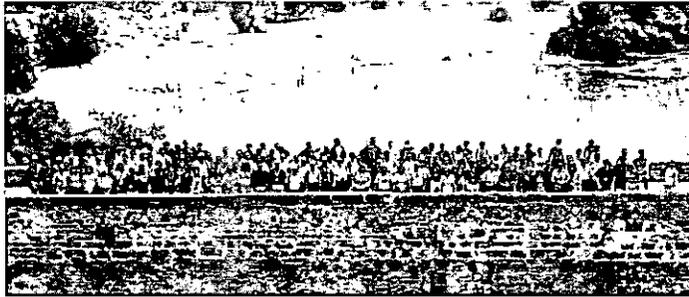


## IDENTIFICACION DE MARCADORES MOLECULARES ASOCIADOS CON RASGOS PRODUCTIVOS EN SALMON COHO Y OTROS SALMONIDOS



Dr. Cristian Araneda T.

craraned@uchile.cl

Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas,  
Universidad de Chile.

## IAGA 2006

### Genética y Nutrición

- Estimación de heredabilidades.
- Interacción  $G \times E$ .
- Expresión Génica (Microarrays y PCR Tiempo Real).

### Resistencia Genética a Enfermedades y Stress

- Asociaciones con alelos MHC clase I y II.
- Expresión Génica (Microarrays y PCR Tiempo Real).
- Identificación y asignación cromosómica de QTLs.

### Mapas Genéticos

- Mapas Citológicos, Integración entre mapas genéticos y citológicos.
- Mapas de "genes", Mapas Comparativos entre especies.

### Uso de especies modelo (zebrafish)

## OBJETIVO

Identificar y caracterizar marcadores moleculares anónimos (RAPD, SCAR y SSR) asociados con rasgos de importancia productiva en salmones, con potenciales aplicaciones en selección asistida por marcadores.

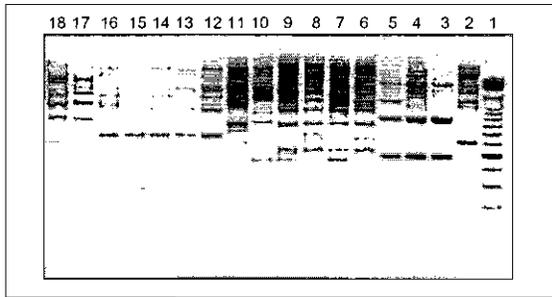
### Rasgos bajo Estudio:

- Coloración del músculo (salmón coho). FONDECYT Proyecto 2000058
- Fecha de desove (salmón coho). FIA proyecto BIOT 01-AC-21
- Coloración de la piel "manchado" (trucha café). FONDEF Proyecto AQ02 I1001
- Coloración de la piel "plateado" (trucha arco iris). FONDEF Proyecto AQ02 I1001
- Doble ciclo reproductivo anual (trucha arco iris). FONDECYT Proyecto 1060623

## ESTRATEGIAS EXPERIMENTALES

- "Screening" con partidores RAPD, "Selective DNA Pooling" y construcción de marcadores de locus únicos SCAR. (trucha arcoiris, salmón coho y trucha café)
- Uso de marcadores SSR asociados con rasgos cuantitativos en especies emparentadas (Genómica Comparada) para identificación de QTLs en salmón coho.
- Uso de marcadores SCAR como "sondas" para identificar la ubicación cromosómica de estos por medio de Hibridación *in situ* con Fluorescencia (FISH).
- Uso de marcadores SSR anclados en un mapa genético de recombinación para determinar la posición de QTL ligados con rasgos productivos. (trucha arcoiris)

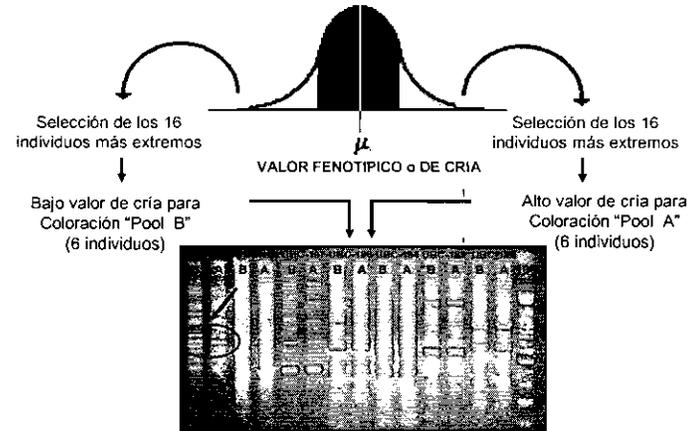
### Marcadores RAPD



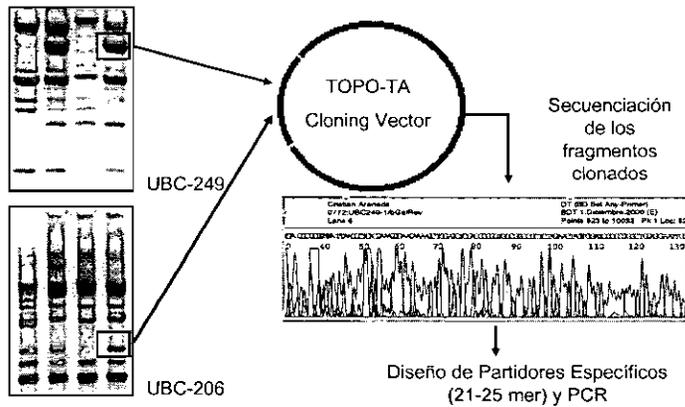
Screening RAPD (partidor UBC019, 5'-GCCCGGTTTA-3') en siete especies acuícolas cultivadas o pescadas en Chile.

1 Marcador 100 pb, 2 Trucha café (*Salmo trutta*), 3 - 4 Raya Volantin (*Dipturus chilensis*), 5 Raya espinosa (*Dipturus trachydermus*), 6 - 10 Choro zapato (*Choromytilus chorus*), 11 Cholga (*Aulacomya atra*), 12 - 16 Abalón (*Haliotis discus hanna*) y 17 - 18 Ostión del norte (*Argopecten purpuratus*).

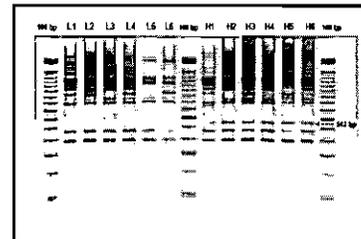
### "Selective DNA Pooling" entre Individuos Extremos en Valor de Cría para Coloración y Búsqueda de Marcadores RAPD



### Construcción de Marcadores SCAR



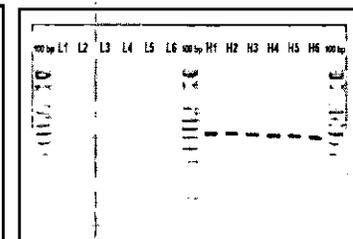
### Marcador SCAR (*Ok206*) asociado a Coloración del músculo en salmón coho.



Polimorfismo RAPD Amplificado con partidor UBC-206 asociado con alta coloración del músculo.

( $\chi^2_{1df} = 11,200; P < 0,001$ ).

Araneda & col. 2005. *Aquaculture* 247:67-73.



Amplificación marcador SCAR *Ok206* en individuos con alto color de músculo. Genbank ID AY661427

( $\chi^2_{1df} = 21,208; P < 0,0001$ )

### Ubicación Cromosómica del Marcador SCAR (Ok206)



FISH en cromosomas metafásicos de salmón coho usando el SCAR Ok206 como sonda.



### Identificación Marcadores RAPD asociados a manchado rojo y negro de la piel en trucha café.



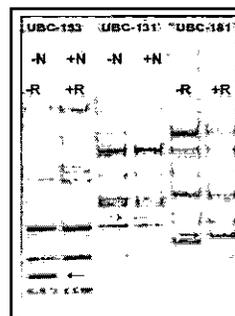
Mayor manchado rojo



Sin manchas



Mayor manchado negro

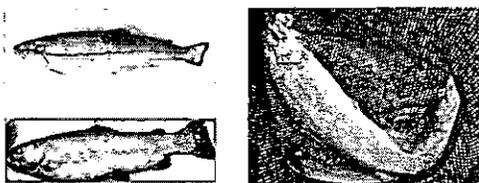
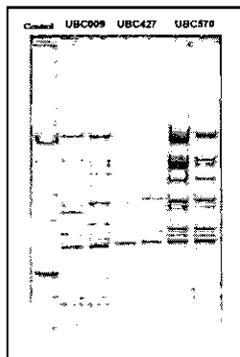


Partidor	Tamaño	Rasgo	$\chi^2_{1gr}$	P
UBC131	700	+Negro	7,69	0,007
UBC153	400	-Negro	4,98	0,025
UBC153	400	-Rojo	5,60	0,012
UBC181	700	+Rojo	4,00	0,047



Gida Gómez

### Identificación Marcadores RAPD asociados al fenotipo Dorso Azul ("Blue Back") en trucha arco iris



Partidor	Tamaño	Rasgo	$\chi^2_{1gr}$	P
UBC009	420	D.Azul	5,00	0,025
UBC427	800	D.Azul	4,00	0,046
UBC570	950	D.Azul	6,35	0,012



Marisol Lobos

### Selección Divergente para Fecha de Desove\* en Salmón Coho

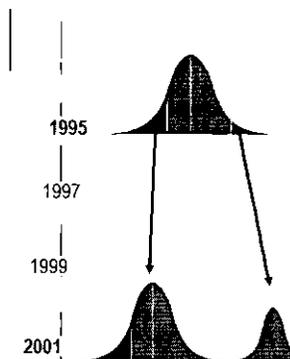
#### DESOVE TEMPRANO

Año	Media	Ne
1995	131	97
2001	123	120

Gall & Neira 2004. *Aquaculture* 234:143-154.  
Gallardo et al. 2004. *Aquaculture* 234:111-122

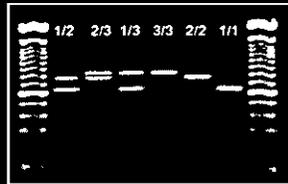
#### DESOVE TARDIO

Año	Media	Ne
1995	140	15
2001	152	26



\*Calculada como número de días desde el 31 de diciembre de cada año hasta el desove.

### Marcador SCAR *Ok075* asociado con Fecha de Desove en Salmón coho

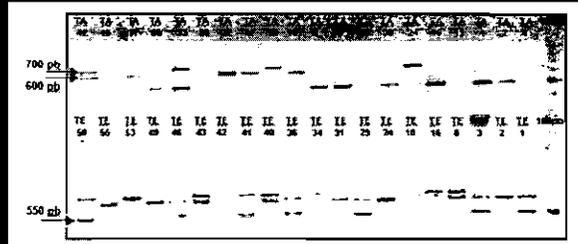


Amplificación del marcador SCAR codominante *Ok075* con tres alelos amplificados.

Heterogeneidad alélica en el locus *Ok075* asociado con Fecha de Desove, salmón coho.

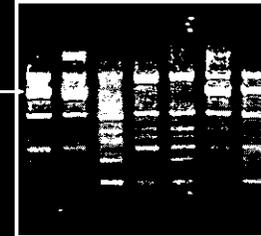
Desove	Alelos		
	1	2	3
Temprano	10,3%	19,2%	21,8%
Tardío	12,8%	1,3%	34,6%

$L_D = 14,531$ ;  $P = 0,00014$ ;  $LOD\ Score = 3,09$

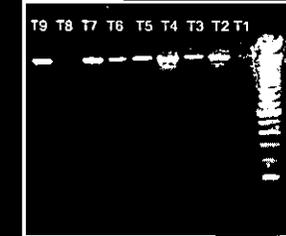


### Marcador SCAR *Ok249* asociado con Fecha de Desove en Salmón coho

	TEMPRANO	TARDIO	$\chi^2$	P exacta
UBC249	5/20	19/20	20,42	< 0,0001



Amplificación del marcador RAPD polimórfico usando el partidor UBC249



Amplificación de *Ok249* en nueve individuos de desove tardío

Secuencias de DNA que muestran similitud con los SCAR asociados a fecha de, bases de datos "non-redundant" y "est-others".

Secuencia	accesion number	Descripción	Score Expected)
<b><i>Ok075</i></b>			
FSH-beta	AY493564	<i>O. tshawytscha</i> , H. folículo estimulante $\beta$	182 (2e-43)
Zonadhesin	AY785950	<i>Salmo salar</i> , gen similar zonadesina	114 (2e-22)
MHC clase I	AB162342	<i>O. mykiss</i> , C. mayor histocompatibilidad	111 (1e-21)
INOS/INOS2	OMY295231	<i>O. mykiss</i> , Oxido nítrico sintetasa iduc.	96,5 (2e-16)
<b><i>Ok249</i></b>			
ssalnwh507357	CB511082	<i>Salmo salar</i> cDNA	159 (2e-35)
ssalnwh007028	CA039040	<i>Salmo salar</i> cDNA	159 (2e-35)
tcay00300.n.19	BX316254	<i>Oncorhynchus mykiss</i> cDNA clone	139 (1e-29)
tcbk0055c.c.18	BX881184	<i>Oncorhynchus mykiss</i> cDNA clone	139 (1e-29)
tcbk0006c.n.21	BX873929	<i>Oncorhynchus mykiss</i> cDNA clone	131 (1e-27)
ssalnwh507282	CB509820	<i>Salmo salar</i> cDNA	131 (1e-27)

### Ubicación Cromosómica del Marcador SCAR (*Ok075*)



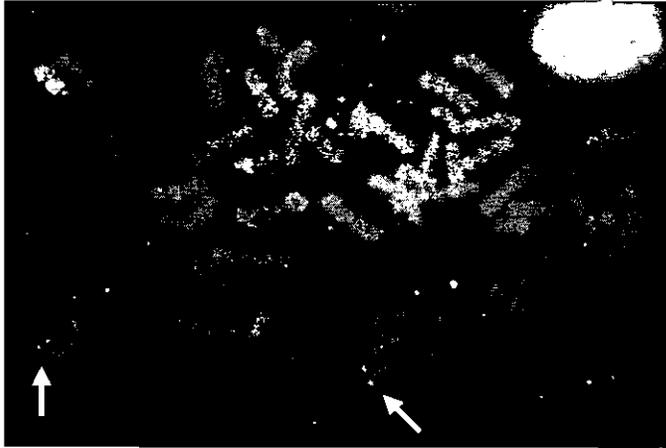
Lam *et al.*, en preparación

FISH en cromosomas metafásicos de salmón coho usando el SCAR *Ok075* como sonda.



Prof. Patricia Iturza

Ubicación Cromosómica del Marcador SCAR (*Okz249*)



FISH en cromosomas metafásicos de salmon coho usando el SCAR *Okz249* como sonda.

Marcador SCAR *Okz229* asociado con Fecha de Desove en Salmón coho



Marcador Microsatélite detectado dentro de un fragmento polimórfico RAPD asociado con fecha de desove y amplificado con el partidor UBC229. Desove temprano (TE) y tardío (TA). (A) 2 mM Mg<sup>++</sup> (B) 1,5 mM Mg<sup>++</sup>.

Identificación de Marcador Microsatélite *OkCAT229UCH* asociado con Fecha de Desove en salmón coho

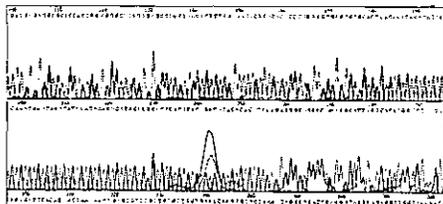


Amplificación del marcador SSR *OkCAT229UCH* en 7 salmones. Motivo repetido CA, Rango de tamañoS 202-306 pb.

Heterogeneidad alélica en el locus *OkCAT229UCH* asociado con Fecha de Desove en salmón coho.

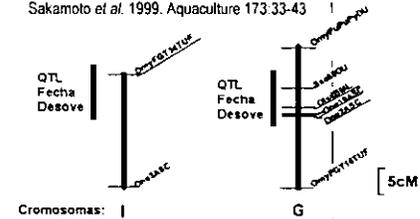
Desove	Alelos		
	210	238	274
Temprano	25%	0%	22,5%
Tardío	10%	35%	2,5%

$L_D = 16,967$ ;  $P = 0,000038$ ; LOD Score = 3,61



Loci Microsatélites Asociados con Fecha Desove

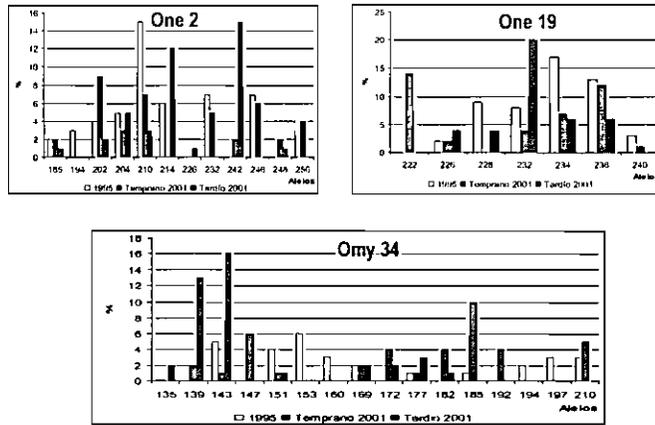
Sakamoto et al. 1999. Aquaculture 173:33-43



Asociación entre loci SSR y hembras de Desove Temprano (n = 20) y Tardío (n = 20), salmón coho.

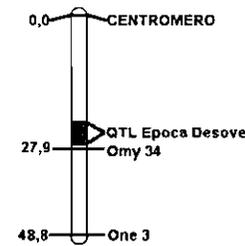
SSR	N Alelos	$L_D$	Probabilidad	SSR	N Alelos	$L_D$	Probabilidad
Ogo 1	2	0,208	0,6480	One 19	7	16,970	0,000038 **
Okz 10	14	16,229	0,000056 **	Omy 22	11	7,679	0,0056
One 2	11	14,117	0,000170 **	Omy 34	12	16,807	0,000041 **
One 6	11	8,889	0,0029	Ols 4	4	4,073	0,04357
Okz 229	11	16,967	0,000038 **				** Se considera asociación si $P < 0,0002$

### Distribución Alelos en Loci Microsatélites Asociados con Fecha Desove



### Diferenciación Alélica en Locus OmyFTG34TUF asociado con Fecha Desove en salmón coho

Grupo Ligamiento I - Trucha arcoiris



Heterogeneidad alélica en el locus Omy34 asociado con QTL para Fecha de Desove, salmón coho.

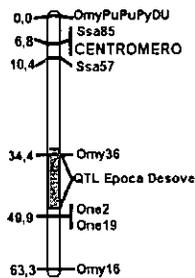
	Alelos		
	139	143	185
Desove	100%	100%	100%
Temprano	5%	2,5%	25%
Tardío	32,5%	40%	0%

$$L_D = 16,807; P = 0,000041; \text{LOD Score} = 3,58$$

Sakamoto *et al.* 1999. *Aquaculture* 173:33-43.  
Fishback *et al.* 2000. *J Fish Biol.* 57:1367-1380  
O'Malley *et al.* 2002. *J of Heredity* 273-284.

### Diferenciación Alelica en Loci One2ASC y One19ASC asociados con Fecha Desove en salmón coho

Grupo Ligamiento G - Trucha arco iris



Heterogeneidad alélica en loci One2 y One19 asociados a QTL para Fecha de Desove, salmón coho.

Desove	One2		One19	
	214	242	222	236
Temprano	0%	5%	35%	10%
Tardío	30%	37,5%	0%	50%

$$P = 0,000170 \quad P = 0,000038$$

$$L_D = 14,117 \quad L_D = 16,970$$

$$\text{LOD Score} = 3,00 \quad \text{LOD Score} = 3,61$$

Sakamoto *et al.* 1999. *Aquaculture* 173:33-43.  
Fishback *et al.* 2000. *J Fish Biol.* 57:1367-1380  
O'Malley *et al.* 2002. *J. of Heredity* 273-284.

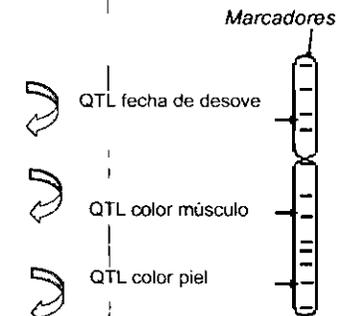
### Marker-Assisted Selection (MAS) Selección Asistida por Marcadores

Desarrollo de Marcadores Genéticos Moleculares

Desarrollo de Mapas Genéticos

Mapeo de QTLs por medio de Marcadores

Incorporación de Marcadores (Genotipos Individuos) en los programas de mejoramiento Genético



Adaptado de A. Norris, 2001.

### Resumen Marcadores Moleculares Desarrollados en Chile para Salmonidos

Rasgo / Especie	Origen	Tipo	Polimorfismo	Número
Sexo / Trucha arco iris	RAPD	SCAR	RFLP	1
Color Músculo / Salmón coho	RAPD	SCAR	P/A	1
Color Piel / Trucha café	RAPD	E/D	P/A	4
Color Piel / Trucha arco iris	RAPD	E/D	P/A	3
Fecha Desove / Salmón coho	RAPD	SCAR	Minisatélite	1
"	RAPD	SCAR	P/A	1
"	RAPD	SCAR	Microsatélite	1
"	* PUB	SSR	Microsatélite	4

E/D: Etapa final de desarrollo  
P/A: Presencia - Ausencia  
\* PUB: Publicado para trucha arco iris

TOTAL 16



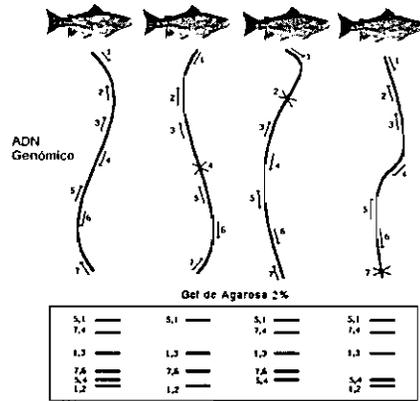
### AGRADECIMIENTOS



Laboratorio de Genética y Biotecnología en Acuicultura  
Departamento de Producción Animal  
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile  
Dr. Cristian Araneda  
Dr. Nelson Díaz  
Ing. Agr. Gilda Gómez

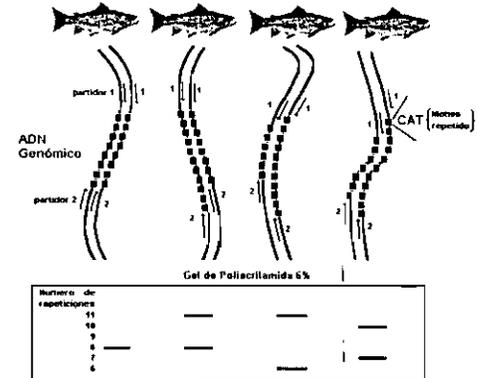
Laboratorio de Genética y Citogenética de Vertebrados  
Programa de Genética Humana, ICBM  
Facultad de Medicina, Universidad de Chile  
Prof. Patricia Iturra (MSc)  
Ing. Acu. Natalia Lam (MSc)

### RAPD (Random Amplified polymorphic DNA)



WILLIAMS & Col. 1990, Nucleics Acids Research 18:6531-6535.  
 WLESH & McCLELLAND. 1990, Nucleics Acids Research 18:7213-7218

### Microsatélites (SSR o STR)





## Actividad de Difusión

Programa de Captura y Difusión  
Tecnológica  
Fundación para la Innovación Agraria  
(FIA)

Facultad de Ciencias Agronómicas, Dirección de Extensión, Universidad de Chile  
Santa Rosa 11.315, Casilla 1004, Santiago, Chile / Foros: 9785784 / Fax: 9785782 / Email: direx@uchile.cl



## Proyectos



- “Asistencia a la Conferencia Internacional y Exhibición de la Sociedad Europea y la Sociedad Mundial de Acuicultura, AQUA 2006”
- “Asistencia al IX Simposio Internacional de Genética en Acuicultura, ISGA 2006”



## OBJETIVOS



- Dar a conocer los trabajos presentados en los Congresos
- Panorama de la investigación en acuicultura presentada en AQUA 2006. Florencia, Italia.
- Panorama de la investigación en genética de salmones, IAGA, 2006. Montpellier, Francia.



COLOR, DEPOSITACIÓN DE ASTAXANTINA Y  
DISTRIBUCION DE GRASA EN FILETES DE SALMON  
COHO (*Oncorhynchus kisutch*).

S. Muñoz, Ana M<sup>a</sup> Menéndez, L.  
Buttle, N. Díaz y J. González.

PROJECT PARTIALLY FINANCED BY EWOS INNOVATION CHILE y DMS CHILE.

## Antecedentes

- Parámetros de calidad
- Factores de variación
- Distribución en el filete
- Clasificación de los filetes
- Importancia de la zona de muestreo

## Objetivo general

- Evaluar parámetros de calidad de la carne de Salmón Coho en diferentes sectores del filete y determinar los cambios durante la etapa de engorda

## Objetivos específicos

- Determinar la distribución del color, concentración de astaxantina y contenido de grasa en diferentes sectores de filetes de Salmón Coho
- Determinar la variación de estos parámetros de calidad durante a etapa de engorda 1 a 3 Kgs.
- Estimar correlaciones entre los parámetros medidos

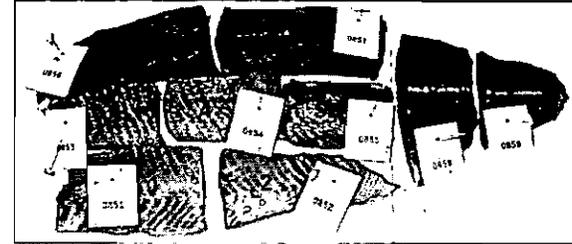
## Materiales y Métodos

- Salmones coho de 1, 2 y 3 kilos
- Jaulas experimentales de 15 x 15 m en mar
- Dieta comercial con 60 mg/kg de Astaxantina desde smolt hasta 1 kg de peso y de 80 mg/kg desde 1 kg hasta los 3 kg.

## Metodología

- 25 peces muestreados al alcanzar 1, 2 y 3 kg ( $\pm 100$  g)
- Cada filete cortado en 9 secciones (Katikou et al., 2001)
- Color visual (RSF)
- Color instrumental (Minolta Chroma Meter CR-200)
- Astaxantina (NIRS)
- Grasa (NIRS)

**Fig.1 Sectores de muestreo en el filete**



## Resultados

**Tabla 1.- Contenido promedio de grasa del filete por sector, a distinto peso vivo del individuo.**

Sector	Contenido promedio de Grasa (%)		
	1 kg	2kg	3kg
1	15,6 $\pm$ 0,29 a B	16,9 $\pm$ 0,52 a B	20,0 $\pm$ 1,67 a A
2	14,2 $\pm$ 0,28 b B	15,9 $\pm$ 0,38 a B	20,2 $\pm$ 0,50 a B
3	8,8 $\pm$ 0,39 c C	11,0 $\pm$ 0,27 b B	16,4 $\pm$ 0,42 b A
4	7,5 $\pm$ 0,31 cd C	11,0 $\pm$ 0,36 b B	15,1 $\pm$ 0,51 b A
5	5,9 $\pm$ 0,26 e C	8,4 $\pm$ 0,25 c B	11,2 $\pm$ 0,47 c A
6	7,3 $\pm$ 0,28 d C	10,6 $\pm$ 0,26 b B	14,0 $\pm$ 0,46 b A
7	5,4 $\pm$ 0,29 ef C	7,1 $\pm$ 0,24 cd B	10,1 $\pm$ 0,47 c B
8	4,4 $\pm$ 0,17 f C	5,9 $\pm$ 0,27 d B	7,6 $\pm$ 0,47 d A
9	5,3 $\pm$ 0,26 ef B	6,8 $\pm$ 0,32 d A	6,8 $\pm$ 0,29 d A

Letras minúsculas distintas en la columna indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05)  
Letras mayúsculas distintas en la fila indican diferencia significativa entre pesos del mismo sector (P<0,05)

Contenido de grasa por sección para cada peso( %)

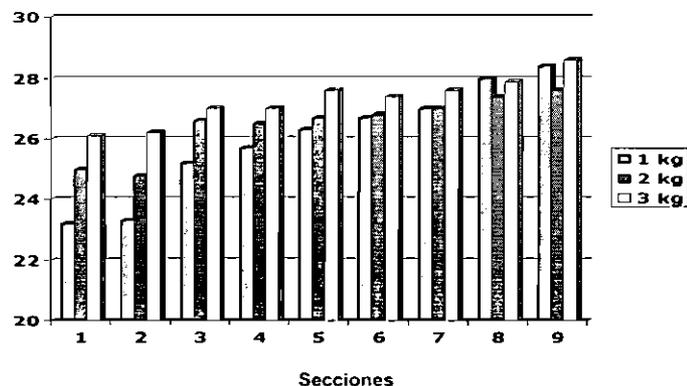


Tabla 2.- Contenido de astaxantina (ppm) por sector, a distinto peso vivo del individuo

Sectores	Contenido promedio de Astaxantina (ppm)		
	1 kg	2 kg	3 kg
1	7,0 ± 0,39 bc A	8,0 ± 0,54 d A	6,6 ± 0,58 c A
2	7,7 ± 0,38 bc AB	8,2 ± 0,56 d A	6,5 ± 0,43 c B
3	9,8 ± 0,64 a B	11,5 ± 0,43 bc A	10,6 ± 0,48 b AB
4	9,8 ± 0,31 a B	11,3 ± 0,46 c A	10,9 ± 0,53 b AB
5	9,4 ± 0,27 a B	11,8 ± 0,46 bc A	12,0 ± 0,38 ab A
6	9,7 ± 0,31 a B	11,0 ± 0,42 c AB	11,6 ± 0,54 ab A
7	9,2 ± 0,35 ab B	11,5 ± 0,41 bc A	11,9 ± 0,46 ab A
8	8,8 ± 0,36 ab B	13,3 ± 0,35 ab A	12,5 ± 0,52 ab A
9	10,2 ± 0,45 a B	14,7 ± 0,28 a A	13,6 ± 0,46 a A

Letras minúsculas distintas en la columna diferencias estadísticamente significativas (P<0,05)  
Letras mayúsculas distintas en la fila indican diferencias estadísticamente significativas entre pesos del mismo sector (P<0,05)

Astaxantina en cada sección del filete para cada peso (ppm)

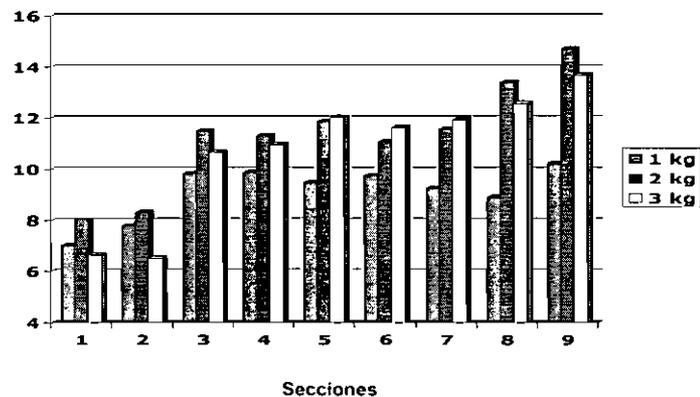


Tabla 3.- Contenido promedio de humedad (%) por sector, a distinto peso vivo del individuo

Sectores	Contenido promedio de Humedad (%)		
	1 kg	2 kg	3 kg
1	62,8 ± 0,29 f A	61,5 ± 0,46 d AB	60,1 ± 0,88 e B
2	63,9 ± 0,25 e A	62,3 ± 0,33 d B	59,6 ± 0,47 e C
3	68,4 ± 0,30 d A	66,6 ± 0,21 e B	63,1 ± 0,44 d C
4	69,2 ± 0,23 cd A	66,4 ± 0,31 e B	63,7 ± 0,56 d C
5	70,2 ± 0,20 bc A	68,6 ± 0,24 b B	67,1 ± 0,43 c C
6	69,4 ± 0,25 cd A	66,8 ± 0,23 c B	64,9 ± 0,36 d C
7	70,6 ± 0,24 ab A	69,6 ± 0,21 ab B	67,9 ± 0,38 bc C
8	71,2 ± 0,16 a A	70,4 ± 0,23 a AB	69,8 ± 0,41 ab B
9	70,5 ± 0,21 ab B	69,9 ± 0,24 a B	71,2 ± 0,25 a A

Letras minúsculas distintas en la columna indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05)  
Letras mayúsculas distintas en la fila indican diferencias estadísticamente significativas entre pesos del mismo sector (P<0,05)

Contenido de humedad de las secciones del filete para cada peso (%)

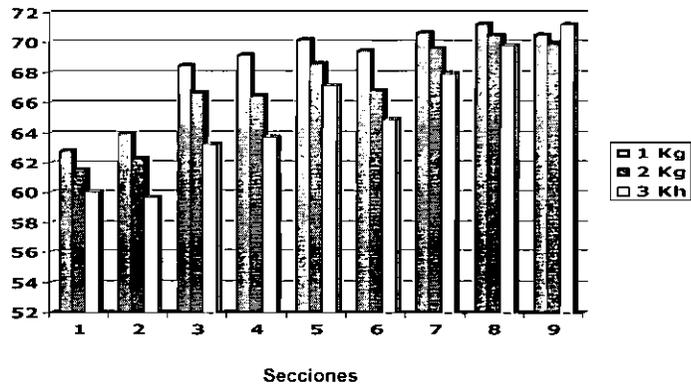


Tabla 4.- Valores promedio de *SalmoFan*<sup>TM</sup> (22-34) por sector, a distinto peso vivo del individuo

Sectores	Valor promedio de Color <i>SalmoFan</i> <sup>TM</sup>		
	1 kg	2 kg	3 kg
1	23,2 ± 0,10 f C	25,0 ± 0,10 e B	26,1 ± 0,12 e A
2	23,3 ± 0,09 f C	24,8 ± 0,10 e B	26,2 ± 0,11 e A
3	25,2 ± 0,15 e B	26,6 ± 0,12 cd A	27,0 ± 0,12 d A
4	25,7 ± 0,12 d C	26,5 ± 0,09 d B	27,0 ± 0,13 d A
5	26,3 ± 0,12 c C	26,7 ± 0,09 cd B	27,6 ± 0,09 bc A
6	26,7 ± 0,17 bc B	26,8 ± 0,09 cd B	27,4 ± 0,13 cd A
7	27,0 ± 0,13 b B	27,0 ± 0,10 bc B	27,6 ± 0,09 bc A
8	28,0 ± 0,10 a B	27,4 ± 0,12 ab A	27,9 ± 0,12 b A
9	28,4 ± 0,10 a A	27,6 ± 0,08 a B	28,6 ± 0,09 a A

Letras minúsculas distintas en la columna indican diferencias estadísticas significativas (P<0,05)  
Letras mayúsculas distintas en la fila indican diferencias significativas entre pesos del mismo sector (P<0,05)

Color Salmofan para cada sección del filete y cada peso

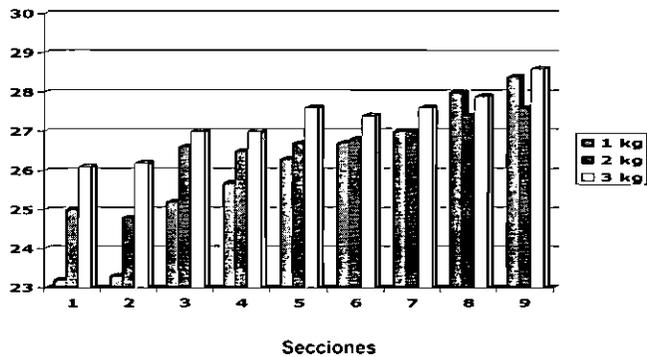
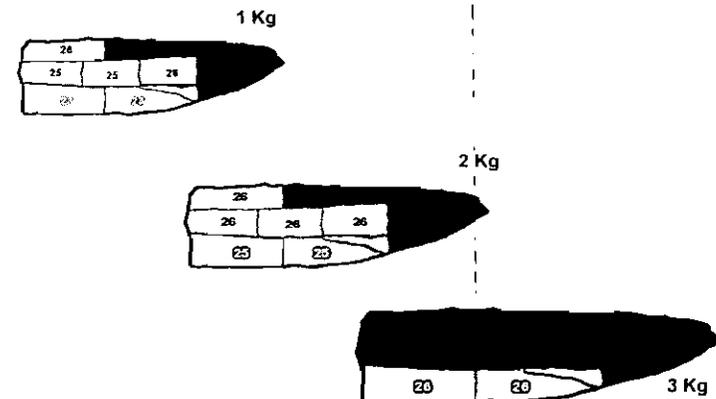


Fig.3 Distribución del Color en filetes de Salmón Coho a tres pesos diferentes

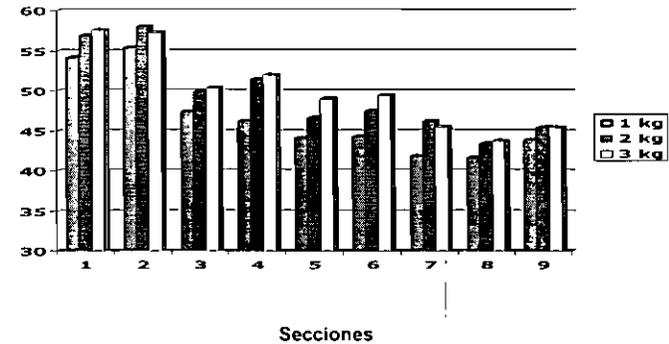


**Tabla 5.-Valores promedio de luminosidad (L\*) por sector, a distinto peso vivo**

Sector	Valor promedio de Luminosidad (L*)		
	1 kg	2 kg	3 kg
1	54,2 ± 0,44 a B	56,8 ± 0,63 a A	57,5 ± 0,41 a A
2	55,4 ± 0,60 a B	58,0 ± 0,54 a A	57,1 ± 0,51 a AB
3	47,4 ± 0,54 b B	49,9 ± 0,79 bc A	50,2 ± 0,71 bc A
4	46,2 ± 0,58 bc B	51,5 ± 0,79 b A	51,6 ± 0,69 b A
5	44,1 ± 0,39 d B	46,6 ± 0,75 d A	48,6 ± 0,90 c A
6	44,3 ± 0,57 cd B	47,5 ± 0,53 cd A	49,2 ± 0,69 bc A
7	41,9 ± 0,41 ef B	46,2 ± 0,61 d A	45,8 ± 0,57 d A
8	41,7 ± 0,45 f B	43,4 ± 0,52 e A	43,7 ± 0,39 d A
9	43,9 ± 0,33 de B	45,5 ± 0,50 de A	45,4 ± 0,47 d A

Letras minúsculas distintas en la columna indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05)  
 Letras mayúsculas distintas en la fila indican diferencias significativas entre pesos del mismo sector (P<0,05)

**Valores de L\* para cada sección del filete y peso**



**Tabla 6.- Valores promedio de a\* por sector, a distinto peso vivo del individuo**

Sector	Valor promedio de a*		
	1 kg	2 kg	3 kg
1	11,1 ± 0,22 a B	12,7 ± 0,21 a A	12,5 ± 0,16 a A
2	9,2 ± 0,15 bc B	10,3 ± 0,19 b A	10,5 ± 0,21 bc A
3	8,5 ± 0,22 cd B	10,2 ± 0,17 b A	10,1 ± 0,21 bcd A
4	7,8 ± 0,16 de B	10,0 ± 0,20 b A	9,3 ± 0,20 def A
5	7,6 ± 0,15 e B	8,9 ± 0,16 c A	9,5 ± 0,32 cdef A
6	7,7 ± 0,20 e B	9,8 ± 0,17 b A	9,7 ± 0,24 bcde A
7	6,7 ± 0,15 f B	8,3 ± 0,19 c A	8,5 ± 0,28 f A
8	7,2 ± 0,17 ef B	8,8 ± 0,17 c A	8,8 ± 0,25 ef A
9	9,5 ± 0,22 b B	10,7 ± 0,21 b A	10,7 ± 0,36 b A

Letras minúsculas distintas en la columna indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05)  
 Letras mayúsculas distintas en la fila indican diferencias significativas entre pesos del mismo sector (P<0,05)

**Tabla 7.- Valores promedio de b\* por sector, a distinto peso vivo del individuo**

Sector	Valor promedio b*		
	1 kg	2 kg	3 kg
1	27,3 ± 0,55 a B	31,3 ± 0,43 a A	30,7 ± 0,32 a A
2	23,9 ± 0,57 b B	27,6 ± 0,52 b A	26,2 ± 0,47 b A
3	21,9 ± 0,73 bc B	25,8 ± 0,52 bc A	24,9 ± 0,47 bc A
4	19,6 ± 0,53 de C	25,2 ± 0,40 cd A	22,5 ± 0,54 cd B
5	18,2 ± 0,39 e B	21,3 ± 0,50 ef A	21,5 ± 0,72 def A
6	17,7 ± 0,54 ef B	23,6 ± 0,66 cd A	21,7 ± 0,46 de A
7	15,8 ± 0,35 f B	20,3 ± 0,63 f A	19,2 ± 0,52 f A
8	15,8 ± 0,46 f B	19,4 ± 0,44 f A	19,3 ± 0,52 ef A
9	20,6 ± 0,48 cd B	23,1 ± 0,50 de A	23,0 ± 0,81 cd A

Letras minúsculas distintas en la columna indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05)  
 Letras mayúsculas distintas en la fila indican diferencias significativas entre pesos del mismo sector (P<0,05)

**Tabla 8. Correlaciones entre parámetros a distintos pesos**

	1 kg	2 kg	3 kg
Astaxantina/Grasa	-0.813 a**	-0.927 a**	-0.923 a**
Grasa / L*	0.977 a **	0.971 a**	0.951 a **
Grasa / a*	0.766 a **	0.742 a **	0.483 b **
Grasa / b*	0.926 a**	0.942 a **	0.762 a **
Grasa / HUE	0.726a **	0.811a **	0.924 a**
Grasa / Chroma	0.895 a**	0.922 a**	0.758 a **
Grasa / Salmofan	- 0.859 a **	- 0.961a **	- 0.976 a**

**Tabla 9. Correlaciones Pigmento con color a distintos pesos**

	1 kg	2 kg	3 kg
Astx / L*	- 0,751a **	- 0,901a **	- 0,936a **
Astx / a *	0,850 **	0,270 ns	0,330 ns
Astx / b *	0,836**	- 0,325 ns	- 0,280 ns
Astx / HUE*	- 0,919a **	0,159 ns	- 0,925a **
Astx / Chroma*	- 0,258 ns	0,847 **	-0,276 ns
Astaxantina / Salmofan	0,583 b**	0,956 a**	0,957 a**

## Conclusiones

- En términos de contenido de grasa, se concluyó que existe para el Salmón Coho un mapa diferente al del Atlántico.
- El color, contenido de pigmento y de grasa no están distribuidos de manera uniforme a lo largo y ancho del filete
- La distribución de grasa aumenta desde la cola hacia la cabeza, con importante concentración en la zona abdominal
- La concentración de pigmento, el color y la firmeza aumentan desde la cabeza hacia la cola

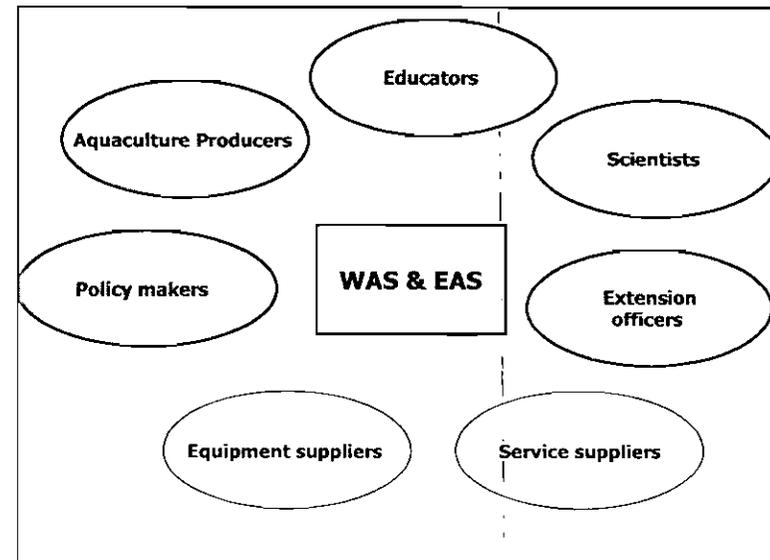
## Conclusiones

- Los parámetros de calidad, en general, mantienen el mismo patrón de comportamiento de distribución durante la etapa de engorda.
- A mayor peso, todos los parámetros se intensifican
- El contenido de grasa se relaciona negativamente con el contenido de astaxantina
- El contenido de grasa se relaciona positivamente con L\*
- El contenido de astaxantina se correlaciona positivamente con a\* y con el color medido con Salmofan



## AQUA 2006

Panorama de la investigación en  
nutrición de salmones



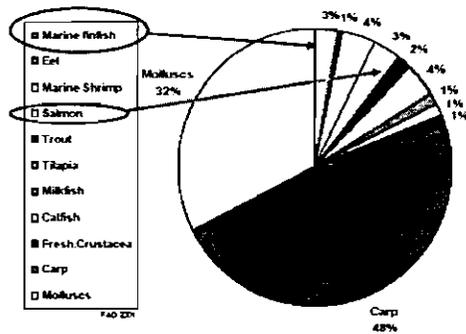
## ESTADÍSTICAS DE LA REUNIÓN

- Total de participantes :3250
- Total de países : 86
- Total de expositores feria : 200
- Total de sesiones : 69
- Total de presentaciones orales: 1194
- Total de presentaciones posters: 185

## Top ten countries in aquaculture production of aquatic animals in 2003

Country	Production (tonnes)	Percent of world total
China	28 892 005	68.3%
India	2 215 590	5.2%
Indonesia	996 659	2.4%
Viet Nam	937 502	2.2%
Japan	859 656	2.0%
Bangladesh	856 956	2.0%
Thailand	772 970	1.8%
Norway	582 016	1.4%
Chile	563 435	1.3%
USA	544 329	1.3%
Rest of world	5 083 023	12.0%
<b>Total</b>	<b>42 304 141</b>	<b>100.0%</b>

Note: Includes fish, crustaceans, molluscs and amphibians



**World Aquaculture is Diverse:**  
**262 Species**  
 World Production of Farmed Fish (FAO 2003)

Temas relevantes



### 1.- WORKSHOP AQUA2006

“Mejoramiento e innovación tecnológica en el tratamiento de efluentes en acuicultura”



[www.feap.info/aquaetreat/aqua2006program\\_en.asp](http://www.feap.info/aquaetreat/aqua2006program_en.asp)

### Aquaetreat: “Proyecto de investigación colectivo Europeo para mejorar la sustentabilidad en acuicultura”

- Vincenzo Zonno
- Introducción
- La acuicultura moderna no es siempre buena con el medio ambiente. El cultivo de peces produce efluentes que al no ser tratados apropiadamente, puede causar un impacto negativo en la calidad de cursos de agua y ríos. El proyecto de investigación AQUAETREAT (Improvement and innovation of AQUAculture Effluent TREATment Technology) tiene como objetivo producir un doble beneficio: reducir el impacto de la acuicultura comercial sobre el medio ambiente y mejorar las credenciales del sector para el desarrollo sustentable.

### 2.- WORKSHOP AQUA2006

Hacia las Buenas Prácticas Europeas en “Biofouling” en Acuicultura

Organizado por CRAB:

“Collective Research on Aquaculture Biofouling”

Aqua2006 – DESIGN-ACT Seminario  
11 May 2006, Fortezza da Basso, Firenze, Italy

Se le dio un papel central a la Acuicultura de “océano abierto” en la Conferencia con 500 minutos de presentaciones y 20 oradores.

La sesión cubrió una amplia variedad de temas relevantes en el cultivo de peces en jaula, moluscos y algas. Se entregaron diversos puntos de vista dependiendo de la región y del tipo de empresa y se mostraron diversas soluciones de manejo y tecnológicas.

La gran cantidad de participantes, entre 100 a 200, demostró el gran interés por la acuicultura hacia áreas más expuestas.

## Proyecto: Designing a new aquaculture centre of technology (DESIGN-ACT)



- ❖ Eficiencia de costos
- ❖ Medio ambiente
- ❖ Temas Sociales y políticos
- ❖ Tecnología-Ingeniería

presented the project objectives and results so far obtained in "Designing a new aquaculture centre of technology based on an inquiry of present and future challenges in sea-based production".

<http://www.was.org/Meetings/SessionsByDay.asp?Meetingcode=AQUA2006>

## Temas abordados:

- Nutrición
- Acuicultura de mar abierto (altamar)
- Bienestar animal
- Sustentabilidad medioambiental
- Calidad de alimentos
- Probióticos
- Calidad de productos
- Salud
- Ingeniería y acuicultura
- Cultivo de algas
- Alimentos vivos y nutrición de larvas (peces)
- Tecnología para hatchery
- Programas de cría para peces, crustáceos y moluscos
- Camarones, Peces planos, atún.....

## Temas de Nutrición

- Proyectos en Nutrición UE
- Alimentación & Nutrición de Moluscos & otros invertebrados 9-15.30
- Nutrición de camarones 9-17.40
- Nutrición de peces Parte 1 9-17.40
- Nutrición de peces Parte 2 9-12.50
- Alimento vivo para peces y nutrición de larvas 13.50-17.20
- Alimento vivo para peces y nutrición de larvas 9-17.40

## Proyectos UE :

- **Alimentos sustentables para maximizar los beneficios para la salud de los consumidores de los peces de cultivo (AQUAMAX )**
- **Perspectivas del uso de proteínas de plantas en Acuicultura: consecuencias biológicas, medioambientales y socio-económicas (PEPPA Project)**
- **Investigando alternativas para el aceite de pescado en la acuicultura (RAFOA Project)**

Algunos trabajos presentados en Salmónidos:

1. Efecto del perfil de amino ácidos no esenciales sobre el crecimiento y el metabolismo de amino ácidos en trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*)
2. Reemplazo de harina y aceite de pescado en dietas de Salmón del Atlántico (*Salmo salar* L.): Beneficios de algas como alimento alternativo
3. Caracterización de salmón sockeye (*Oncorhynchus nerka*) hígado y alimento: Un ingrediente rico en colesterol

## Posters

- Calidad de las ovas de salmón del atlántico medidas a través de su composición bioquímica y éxito de la fertilización
- Comparación entre la composición corporal de smolts de salmon sockeye (*Oncorhynchus nerka*) producidos en hatchery y en estado natural

## Proyectos importantes UE: Fuentes alternativas para harina y aceite de pescado

OBJETIVO: búsqueda de fuentes alternativas que aseguren

- Un buen comportamiento productivo
- Un nivel de salud y
- Una calidad de producto similar

## Tópicos importantes a futuro

- Modelos de crecimiento y utilización de nutrientes
- Utilización de azúcares simples
- Utilización de dietas con aminoácidos
- Reducción del consumo producido por la harina de soya en la dieta
- Utilización de alternativas para la harina y aceite de pescado en la dieta

