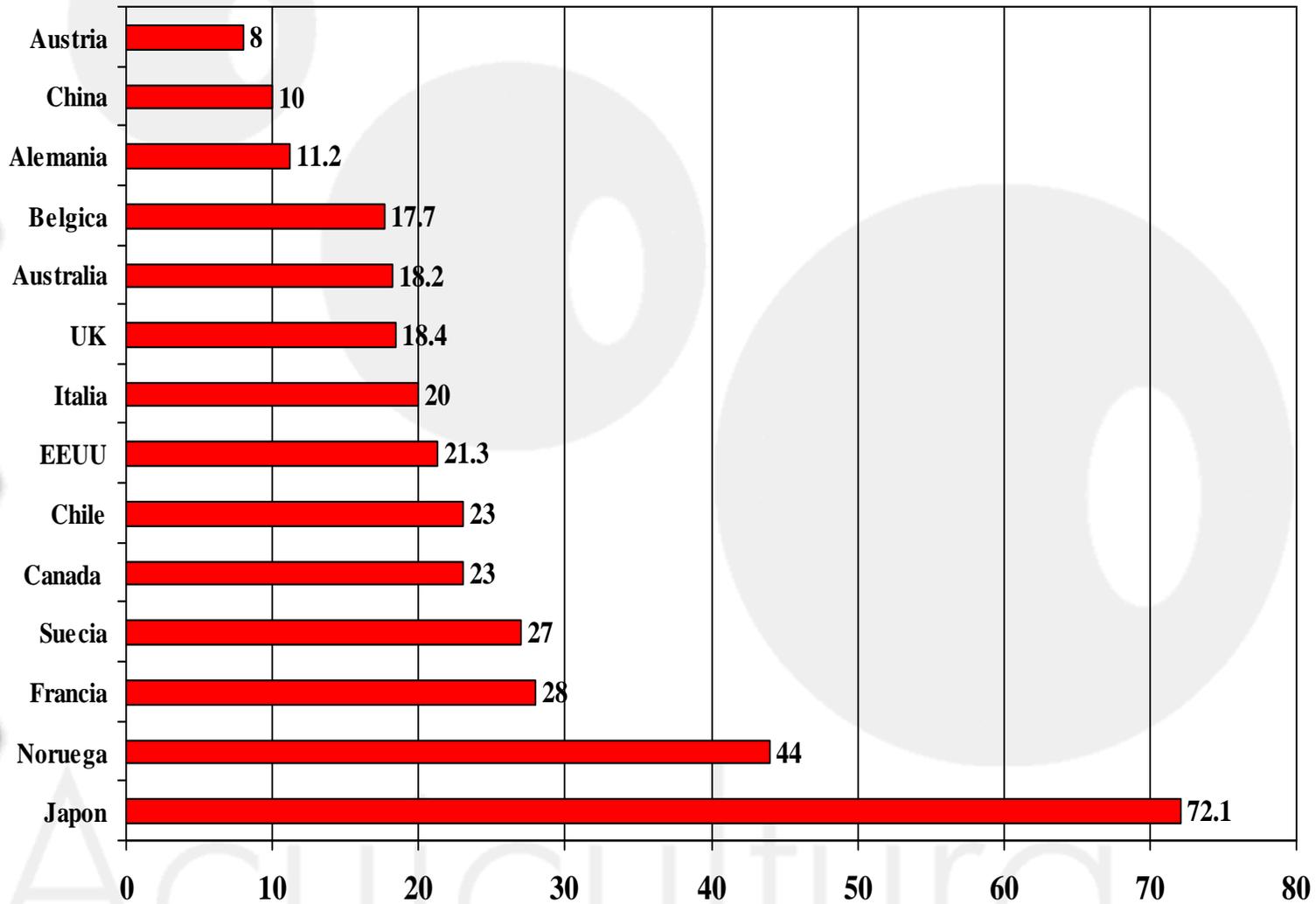


Tendencias en la producción industrial de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en Colombia.

Gustavo A Alvis H.



Consumo per. capita de pescado mundial





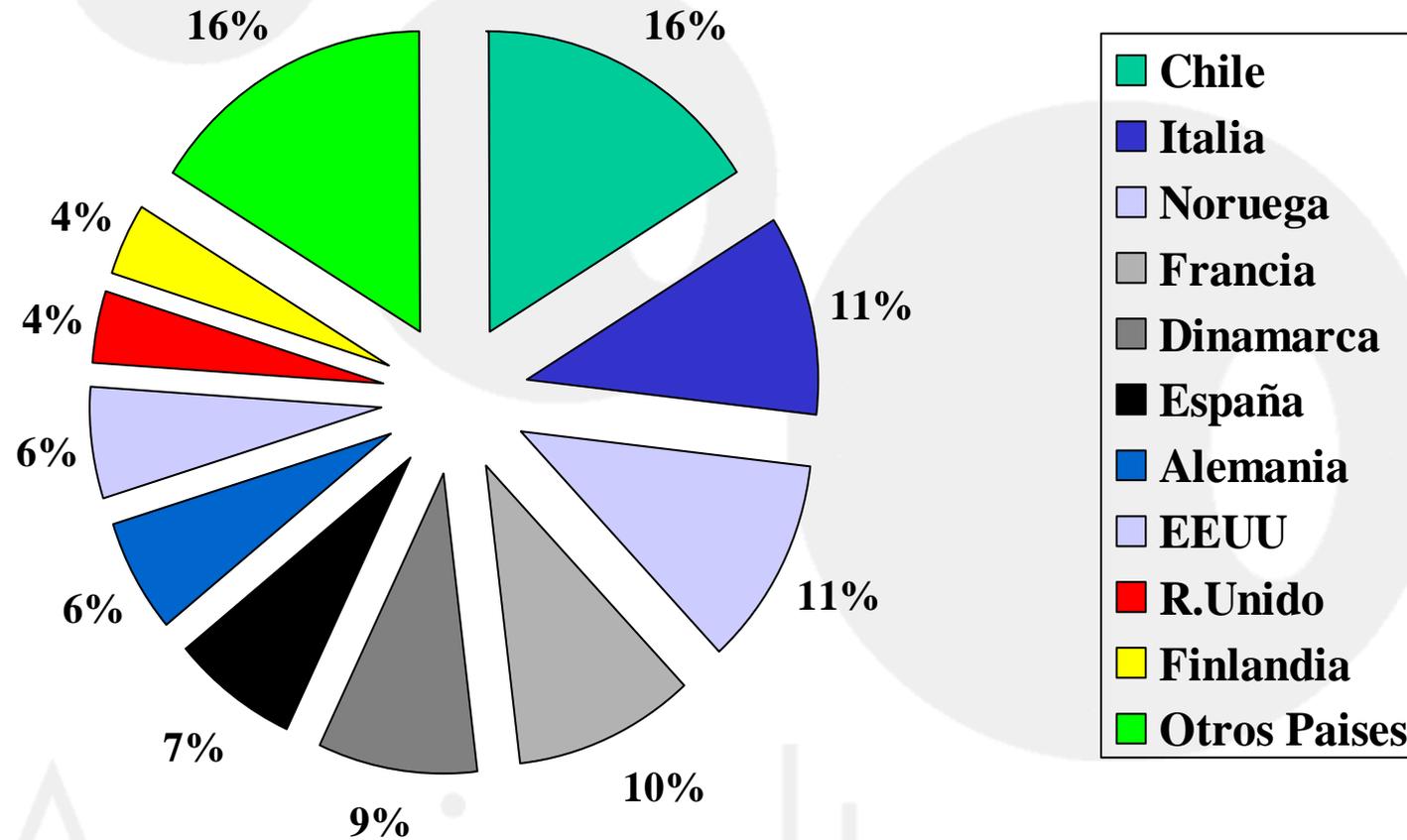
PRODUCCION MUNDIAL DE SALMON Y TRUCHA CULTIVADO TONELADAS DE PRODUCTO EVISCERADO

PAIS	1996	1997	1998	1999	2000e	% 2000
Noruega	282.000	312.600	348.600	412.200	412.700	41,1%
Chile	165.200	201.500	232.200	200.600	271.500	27,1%
Reino Unido	74.700	83.700	90.000	108.000	114.000	11,4%
Canada	40.400	45.000	42.300	56.700	70.000	7,0%
Islas Faroe	18.500	18.900	22.500	33.300	37.000	3,7%
Estados Unidos	15.000	19.800	19.800	21.600	20.000	2,0%
Irlanda	13.000	15.000	19.500	18.600	18.000	1,8%
Finlandia	18.100	16.300	16.300	16.300	16.000	1,6%
Japón	18.000	10.000	9.000	10.800	12.000	1,2%
Australia	7.500	7.200	9.900	9.000	10.000	1,0%
TOTAL	676.100	751.400	833.700	908.900	1.003.200	100%
% Variación	23%	11%	11%	9%	10%	

Última actualización 16/02/01 Por Asociación de Productores de Salmón y Trucha de Chile



Producción Mundial de Trucha Arco Iris 438,013 Toneladas/año



Fuente: FAO - FishStat Plus 2000



Tendencias en el cultivo.

1. Sistemas de oxígeno suplementario. (Control de cargas (O₂)).
2. Sistemas anti-estrés.
3. Sistemas de control y seguimiento.

Acuicultura

Sistemas de oxígeno suplementario. (Control de cargas O₂).

El cálculo de la carga en una instalación acuícola debe realizarse asegurando un óptimo aporte de oxígeno para la respiración de los peces y una adecuada eliminación del amoníaco excretado y de los restos sólidos de pienso y heces.



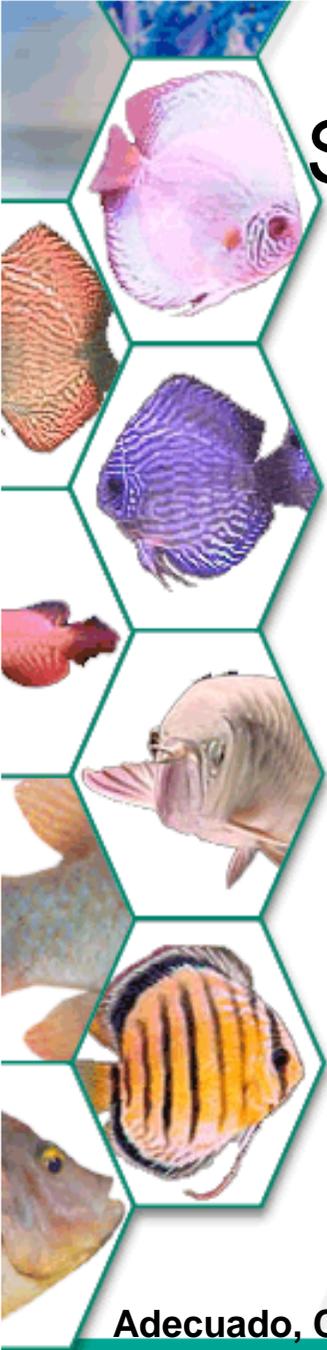
O₂ aportado



O₂ consumido



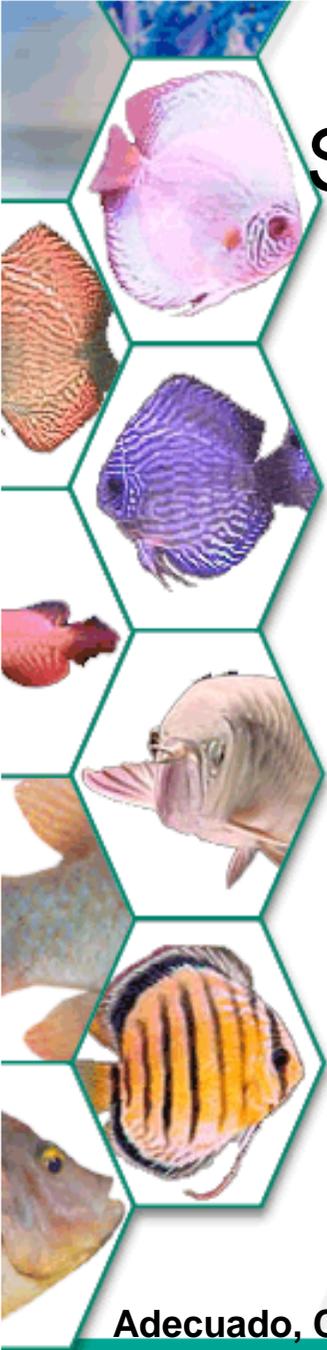
O₂ residual



Sistemas de oxígeno suplementario. (Control de cargas O₂).

El oxígeno consumido dependerá de la biomasa de peces existente en el tanque y de la tasa de consumo, que a su vez es función del peso medio y de la temperatura del agua:

$$\text{O}_2 \text{ consumido} = \text{Biomasa (Kg.)} \times \text{Tasa de consumo (Mg./Kg./h)}$$



Sistemas de oxígeno suplementario. (Control de cargas O₂).

Por otra parte el oxígeno aportado, vendrá determinado por el caudal y por el oxígeno disponible en el agua, que dependerá de su solubilidad y de la mínima concentración tolerable por la especie en cuestión:

$$O_2 \text{ aportado} = \text{Caudal (l/h)} \times \text{Oxígeno disponible (Mg./l)}$$

Programa de calculo de Cargas Solla.

Demanda de Oxígeno		
Peso en gramos	2	
Temperatura del Agua	13	
Temperaturas > 10°C	413.7	Mg/kg Hora.
Demanda total de oxígeno		
Biomasa Kg	400	
DTO Mg/seg	45.97	
Caudal Necesario de acuerdo a DTO		
Caudal Lts/seg	19.155	
Ppm Oxígeno fuente	7.4	
Ppm Oxígeno Salida	5	

Demanda de Oxígeno		
Peso en gramos	2	
Temperatura del Agua	15	
Temperaturas > 10°C	465.0	Mg/kg Hora.
Demanda total de oxígeno		
Biomasa Kg	400	
DTO Mg/seg	51.67	
Caudal Necesario de acuerdo a DTO		
Caudal Lts/seg	21.528	
Ppm Oxígeno fuente	7.4	
Ppm Oxígeno Salida	5	

Demanda de Oxígeno		
Peso en gramos	2	
Temperatura del Agua	17	
Temperaturas > 10°C	519.0	Mg/kg Hora.
Demanda total de oxígeno		
Biomasa Kg	400	
DTO Mg/seg	57.67	
Caudal Necesario de acuerdo a DTO		
Caudal Lts/seg	24.028	
Ppm Oxígeno fuente	7.4	
Ppm Oxígeno Salida	5	



Capacidad de Carga en función del oxígeno.

Para calcular la biomasa en función del oxígeno en un sistema de un solo paso se trabaja la formula:

$$W = F * L * I \text{ (Piper et.al 1.992)}$$

Donde:

W =Biomasa permisible del pez a una determinada longitud.

F = Kg trucha/lpm/cm de longitud del cuerpo.

L = Longitud promedio del cuerpo (cm).

I = Entrada de agua expresada en lpm

El valor de F esta en función de la temperatura y la altitud compensada por el requerimiento de oxígeno de las truchas por unidad de longitud del cuerpo.

Factor de condición ??????? K





Sistemas de oxígeno suplementario. (Control de cargas O_2).

Tendencia.

Calcular y cargar la finca con base en sus condiciones de caudal y soportando las deficiencias de oxígeno con sistemas de oxigenación alternativo que ayuden a soportar dichas cargas. Ejemplo. Fincas con hasta 150 Kg./m³ de carga en ceba, 90 Kg./m³ en dedinaje. (Optimización del espacio construido).

Acuicultura

Tendencias en el cultivo.

1. Sistemas de oxígeno suplementario.
(Control de cargas (O₂)).
2. **Sistemas anti-estrés.**
3. Sistemas de control y seguimiento.



Acuicultura

Sistemas anti-estrés.

Situación en la cual el equilibrio dinámico de un organismo (estado de homeostasis) es modificado como consecuencia de la acción de un estímulo intrínseco o extrínseco al animal, denominado *agente estresante*.

RESPUESTA : reacciones de comportamiento y/o fisiológicas con el objeto de compensar y/o adaptarse a la nueva situación.

Sistemas anti-estrés.

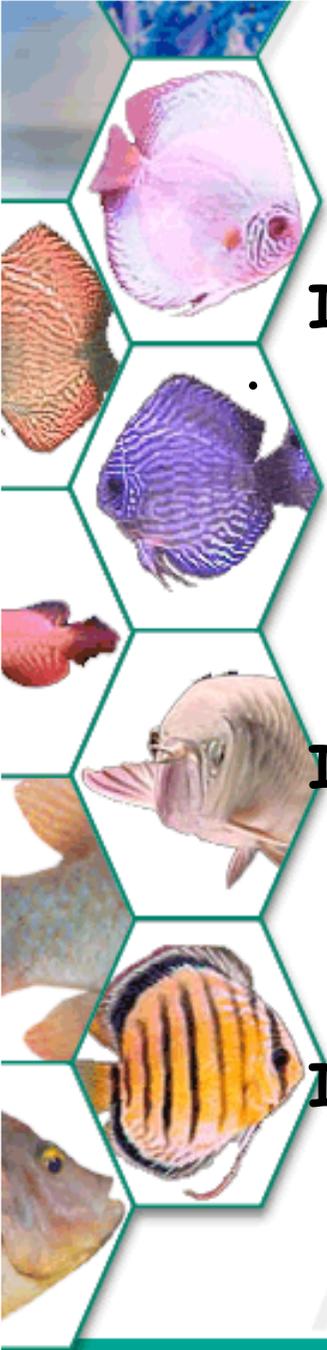
Reacciones:

Síntesis y liberación de catecolaminas (adrenalina, noradrenalina, cortisol, ACTH, CO₂, hormona melanotropa) y hormonas esteroideas

Liberación en sangre incrementa:

Frecuencia respiratoria, cardíaca, transporte de O₂, movilización de sustratos energéticos

Sistemas anti-estrés.



I. Reacción de alarma: >actividad motora, ritmo cardíaco, flujo sanguíneo (corazón, branquias, cerebro, músculo esquelético), captación y transporte de O₂, tasa metabólica (> glucosa plasmática glucógeno del hígado y ácidos grasos libres del tejido adiposo)

II. Fase de resistencia (si el estrés continua) : El cortisol se mantiene elevado activando las funciones metabólicas y osmorreguladoras (hiperglicemia)

II. Fase de agotamiento: altos niveles de cortisol y activación metabólica indefinido alteran crecimiento, reproducción, sistema inmune y muerte del pez.

Sistemas anti-estrés (Densidad Social).

La capacidad de carga en los estanques también está en función de los requerimientos de espacio de las truchas.

Espacio de cultivo
Longitud del pez.



Sistemas anti-estrés (Densidad Social).

ESPACIO.

$$W_{den} = P_{vol} * D_{fac}.$$

Donde:

W_{den} = Biomasa Kg de los peces por unidad de longitud del cuerpo (cm) por estanque.

P_{vol} = Volumen del recinto.

D_{fac} = Índice de densidad (Kg de peces por m³ de espacio de cultivo por cm de longitud del cuerpo).



ACUICULTURA

Sistemas anti-estrés (Densidad Social).

LONGITUD DEL PEZ

$$\text{Bio} = \text{Wden} * L$$

Donde:

Bio = Biomasa Total.

Wden = Biomasa Kg de los peces por unidad de longitud del cuerpo (cm) por estanque.

L = Longitud del pez en centímetros.



Acuicultura

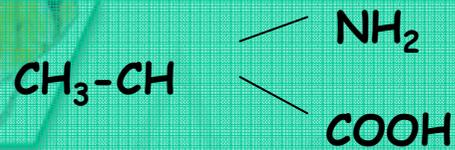
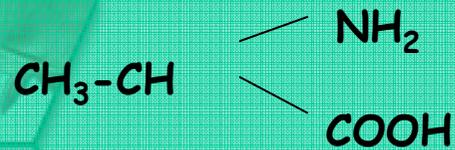
Sistemas anti-estrés (Control del Amonio).

Amonio (NH_3)

Ración

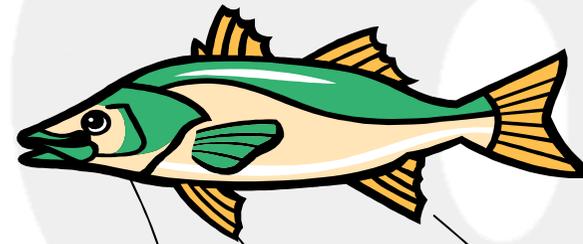
Proteínas

Aminoácidos

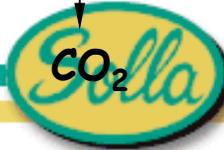


Desaminación

Amonificación



CO_2



Sistemas anti-estrés (Control del Amonio).

La capacidad de carga en función del amonio esta determinada por el limite de tolerancia medio cronico (LTMc) del amonio no ionizado (NH_3). El valor limite para truchas esta en el orden de 0.03 mg/l.

Para estimar la producción de amonio utilizamos la siguiente formula:

$$Pa = Rt * W * Ni * Nu * Ne \text{ (Meade 1.989)}$$

Donde :

Pa = Total de amonio generado/dia en Kg.

Rt = Tasa diaria de alimentación (Kg/100 Kg Biomasa)

W = Biomasa (Kg)

Ni = Contenido de proteina en la dieta (%)

Nu = digestibilidad de la proteina (%) = 0.9

Ne = Nitrogeno (%) excretado como amonio = 1.

Sistemas anti-estrés (Control del Amonio).

El cálculo de la carga en una instalación acuícola debe realizarse asegurando un óptimo aporte de oxígeno para la respiración de los peces **y una adecuada eliminación del amoníaco excretado y de los restos sólidos de pienso y heces.**



NH₃ excretado



Debe ser igual



NH₃ eliminado





Sistemas anti-estrés (Amonio vs Recambios).

El amoníaco excretado dependerá de la biomasa de peces existente en el tanque y de la tasa de excreción, que a su vez es función del peso medio y de la temperatura del agua:

$$\text{NH}_3 \text{ excretado} = \text{Biomasa (Kg.)} \times \text{Tasa de excreción (Mg./Kg./h)}$$

No obstante, debido a que el NH_3 en el agua se disocia rápidamente en el ión amonio, mucho menos tóxico, a efectos del cálculo del caudal, únicamente se debe considerar la fracción no disociada (Fnd).

Sistemas anti-estrés (Amonio vs Recambios).

Ejemplo: Calcular el caudal necesario para eliminar el amoníaco de un estanque de truchas, cuyas dimensiones con 30 x 10 x 1 metros, que contiene truchas de 10 gramos de peso medio a una densidad de 15 Kg./m³, siendo la temperatura del agua de 16 °C y el pH de 7.5.

$$B = \text{Volumen} \times \text{Densidad} = (30 \times 10 \times 1) \text{ m}^3 \times 15 \text{ Kg./m}^3 = 4500 \text{ Kg.}$$

La tasa de excreción de amoníaco para truchas de 10 gramos a una temperatura de 16 °C es del orden de 950 Mg./Kg./d (Valor de Tabla).

La fracción de amoníaco no disociado, para un agua a 16 °C y pH de 7.5, es de 0.925 % (Por tabla).

Por otra parte, la concentración máxima tolerable por la trucha a largo plazo es de 0.01 Mg./l.

El caudal necesario para eliminar el amoníaco del estanque será:

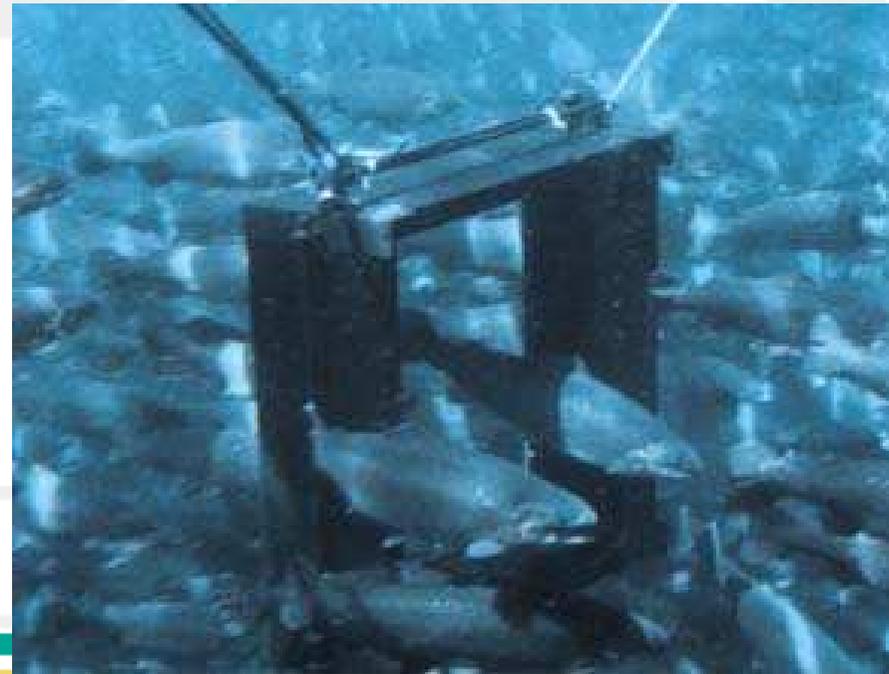
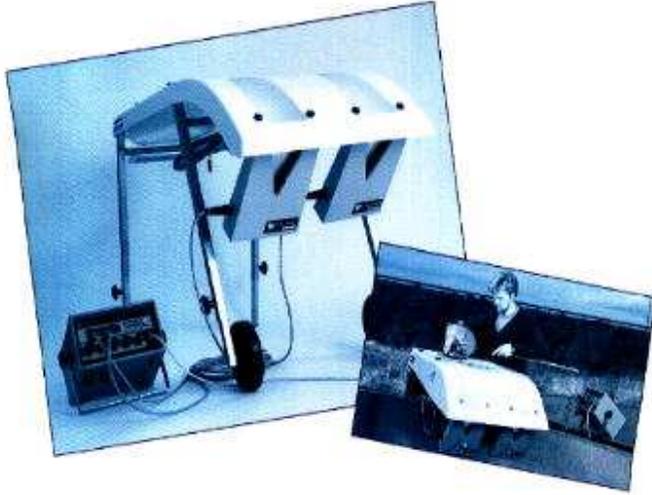
$$Q (\text{O}_2) = \frac{B \times \text{Te} \times \text{Fnd}}{\text{cm.}} = \frac{4.5 \text{ Tm.} \times 950 (\text{g/Tm./d}) \times 0.00925}{24 (\text{h/d}) \times 0.01 (\text{g/m}^3)} = 165 \text{ m}^3/\text{h}$$

La tasa de renovación de dicho tanque será de:

$$\text{Tr} = \frac{Q}{V} = \frac{165}{300} = 0.55 \text{ renovaciones/hora}$$



Sistemas anti-estrés.



Sistemas anti-estrés.

Tendencia.

Controlar y adecuar dentro de la explotación todos aquellos agentes estresores que influyan de manera directa sobre la producción, a fin optimizar al máximo la carga por unidad de área, con crecimientos rápidos que permitan una buena rotación y disminuyan la incidencia de patógenos endémicos del agua.





Tendencias en el cultivo.

1. Sistemas de oxígeno suplementario. (Control de cargas (O₂)).
2. Sistemas anti-estrés.
3. Sistemas de control y seguimiento.

Acuicultura

Sistemas de Control y seguimiento.

CONTROL DEL PROCESO PRODUCTIVO

Biometrías → Crecimiento
Control de bajas → Biomasa
Consumo de ALIMENTO → Índice Conversión

PLANIFICACIÓN DE TRASLADOS Y CLASIFICACIONES

PREVISIÓN DE VENTAS

ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

Acuicultura

Sistemas de Control y seguimiento.

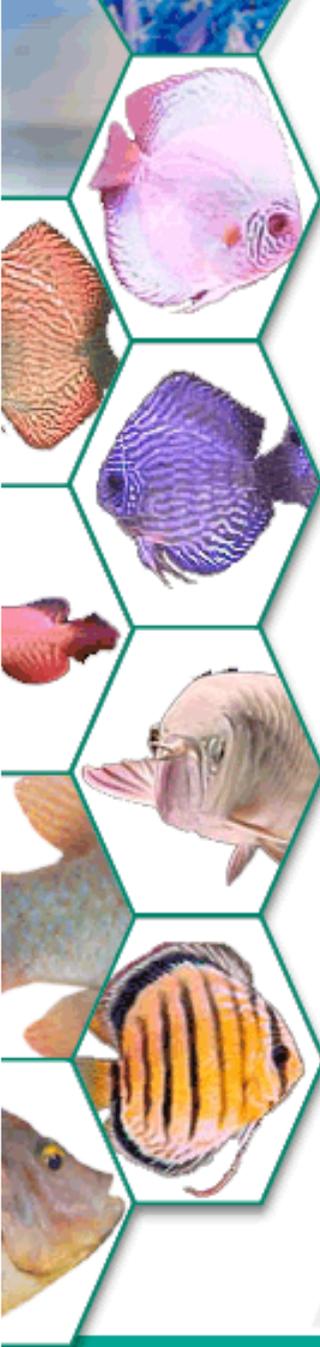
La modelización del crecimiento en las condiciones particulares de cada granja, permitirá estimar el crecimiento entre muestreos para determinar la ración de alimento, planificar las operaciones de manejo (traslados, clasificaciones, etc.) y prever las ventas.

MODELOS DE CRECIMIENTO PARA PECES

1. BERTALANFY (Poblaciones naturales)

$$L_t = L_{\infty} \{1 - e^{-k(t - t_0)}\}$$
$$W = a L^b$$

El modelo de Von Bertalanfy es adecuado para estudiar el crecimiento de las poblaciones naturales, en las que los individuos alcanzan el tamaño adulto, pero no en acuicultura, pues los peces generalmente se consumen con pesos relativamente bajos.



Sistemas de Control y seguimiento.

2. EXPONENCIAL (General)

$$TCI = 100 * (LN Pf - LN Pi) / t$$

El modelo exponencial de la Tasa de Crecimiento Instantáneo (TCI = SGR) es ampliamente utilizado en acuicultura para comparar el crecimiento de diferentes lotes durante cortos periodos de tiempo, pero no es útil para predecir el incremento de peso debido su gran variación en función del peso inicial de los peces, y además no considera la temperatura del agua.

3. CHO & BUREAU (General)

$$CTC = (Pf^{1/3} - Pi^{1/3}) / S(T^{aef})$$

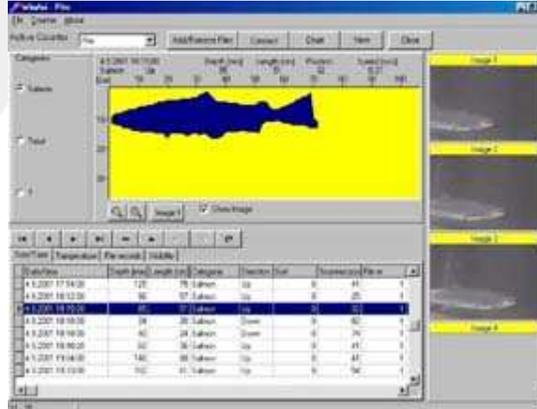
Por el contrario, el modelo del Coeficiente Térmico de Crecimiento (CTC = TGC) de Cho, esta bastante menos afectado por el peso inicial de los peces, y sobre todo porque considera la temperatura efectiva

Sistemas de Control y seguimiento.



El control de los inventarios, los criterios de selección (coeficiente de variación, desviación estandar, indice de uniformidad) ayudan a trabajar en la selección y los traslados de las truchas en la explotación buscando la homogenidad de los lotes.

Sistemas de Control y seguimiento.



La utilización del hardware y el software orientando su uso en el control de las explotaciones es una herramienta fundamental en cualquier explotación de tipo industrial.

Sistemas de Control y seguimiento.



TASA DE ALIMENTACION

ALIMENTACION RESTRINGIDA: TABLAS

ALIMENTACION "AD LIBITUM"

ALIMENTACION "A SACIEDAD"

Menor crecimiento
Mejor índice de conversión

Mayor crecimiento
Peor índice de conversión

NUMERO Y HORARIO DE LAS TOMAS

ALEVINES: 5-6 /día

ENGORDE: 2-3/día

SISTEMA DE DISTRIBUCION

MANUAL (PALA O CAÑON)

COMEDEROS DE CINTA

COMEDEROS DE AUTODEMANDA

COMEDERO AUTOMÁTICO

SISTEMA CENTRALIZADO



Sistemas de Control y seguimiento.

Calculo de la tasa de alimentación por el método Haskell.

$$Rf = (dl * FCR * 3 * 100) / Id$$

Donde: Rf = Kg alimento 100 Kg Biomasa dia.

dl = Incremento diario en longitud (mm)

FCR = tasa de conversión alimenticia.

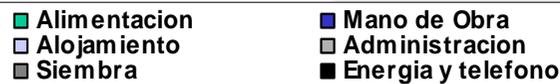
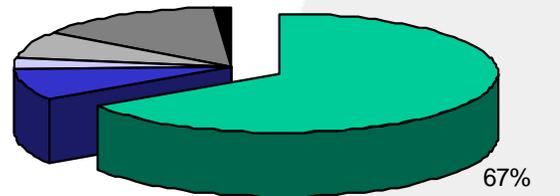
3 = Factor de conversión longitud - peso.

100 = Factor para quitar decimales.

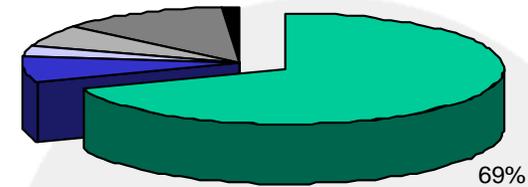
Ld = Longitud (mm) del pez en el día de la alimentación.

Participación de los costos de producción a diferentes FCA

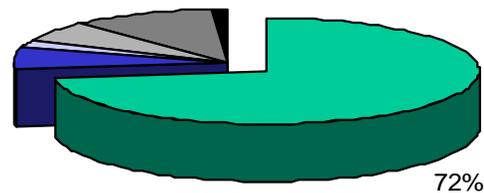
Participación costos (Conv 1.3: 1)



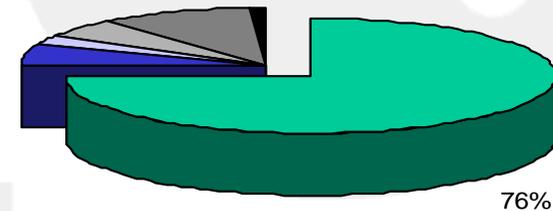
Participación costos (Conv 1.5 :1)



Participación costos (Conv 1.8 1)



Participación costos (Conv 2 :1)



Sistemas de Control y seguimiento.

Los desechos de una instalación acuícola provienen fundamentalmente del alimento no consumido (que debería ser nulo si el manejo del alimento es óptimo), de las heces y de las excreciones nitrogenadas.

A partir de resultados de incremento de peso total, ingestión de alimento y retención de nutrientes, puede estimarse fácilmente la producción de residuos sólidos (RS) o de residuos disueltos (RD) en la producción acuícola siguiendo el método biológico propuesto por Cho et al. (1991):

$$RS = \text{Ingestión alimento} \times (1 - CDA)$$

$$RD = \text{Ingestión alimento digestible} - \text{Retención corporal}$$



Sistemas de Control y seguimiento.

Tendencia.

Controlar y evaluar la mayoría de parámetros zootécnicos y hacerlos propios para cada uno de las explotaciones con el único fin de optimizar y racionalizar los procesos y los resultados de la explotación..

Acuicultura



Tendencias en el cultivo.

1. Sistemas de oxígeno suplementario.
(Control de cargas (O₂)).
2. Sistemas anti-estrés.
3. Sistemas de control y seguimiento.
4. Planes de alimentación dirigidos.



Acuicultura



Gracias por su atención

Acuicultura

