6.39.3755
S172
1994,c.1
R

FONTEC

FONDO NACIONAL
DE DESARROLLO
TECNOLOGICO
Y PRODUCTIVO

BIBLIOTECA CORFO

[redacted]

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO TECNOLOGICO Y PRODUCTIVO
FONTEC - CORFO

BIBLIOTECA CORFO

PIGMENTACION Y NUTRICION DE SALMONES COHO DE LA REGION MAGALLANICA CON DIETAS QUE INCLUYEN HARINA DE

93 - 0211

NOVIEMBRE 1994

PRESENTACIÓN

En el último decenio, se constata que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado.

Sin embargo, nuestra estrategia de desarrollo, fundada en el mayor esfuerzo exportador y en un esquema que principalmente hace uso de las ventajas comparativas que dan los recursos naturales y la abundancia relativa de la mano de obra, tenderá a agotarse rápidamente como consecuencia del propio progreso nacional. Por consiguiente, resulta determinante afrontar una segunda fase exportadora que debe estar caracterizada por la incorporación de un mayor valor agregado de inteligencia, conocimientos y tecnologías a nuestros productos, a fin de hacerlos más competitivos.

Para abordar el proceso de modernización y reconversión de la estructura productiva del país, reviste vital importancia el papel que cumplen las innovaciones tecnológicas, toda vez que ellas confieren sustentación real a la competitividad de nuestra oferta exportable. Para ello, el Gobierno ofrece instrumentos financieros que promueven e incentivan la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas productoras de bienes y servicios.

El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC, organismo creado por CORFO, cuenta con los recursos necesarios para financiar Proyectos de Innovación Tecnológica, formulados por las empresas del sector privado nacional para la introducción o adaptación y desarrollo de productos, procesos o de equipos.

Las Líneas de financiamiento de este Fondo incluyen, además, el apoyo a la ejecución de proyectos de Inversión en Infraestructura Tecnológica y de Centros de Transferencia Tecnológica a objeto que las empresas dispongan de sus propias instalaciones de control de calidad y de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos.

De este modo se tiende a la incorporación del concepto "Empresa - País", en la comunidad nacional, donde no es sólo una empresa aislada la que compite con productos de calidad, sino que es la "Marca - País" la que se hace presente en los mercados internacionales.

El Proyecto que se presenta, constituye un valioso aporte al cumplimiento de los objetivos y metas anteriormente comentados.

FONTEC - CORFO

Noviembre de 1994

PIGMENTACION Y NUTRICION DE SALMONES COHO DE LA REGION MAGALLANICA CON DIETAS QUE INCLUYEN HARINA DE KRILL

INFORME FINAL PROYECTO FONTEC INNOVACION TECNOLOGICA

PIGMENTACION Y NUTRICION DE SALMONES COHO DE LA REGION MAGALLANICA CON DIETAS QUE INCLUYEN HARINA DE KRILL

1. Resumen

Las crecientes restricciones a la presencia de colorantes y aditivos químicos en los alimentos que se destinan a consumo humano ha planteado el desafío de reducir los niveles de pigmentos artificiales en la carne del salmón cultivado buscando nuevas fuentes de pigmentos naturales, sin desmedro de la calidad del producto.

En este sentido, los derivados de krill (harina, aceites, etc.) podrían tener gran potencial de uso en la acuicultura nacional, pués son una rica fuente de proteínas, aminoácidos escenciales, ácidos grasos poliinsaturados, vitaminas y minerales. Además contiene astaxantina, el pigmento que da cuenta de la coloración de la carne del salmón silvestre(Miki et al, 1983; Yamaguchi et al. 1983).

Existen variados antecedentes de la aplicación de krill en acuicultura para: pigmentar, mejorar palatabilidad, promover el crecimiento, mejorar parámetros nutricionales, entre muchos otros usos (revisón realizada por Storebakken en 1988). Se han descrito efectos tan diversos como: producción de salmones de mejor sabor y con mejores características, (Spinelli, 1979), aumento en el crecimiento debido a la presencia de promotores (Allahpichay, 1984 y 1985), aumento en la palatabilidad de las dietas por el gran contenido de sustancias estimulantes del consumo de alimento (Shimizu, 1990), aumento de sobrevida de ovas (Watanabe, 1991), rico perfil de aminoácidos y lípidos (Clarke 1984), presencia de vitaminas y minerales (Grantham, 1979), etc.

A pesar de estos variados beneficios, su utilización masiva en acuicultura ha estado limitada por varias razones, dentro de las cuales se destacan: a) Falta de suministro continuo durante el año, principalmente debido a la lejanía entre los lugares de captura y los usuarios finales; b) Variabilidad del producto según el proveedor, pués se desconoce el tipo de materias primas que han sido utilizadas (desechos o krill completo), estado de frescura, proceso productivo (Akiyama, 1984). Esto, ha generado un amplio rango de calidad de harinas, por ejemplo con niveles de pigmentos que pueden fluctuar entre 15 y 200 mg/kg (Storebakken, 1988) y con un valor entre US$ 600-1500/Ton.

Nuestra empresa se encuentra estratégicamente ubicada en la región Magallánica, donde la acuicultura se presenta como una actividad floreciente. Tanto la cercanía a las zonas de capturas del krill antártico, y al hecho de que Pta. Arenas sea el principal puerto de desembarque de harina de krill significan una ventaja para su utilización en dietas para salmones.

Durante este proyecto se evaluó el efecto de la harina de krill como fuente de pigmentos naturales (astaxantina) y como fuente nutricional alternativa, al ser incorporada en la alimentación de salmones coho en la fase de engorda.

Con este proyecto se establecieron las bases para el futuro desarrollo de una línea de productos nueva, ***"salmones pigmentados naturalmente"*** con krll. Además se consiguieron otros beneficios como: la incorporación de nuevos estándares de calidad en el producto terminado (calidad organoléptica:color, sabor, textura y estabilidad al congelamiento) y el establecimiento de un sistema de monitoreo y control objetivo de los programas de pigmentación, el cual representa una ventaja a los actulamente empleados por nuestra empresa y que permitirán su optimización.

2. Objetivos

Objetivo General:

Evaluar el efecto de la harina de krill en la pigmentación y nutrición de Salmones Coho en la fase de engorda.

Objetivos Específicos:

a) Evaluar la capacidad pigmentante de la harina de krill en base al color y velocidad de depósito de pigmentos en el músculo. Comparar la efectividad de la harina de krill, Astaxantina Roche, la mezcla de ambos, como pigmentantes.
b) Comparar la estabilidad y retención de los pigmentos junto con la calidad sensorial de filetes de salmón después de almacenamiento congelado y que han sido pigmentados en forma natural y artificial.
c) Caracterizar el tipo de pigmentos en la harina de krill y los depositados en el músculo de Salmón Coho en base al % de pigmento esterificado.
d) Evaluar el valor nutricional de la harina de krill como ingredeiente alimenticio para salmones Coho en fase de engorda, controlando tasas de crecimiento, rendimiento y conversiones alimenticias.

3.0 METODOLOGIA

3.1 Peces: El ensayo de pigmentación de salmones coho ***(Oncorhynchus kisutch)*** comenzó en Septiembre de 1993 en el centro de agua de mar de Salmones Tierra del Fuego, ubicado en el seno Skyring al nor-oeste de Pta. Arenas. El experimento se extendió hasta las primeras semanas de Marzo de 1994, durante 6 meses aproximadamente.

Se seleccionaron ejemplares de Salmón Coho de peso cercano a 390 g los cuales fueron distribuídos a 8 jaulas con 8.500 ejemplares cada una. Estos peces habían sido previamente alimentados con harina de krill durante el período diciembre de 1992 a abril de 1993, razón por la cual presentaban una coloración residual (2.3 ppm de pigmento en el músculo y color entre 11-12). La tabla N° 1 muestra un resumen del programa de pigmentación utilizado para cada jaula y su distribución según las dietas además se indican los cambios que hubo durante el experimento.

3.2. Dietas: En base a los objetivos planteados, se formularon 4 dietas experimentales, las cuales contenían niveles de proteína y grasa comparables entre sí. La formulación de las dietas se indica en la Tabla N°2. Como pigmentante sintético se utilizó astaxantina (Carophyll Pink, F. Hoffman-LaRoche) y como pigmentante natural Harina de krill. Cada partida de alimento preparada se caracterizó químicamente.

3.3. Harina de krill: En la primera fase del experimento: Septiembre '93-Enero '94, se utilizó harina de krill de la empresa japonesa Tayio (harina de krill 1), cuyo contenido de pigmentos era de 130 ppm. En la segunda fase: Enero '94-Cosecha, se utilizó harina de krill con un contenido de pigmentos mayor (200 ppm) adquirida a la empresa Inual/Tepual. Las caracteríasticas y tipos de pigmentos de cada harina se indican en la tabla N° 3.

3.4 Procedimientos de muestreos: Los primeros días de cada mes, se muestreó el 1% de la población (80 peces aproximadamente) para estimar el peso promedio de cada jaula. De esta población se seleccionaron 6 peces por tratamiento (3 peces por jaula) que fueron representativos del peso promedio de la jaula. Esta cuidadosa selección de los peces muestreados permitió obtener resultados muy consistentes en el tiempo.

Los muestreos se realizaron durante los primeros días de los meses de Septiembre (inicial), Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero y Marzo (cosecha). Mensualmente se registraron todos los

parámetros productivos como consumos de alimento, tasa de alimentación, mortalidades, biomasa, etc.

3.5. Muestras: Se registraron todos los antecedentes de cada pez que fue muestreado como: peso completo, peso sin visceras, largo, sexo, fecha del muestreo y cualquier otra información que se consideró relevante. A cada pez sacrificado se le asignó un número único y correlativo. Los peces eviscerados fueron cortados en 3 secciones (3 Steaks). Cuando los peces fueron suficientemente grandes (enero y cosecha), se obtuvieron 2 steaks y 2 filetes de la parte posterior (cola). Cada sección fue empacada al vacío en bolsas de polietileno transparente y puestas en hielo lo más rápidamente posible. Durante el mismo día o a primera hora del día siguiente, las muestras se enviaron a los laboratorios de INUAL/TEPUAL en Santiago, vía área, donde se realizaron los análisis químicos en fresco. Los pescados muestreados en la cosecha (marzo 1994) fueron congelados previo a su envío a Santiago, debido a que cada jaula fue cosechada en fechas diferentes. En Santiago todas los pescados correspondiente a un muestreo fueron analizadas al mismo tiempo.

3.6 Almacenamiento congelado: En forma paralela a los muestreos mensuales en diciembre, enero y cosecha se tomaron muestras de cada grupo (4 peces extras por tratamiento) que se destinaron a los ensayos de almacenamiento congelado y sensorial. De cada pescado se obtuvieron 2 filetes, en donde un filete se analizó inmediatamente y la otra mitad idéntica se guardó para análisis sensorial, color y pigmentos después de congelar. Los filetes fueron envueltos en papel de aluminio y almacenados congelados a -20°C, durante períodos de 9 meses (desde diciembre), 8 meses (desde enero) o 6 meses (desde Marzo), a una temperatura de -20°C. Mensualmente se observó el color visual por carta de colores y el nivel de pigmentos en el músculo se analizó al inicio y final del período.

3.7 Color visual (Carta de colores): Mensualmente se evaluó el color de los 3 trozos obtenidos en forma inmediata después de realizado el muestreo. Estas lecturas fueron confirmadas por el Laboratorio INUAL/TEPUAL en Santiago. El color de los Steak se evaluó utilizando una carta de colores (Roche) según la escala 1 - 8, bajo luz natural de acuerdo al siguiente criterio:

Valor 0:	Sin pigmentación visible
Valor 1-2:	Coloración pálida
Valor 3-4:	Coloración rosada
Valor 5-6:	Rojizo suave
Valor 7:	Color rojo
Valor 8:	Rojo intenso

Para el análisis químico de pigmentos se utilizó el steak del centro. Para el análisis de color se tomó el promedio de las lecturas de los 3 steaks. Valores de 3-4 o mayores se consideran

con intensidad suficiente para el mercado fresco. Para el mercado congelado se requieren valores iguales o sobre 5-6.

3.8 Astaxantina en el músculo: Para extraer los pigmentos desde el musculo de los salmones se utilizó el método Saito y Reiger (1970). Se tomaron 6,5 gr de músculo de pescado y se extrajeron sucesivamente con acetona, y posteriormente con éter de petroleo. La solución coloreada con los pigmentos fue leída espectrofotométricamente a 460 nm. Las lecturas se compararon con los coeficientes de extinción descritos para astaxantina en este solvente. El nivel total de pigmentos en el músculo se expresó como mg de astaxantina por kilogramo de músculo (ppm). Se utilizó un factor de 0,588 para obtener el peso de músculo desde las muestras de pescado (Simth et al., 1992).

3.9 Tipo de pigmentos: Se determinó la composición de los pigmentos presentes en las muestras estableciendo la proporción de los ésteres de astaxantina. Los extractos preparados de la forma antes indicada se sometieron a análisis de HPLC (High Performance Liquid Cromatography) de acuerdo al método de Fisher (1987), utilizando detección en rango visible (480 nm) con algunas modificaciones. Los resultados se expresaron en forma cualitativa, como % de cada uno de los ésteres, para lo cual se asumió el mismo coeficiente de extinción.

3.10 Análisis de color: Utilizando el sistema propuesto por la "International Commission on Illumination (CIE)", en 1976, se obtuvieron los valores de L, a, b desde el espectro de reflactancia utilizando un equipo de Hunter Lab tristimulus colorimeter. Se utilizó un diametro de 13,5 mm para la superficie observada. Las placas a observar fueron llenadas con músculo de salmón molido y homogenizado correspondiente a los steak 1 y 3 del pescado muesteado. Cada placa fue rotada en 90° a la derecha y leída 4 veces, y los resultados se expresaron como promedios. Esta misma muestra fue utilizada posteriormente para los análisis químicos (proteínas, grasa y humedad).

3.11 Análisis Químicos: Los análisis de proteína, grasa y humedad del músculo de los peces, harina de krill, harina de pescado y cada partida de alimento se realizaron según la técnicas estándares de AOAC (American Official Analytical Chemistry).

3.12 Evaluación Sensorial: Se trabajó con un panel de 12 jueces y se utilizó una sala de Panel sensorial especialmente diseñada para estos fines. En una primera etapa, se entrenó a los jueces para que fueran capaces de realizar discriminaciones que el consumidor promedio no es capaz de realizar, especialmente si las muestras son ofrecidas en días sucesivos.

Para determinar si existía diferencia significativa en la calidad total entre los tratamientos se realizó un test de puntaje compuesto, sobre los siguientes parámetros de calidad: sabor, color, textura y apariencia en filetes cocidos tanto antes como después de 3 y 6 meses de almacenamiento congelado correspondientes a salmones alimentados con dieta 1, dieta 2 y dieta 4, muestreados los meses de diciembre y enero. Se utilizó un test de puntaje compuesto para evaluar los salmones de cada tratamiento presentados dentro de la misma sesión en forma aleatoria, esta experiencia fue realizada en duplicado. Se guardó congelado la **mitad idéntica** de cada salmón para el análisis después de 3 o 6 meses de almacenamiento congelado.

La evaluación de los resultados del panel se realizó por Análisis de Varianza y test de Duncan para cada parámetro y calidad total. La variables de "sabor", "textura" y "olor" se analizaron bajo luz roja para evitar, la influencia del color en la apreciación del juez.

4. RESULTADOS Y DISCUSION:

4.1. Tipo de pigmentos en harinas de krill:

El krill como otros crustáceos contienen pigmentos carotenoides, especialmente astaxantina. La mayor parte de la astaxantina está en la forma de ésteres de ácidos grasos lo cual le da mayor estabilidad al pigmento respecto a las formas libres (Storebakken, 1988). Utilizando metodología de HPLC, fue posible caracterizar los pigmentos de las 2 harinas de krill utilizadas durante el desarrollo de este proyecto (Tayio Co. e Inual).

Se ha descrito que existe gran variabilidad en las calidades de las harinas de krill (Miki et al.). Las 2 harinas de krill ensayadas, diferían tanto en el contenido como en el tipo de pigmentos. Esto podría ser atribuído a diferentes procesos de producción y otras características propias de las materias primas utilizadas. La Tabla N° 3 muestra la composición de los pigmentos. Estos resultados se comparan con los informados por Miki et al. (1983).

La harina de krill utilizada en la última fase del experimento (Inual), contenía una mayor cantidad de pigmentos, siendo todos los pigmentos presentes astaxantina libre o sus formas esterificadas. En la harina harina de bajo pigmento (Tayio Co.), se encontraron otros pigmentos carotenoides, los que podrían corresponder a productos de descomposición de los pigmentos. Se desconoce cual podría ser la importancia biológica de las diferentes formas de pigmentos, si se considera que en el músculo de los salmones el único pigmento detectado fue

BIBLIOTECA CORFO

astaxantina libre. No todos los pigmentos son absorbidos y retenidos con la misma eficiencia por los peces. Por ejemplo, la astaxantina es mejor como pigmentante que la cantaxantina y ésta mejor que la zeataxantina (Torrisen 1993), a pesar de que todos éstos son pigmentos carotenoides.

Para implementar un programa de pigmentación natural con harinas de krill, se tendrá necesariamente que asegurar una calidad óptima, es decir un nivel de pigmentos altos y estables.

4.2. Color de los peces pigmentados con krill:

El color es una medida subjetiva afectada por múltiples factores externos como cantidad de luz, porción del músculo donde se realiza la lectura, el observador, etc. Para igualar criterios existe una carta de colores cuya escala de colores va desde anaranjado o rosado suave a rojo, con escalas de 1 a 8 para steaks y de 11 a 18 para filetes. En forma complementaria, equipos instrumentales como el colorímetro Hunter, permiten una evaluación objetiva de color a través de sus medidas de color "a" rojo, "b" amarillo y "l" luminosidad y permitiendo comparar con mayor confiabilidad lecturas de color de un mes a otro.

La Tabla N° 4, muestra los resultados de color visual (promedio escala 1-8) y análisis de Hunter y la Tabla N°5 muestra un ejemplo de análisis de color Hunter detallado para los peces muestreados en Enero.

Las dietas que contienen una mayor cantidad de pigmento (50 ppm) son los que produjeron salmones con color más intenso (dietas 2 y 4). Cuando se observa el valor "a" (rojo), se aprecia un aumento sostenido de la coloración del músculo para todos los tratamientos incluso aquellos con bajos niveles en las dietas. Se encontró además, una buena correlación (r=0,9) entre el valor rojo "a" y el contenido de astaxantina en el músculo de salmones coho (Gráfico N°2).

A pesar de que también se encontró una buena relación entre la apreciación visual del color de filetes y el análisis cuantitativo de pigmentos (r=0,77), (Gráfico N°3) el mejor predictor del nivel de pigmentos es la medida del valor "a" del Hunter. Por lo tanto, un colorímetro portatil sería una buena herramienta para estimar el nivel de pigmentos en el músculo en los centros productores de salmón en forma rápida, confiable y reproducible.

En la Tabla N°5, se aprecia que el krill no cambia el tono de la pigmentación de la astaxantina sintética (dieta 2 y dieta 4). No se observa un color más intenso al utilizar la mezcla de krill/astaxantina. La leve diferencia de tono observado en los peces alimentados sólo con krill (tono 0,73) respecto a la astaxantina sintética (tono 0,68), se debió al menor contenido

de pigmentos de éstos peces, pués como muestra el Gráfico N°1, el tono disminuye a medida que aumenta la concentración de pigmentos en el músculo (Skrede y Storebakken 1986). Para un estudio más exacto y una adecuada comparación, se deberían utilizar peces con el mismo nivel de ppm en el músculo.

Resumiendo, los resultados obtenidos indicaron que la harina de krill es capaz de pigmentar en forma natural salmones coho otorgando un color (tono) similar al otorgado por astaxantina sintética, con una adecuada aceptación en mercado. El mejor mercado para salmones pigmentados naturalmente con krill será el mercado fresco y donde los consumidores tengan preferencia por productos naturales. La intensidad de color fue algo más baja de la requerida para el mercado de salmones congelados (Japón).

La menor intensidad de color se debió principalmente a que el nivel de pigmento en la dieta con krill fue más bajo (23 ó 36 ppm) que lo utilizado comercialmente (50 ppm). Para el futuro desarrollo de una línea de salmones pigmentados en forma natural, será fundamental disponer de harinas de krill con alto nivel de pigmentos (harinas con más de 220 ppm), lo cual permitirá incorporar más de 40 ppm de pigmentos naturales. Esto será un gran desafío para los productores de harina de krill, quienes deberán realizar esfuerzos de investigación y desarrollo para la obtención de harinas de mejores características pigmentantes.

4.3. Absorción y acumulación de pigmentos de krill:

Para que los pigmentos sean depositados en el músculo de los salmones, se requieren varias etapas: digestión del alimento, absorción, transporte al tejido y deposición en el músculo. En el músculo, los pigmentos se encuentran en su forma libre y por lo tanto los pigmentos del krill a diferencia de los pigmentos sintéticos, previo a ser depositados en el músculo, deben ser hidrolizados.

La tabla N° 4 muestra el nivel de pigmento en el músculo. La tabla N°6 muestra la retención de los **pigmentos del krill**. Esta fue de un **9%** durante el período comprendiodo entre 1° de Octubre y 2 de Enero, y de **12%** para el período 1° de Diciembre - 3 de Enero. La **astaxantina** sintética en la misma concentración (23 ppm) fue retenida en un **13%** y **17%** respectivamente. La retención durante el período enero-cosecha se mantuvo en el 17%, dando una retención acumulada de un 14% para la astaxantina sintética. La variaciones en la retención de los pigmentos para cada dieta, se podría deber a variaciones en la tasa de alimentación.

El aumento de pigmento en el músculo fue más rápido para los tratamientos con mayor contenido de pigmentos (dietas 2 y 4 con

50 ppm). Los resultados son claros en mostrar que a un mayor nivel de pigmentos en la dieta se producen retenciones más bajas. Los valores de retención obtenidos están de acuerdo a los valores descritos en la literatura, ya que la retención de pigmentos descrita para Salmón Coho varía entre 5-20% (Storebakken, 1992).

Para optimizar la pigmentación de los salmones al tiempo de cosecha, en la última fase de pigmentación, se cambió la harina de krill por una harina con mayor concentración de pigmentos, dando una dieta de 36 ppm final. La Tabla N° 7, muestra una Proyección realizada en Enero para predecir el nivel de pigmentación esperada para la cosecha después de este cambio.

Del gráfico N°2 y gráfico N°3 se puede concluir que pigmentos sobre 14 ppm en el músculo, serían adecuados para obtener un buen color visual para el mercado congelado, ya que a este nivel de ppm, ocurre una saturación del color rojo (valor a) determinado por Hunter. Sobre este nivel de pigmentación se podría asegurar un valor de 16-17 de escala Roche para filete y sobre un valor 5 para la escala de steak, lo cual resultará satisfactorio para el exigente mercado de salmón congelado. En la proyección el krill llegaría a 12 ppm.

Una de las causas de la menor retención de la harina de krill respecto a pigmentos sintéticos sería la dificultad de la ruptura del enlace éster de los pigmentos del krill al igual como se ha descrito para astaxantina dipalmitato (Schiedt 1985, en truchas. Una estrategia de pigmentación con harinas de krill de alto contenido de pigmento, en especial durante la última fase de pigmentación, así como una pigmentación prolongada permitirá alcanzar un nivel de pigmentos sobre 14 ppm, que asegurará una óptima coloración natural de la carne para el mercado congelado. La harina de krill en las condiciones utilizadas en este proyecto, podrían satisfacer fácilmente los requerimientos de pigmentación para el mercado del salmón fresco pero no la del mercado congelado japonés.

4.4 Calidad Nutricional de la Harina de Krill:

La Harina de krill aparte de ser una fuente de pigmentos, es una fuente de aminoácidos, lípidos y vitaminas. Junto con estas características, se han descrito otra serie de efectos beneficiosos como: agente palatante de dietas, presencia de estimulantes del consumo de alimento, promotor de crecimiento, aumento de sobrevida de ovas, mejorador de las características de los peces. Por su contenido de pigmentos es necesario incorporarla a niveles entre el 10 y 20% de la dieta. Normalmente se reemplaza parte de la harina de pescado por

harina de krill. Las Tablas N°7 y 8 muestran los resultados nutricionales obtenidos.

La incorporación de un 18% de harina de krill, parecería favorecer el crecimiento de los peces, habiendo una tendencia a mejorar las conversiones alimenticias (resultados hasta Enero'94). Sin embargo, los resultados no son concluyentes, pués no hubo un control de la alimentación preciso, que permita un estudio nutricional adecuado.

4.6 Características sensoriales:

Cuando se varían las formulaciones para minimizar costos de las dietas, durante el cultivo intensivo de peces se pone énfasis en el efecto que ésto produce en los resultados nutricionales y de pigmentación. Pero no ha habido inquietud por conocer el efecto que provoca en los atributos sensoriales (sabor, textura y color) en la carne del salmón, cuando se cambian los constituyentes de la alimentación que éstos reciben.

En el estudio sensorial de salmones no se detectaron efectos en la calidad del sabor y textura de la carne, al incluir krill en las dietas en reemplazo de la harina de pescado. Tampoco, se observaron diferencias de color en los peces alimentados con astaxantina roche o con la mezcla de harina de krill y astaxantina roche, un mes antes de cosecha. Los peces alimentados con harina de krill se observaron antes y después de cocidos, significamente de un color más suave que los otros dos tratamientos.

4.6 Estabilidad del color al congelado:

Durante el almacenamiento congelado en general se observaron leves cambios de color en aquellos salmones alimentados con 18% de H. de krill (color filete de 14 a 13) muestreados en diciembre y enero. A pesar de esta leve caída de color detectada no se encontró un cambio en el nivel de pigmentos (ppm) importante.

Una de las causas del cambio de color, es un fenómeno físico relacionado con la unión estrecha entre los pigmentos y las proteínas. El diferente grado de denaturación de las proteínas durante el congelamiento y almacenamiento puede influir en la unión de los pigmentos al músculo y a la estabilidad del color.

TABLA: 6
Proyección del nivel de Pigmentos en salmon Coho

	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr) esperado cosecha	Ganancia Peso (gr)	Consumo Alimento (gr/pez)	Consumo Pigmento (mg/pez)	Retención Esperada	Pigment. Retenido (mg/pez)	Pigment. (02/01/94) (ppm)	Pigmento (02/01/94) (mg/pez)	Pigment. Esperado Cosecha (mg/pez)	Pigmento Esperado Cosecha (ppm)	Nivel de Pigmento Esperado a la cosecha	Nivel de Pigmento Logrado a la cosecha
Dieta con alto pigmento: 50 ppm													
Astaxantina + Krill 50 ppm	1.131	2.900	1.770	2.654	132,7	7%	9,3	7,7	8,6	17,9	10,5		
				(FCR=1,5)		9%	11,9	7,7	8,6	20,6	12,1	10 -14 ppm	13 ppm
	1.131	2.900	1.770	3.185	159,3	7%	11,1	7,7	8,6	19,8	11,6		
				(FCR=1,8)		9%	14,3	7,7	8,6	23,0	13,5		
Astaxantina 50 ppm	1.302	2.900	1.599	2.398	119,9	9%	10,8	9,9	12,8	23,6	13,8		
				(FCR=1,5)		11%	13,2	9,9	12,8	26,0	15,3		
												14 -17 ppm	18 pmm
	1.302	2.900	1.599	2.877	143,9	9%	12,9	9,9	12,8	25,8	15,1		
				(FCR=1,8)		11%	15,8	9,9	12,8	28,6	16,8		
Dieta con bajo pigmento: 36 ppm													
Astaxantina 36 ppm	1.323	2.900	1.578	2.366	85,2	13%	11,1	6,8	9,0	20,1	11,8		
				(FCR=1,5)		17%	14,5	6,8	9,0	23,5	13,8		
												12 -16 ppm	13 ppm
	1.323	2.900	1.578	2.840	102,2	13%	13,3	6,8	9,0	22,3	13,1		
				(FCR=1,8)		17%	17,4	6,8	9,0	26,4	15,5		
Krill 36 ppm	1.284	2.900	1.616	2.424	87,3	9%	7,9	4,9	6,5	14,3	8,4		
				(FCR=1,5)		12%	10,5	4,9	6,5	17,0	9,9		
												8 -11 ppm	12 ppm
	1.284	2.900	1.616	2.909	104,7	9%	9,4	4,9	6,3	15,7	9,2		
				(FCR=1,8)		12%	12,6	4,9	6,3	18,9	11,1		

Tabla 7: Resumen detallado de Parámetros Nutricionales

DIETAS: 2

	Peso/pez (gr)				Ganacia Peso		% crecim. acum		Feed Intake Parcial		FCR Acumulado		Astaxantina en musculo (ppm)		Retencion %	
	INICIO		FINAL		parcial											
Jaulas:	24–26															
1–31 OCT	496	496	586	604	90	108	18	22	1,44	1,45	2,4	2,0	3,1	3,2	11,8	6,1
1–30 NOV	586	604	818	828	232	224	65	67	2,31	2,30	1,9	1,9	6,3	4,5	7,2	9,0
1–31 DIC	818	828	1267	1336	449	508	155	169	3,23	3,15	1,8	1,7	6,6	7,2	8,9	10,7
1–31 ENE	1267	1336	1987	2018	720	682	301	307	2,94	2,94	1,7	1,7	9,8	9,9	–	–
1–COSECHA	1987	2018	2460	2480	473	462	396	400	2,11	2,18	2,0	2,1	17,3	19,2	11,9	13,0
		Ganacia Total (gr):					Promedio: Feed Intake									
					1964	1984			2,41	2,41						

DIETAS: 3

Jaulas:	28–30															
1–31 OCT	485	484	587	593	102	109	21	23	1,47	1,47	2,1	2,0	3,3	2,9	16,4	10,7
1–30 NOV	587	593	834	810	247	217	72	67	2,20	2,32	1,7	1,9	5,1	3,9	7,4	10,1
1–31 DIC	834	810	1269	1376	435	566	162	184	3,14	3,17	1,8	1,6	4,1	4,9	12,1	14,6
1–31 ENE	–	1376	–	1926	–	550	–	298	–	1,68	–	1,4	–	7,0	–	–
1–COSECHA	–	1926	–	2696	–	770	–	457	–	3,90	–	2,0	–	13,0	–	14,5
		Ganacia Total (gr):					Promedio: Feed Intake									
					–	2212			–	2,51						

DIETAS: 4

Jaulas:	19–21															
1–8 OCT	419	482	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,6	2,3	–	–
9–31 OCT	–	–	485	575	66	93	16	19	1,65	1,58	3,1	2,5	–	–	5,6	7,9
1–30 NOV	485	575	653	820	168	245	56	70	2,41	2,30	2,4	1,8	3,9	4,1	4,5	6
1–31 DIC	653	820	1028	1233	375	413	145	156	3,27	3,11	2,0	1,9	4,7	5	6,8	7,3
1–31 ENE	1028	1233	1987	2018	959	785	374	319	3,09	2,96	1,3	1,6	7,6	7,7	–	–
1–COSECHA	1987	2018	2460	2480	473	462	487	415	1,55	1,81	1,7	1,9	12,9	13,9	10,1	10,2
		Ganacia Total (gr):					Promedio: Feed Intake									
					2041	1998			2,40	2,35						

DIETAS: 1

Jaulas:	27–29															
1–8 OCT	450	451	–	–	–	–	–	–	–	–	–		3,7	2,8	–	–
9–31 OCT	–	–	551	528	101	77	22	17	1,45	1,46	1,9	2,6	–	–	4,2	11
1–30 NOV	551	528	751	789	200	261	67	75	2,29	2,35	1,9	1,7	3,8	4,5	4,7	7
1–31 DIC	751	789	1243	1325	492	536	176	194	3,07	2,94	1,6	1,4	3,8	3,8	9,6	8,7
1–31 ENE	–	1325	–	1855	–	530	–	311	2,27	1,73	–	1,4	–	4,4	–	–
1–COSECHA	–	1855	–	2690	–	835	–	496	–	4,59	–	2,0	–	11,7	–	8,9
		Ganacia Total (gr):					Promedio: Feed Intake									
					2041	1998			2,40	2,35						

Tabla 8: Resumen de Parámetros Nutricionales

DIETAS: 2	PESO (por pez) (gr) Inicio	Final	Ganacia Peso parcial	% crecim. acum	Feed Intake Parcial	FCR Acumulado	Astaxantina en musculo ppm	Retencion %
1-31 OCT	496	595	99	20	1,4	2,2	3,2	9,0
1-30 NOV	595	823	228	66	2,3	1,9	5,4	8,1
1-31 DIC	823	1.302	479	162	3,2	1,8	6,9	9,8
1-31 ENE	1.302	2.003	701	304	2,9	1,7	9,9	0,0
1-COSECHA	2.003	2.470	468	398	2,1	2,0	18,3	12,5
DIETAS: 3								
1-31 OCT	485	590	106	22	1,5	2,0	3,1	13,6
1-30 NOV	590	822	232	70	2,3	1,8	4,5	8,8
1-31 DIC	822	1.323	501	173	3,2	1,7	4,5	13,4
1-31 ENE	1.376	1.926	550	298	1,7	1,4	7,0	
1-COSECHA	1.926	2.696	770	457	3,9	2,0	13,0	14,5
DIETAS: 4								
1-8 OCT	451						2,5	
9-31 OCT		530	80	18	1,6	2,8		6,8
1-30 NOV	530	737	207	63	2,4	2,1	4,0	5,3
1-31 DIC	820	1.233	413	156	3,1	1,9	5,0	7,1
1-31 ENE	1.233	2.018	785	319	3,0	1,6	7,7	
1-COSECHA	2.018	2.480	462	415	1,8	1,9	13,9	10,2
DIETAS: 1								
1-8 OCT	451						3,3	
9-31 OCT		540	89	20	1,5	2,3		7,6
1-30 NOV	540	770	231	71	2,3	1,8	4,2	5,9
1-31 DIC	789	1.325	536	194	2,9	1,4	3,8	9,2
1-31 ENE	1.325	1.855	530	311	1,7	1,4	4,4	
1-COSECHA	1.855	2.690	835	496	4,6	2,0	11,7	4,5

BIBLIOTECA CORFO

Gráfico Nº1 Variación del tono con respecto a nivel de astaxantina en salmón.

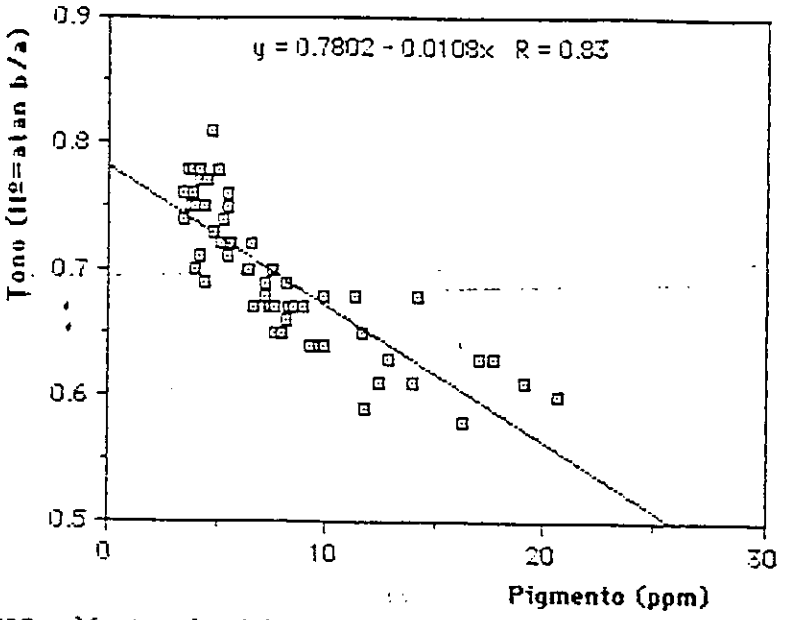


Gráfico Nº2 Variación del rojo con el nivel de astaxantina en salmón.

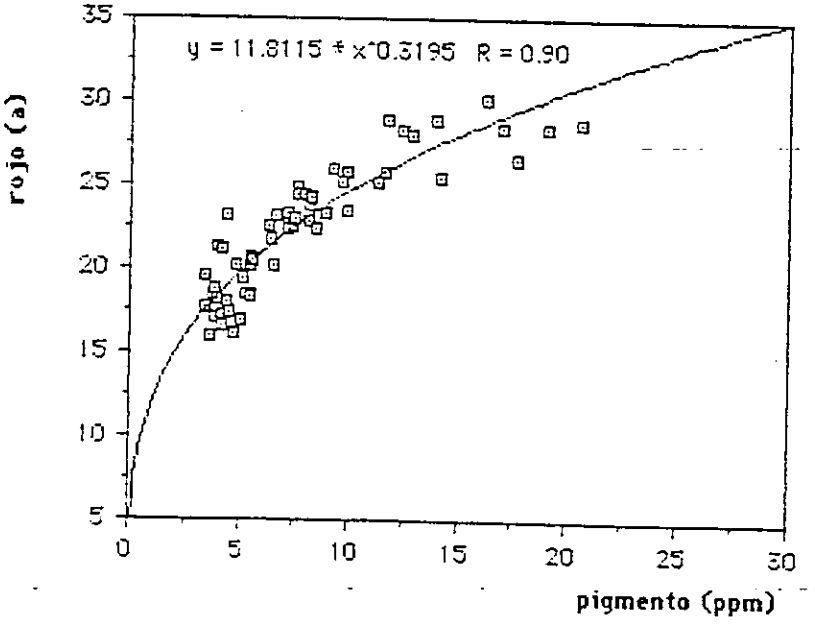
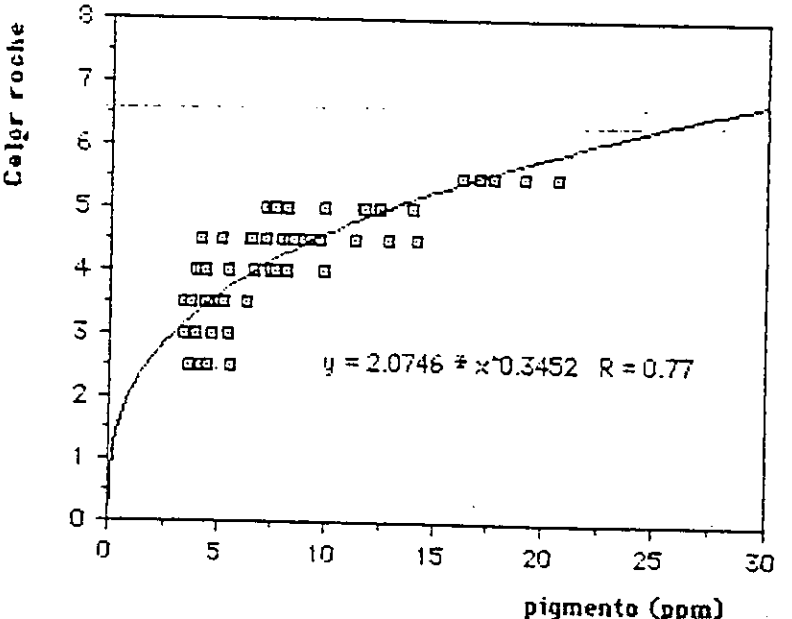


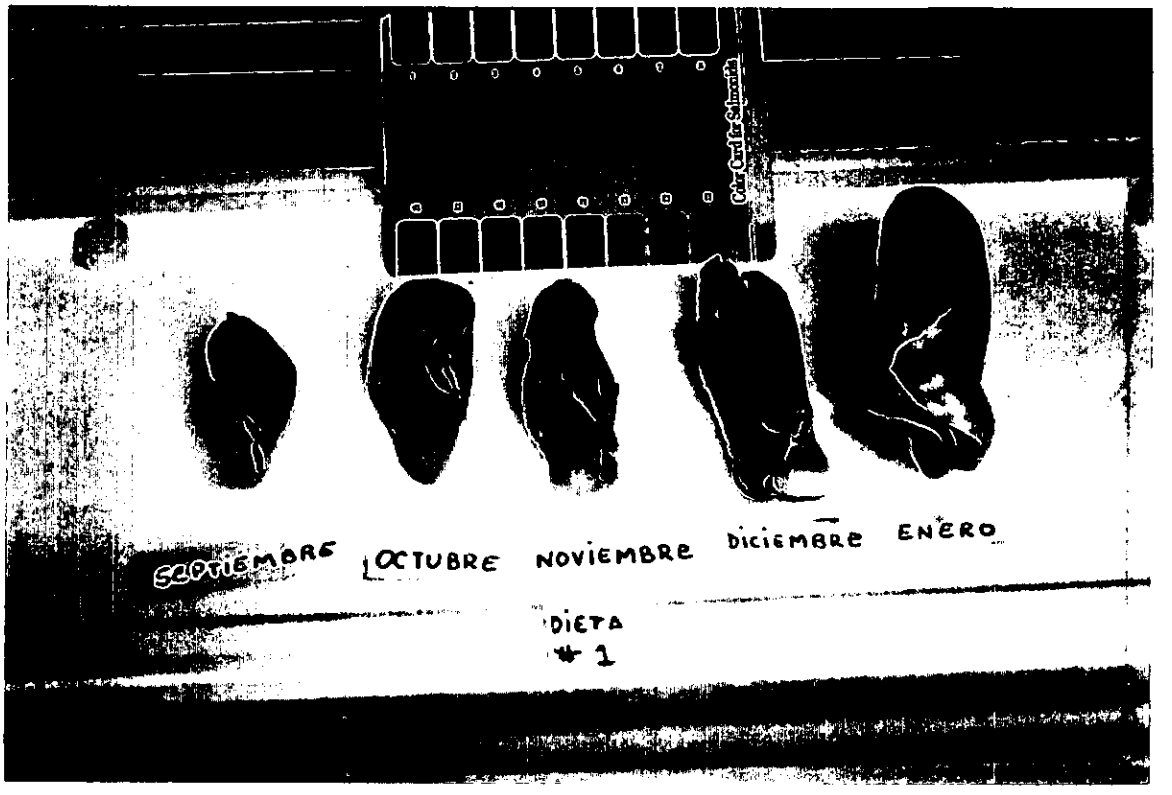
Gráfico Nº3 Color Roche vs Pigmento en salmón.



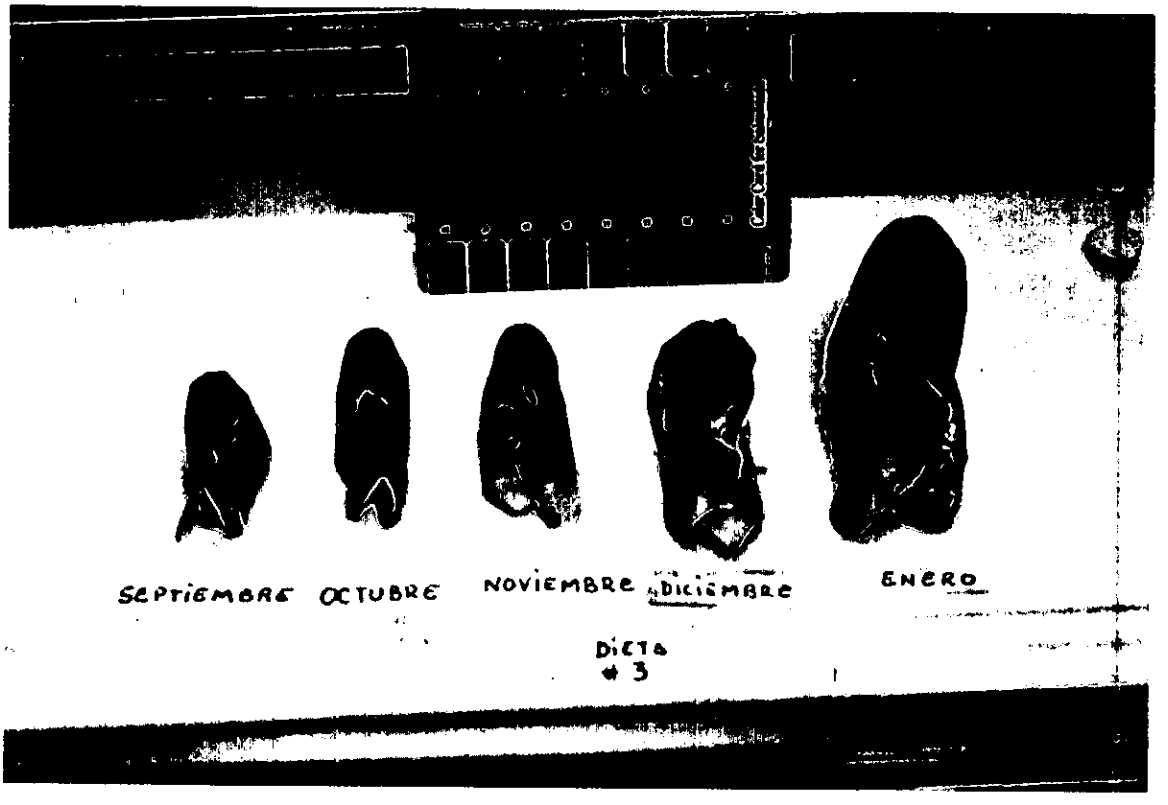
FOTOGRAFIAS

PIGMENTACION SALMONES COHO:

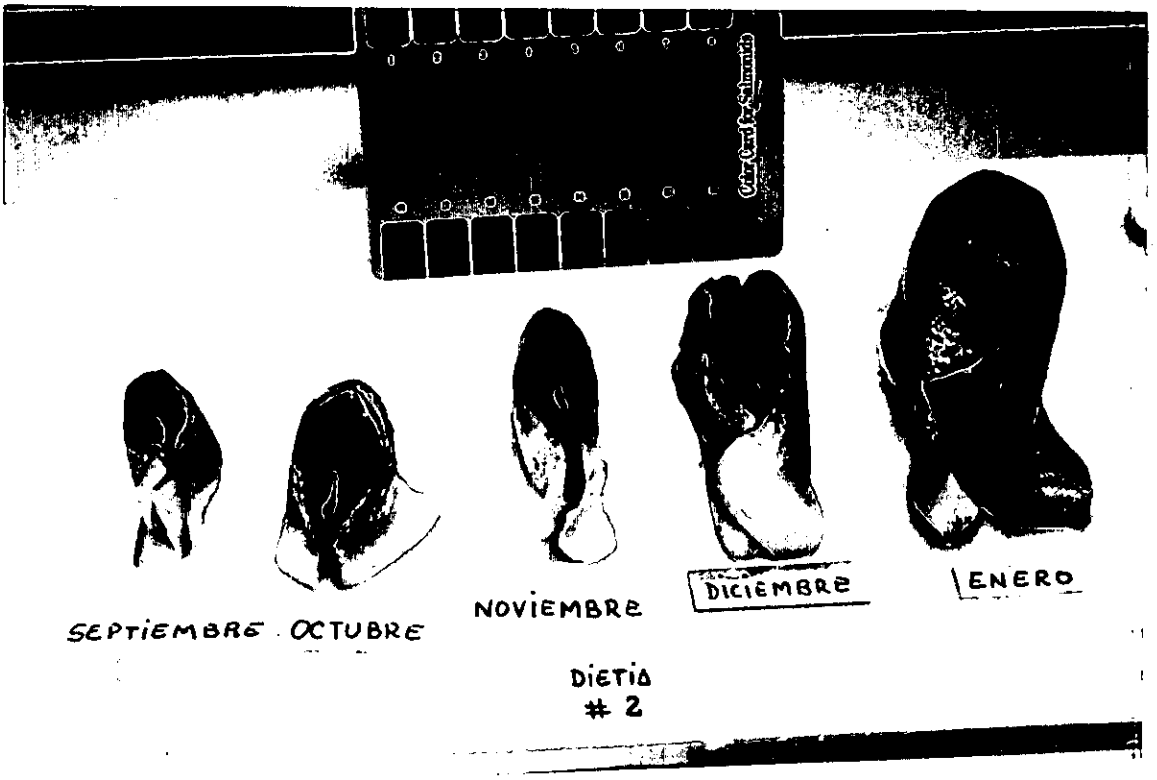
A) Dieta Nº 1 : 18% harina de krill (23 ppm pigmento)



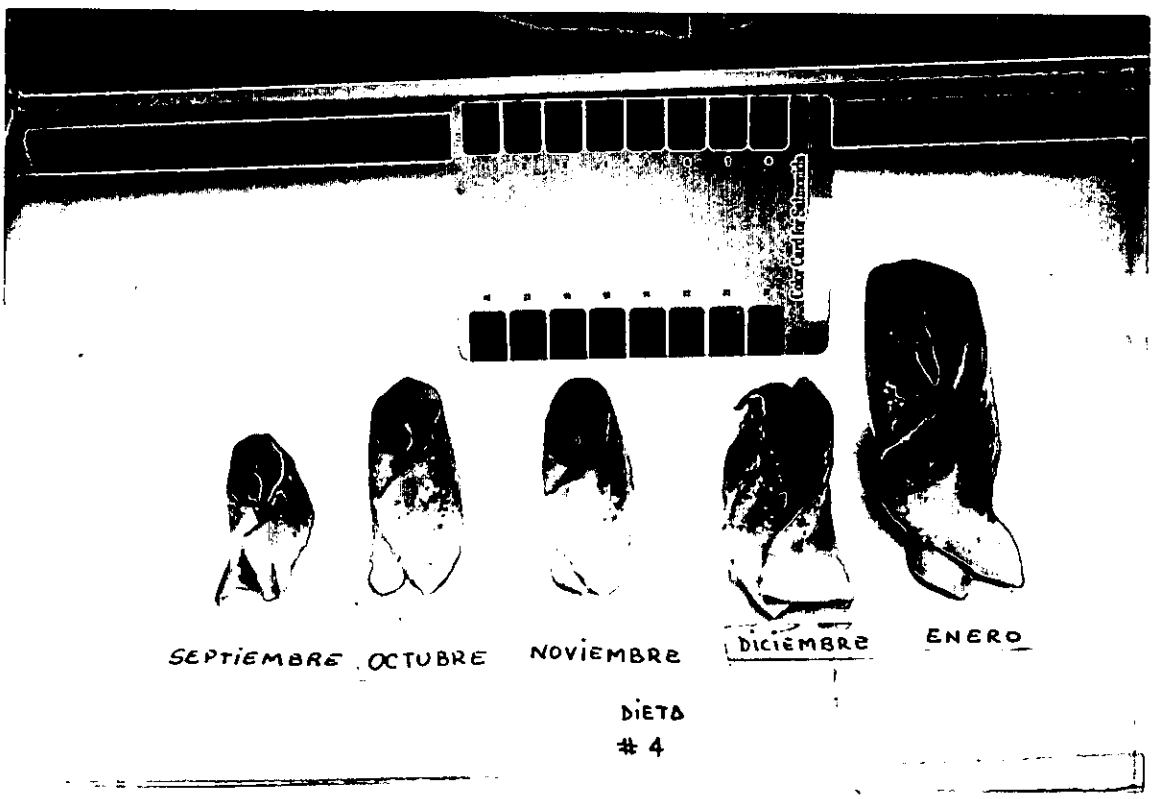
B) Dieta Nº 3 : Astaxantina Roche (23 ppm pigmento)



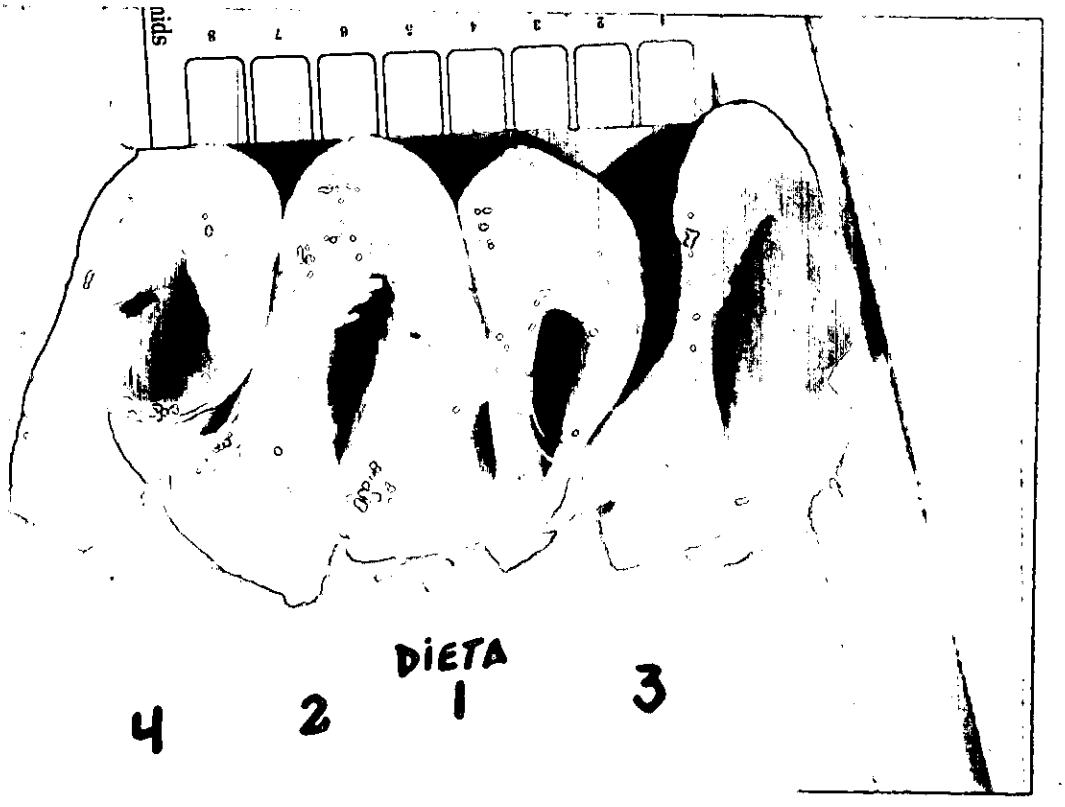
C) Dieta Nº 2 : Astaxantina Riche (50 ppm de pigmentos)



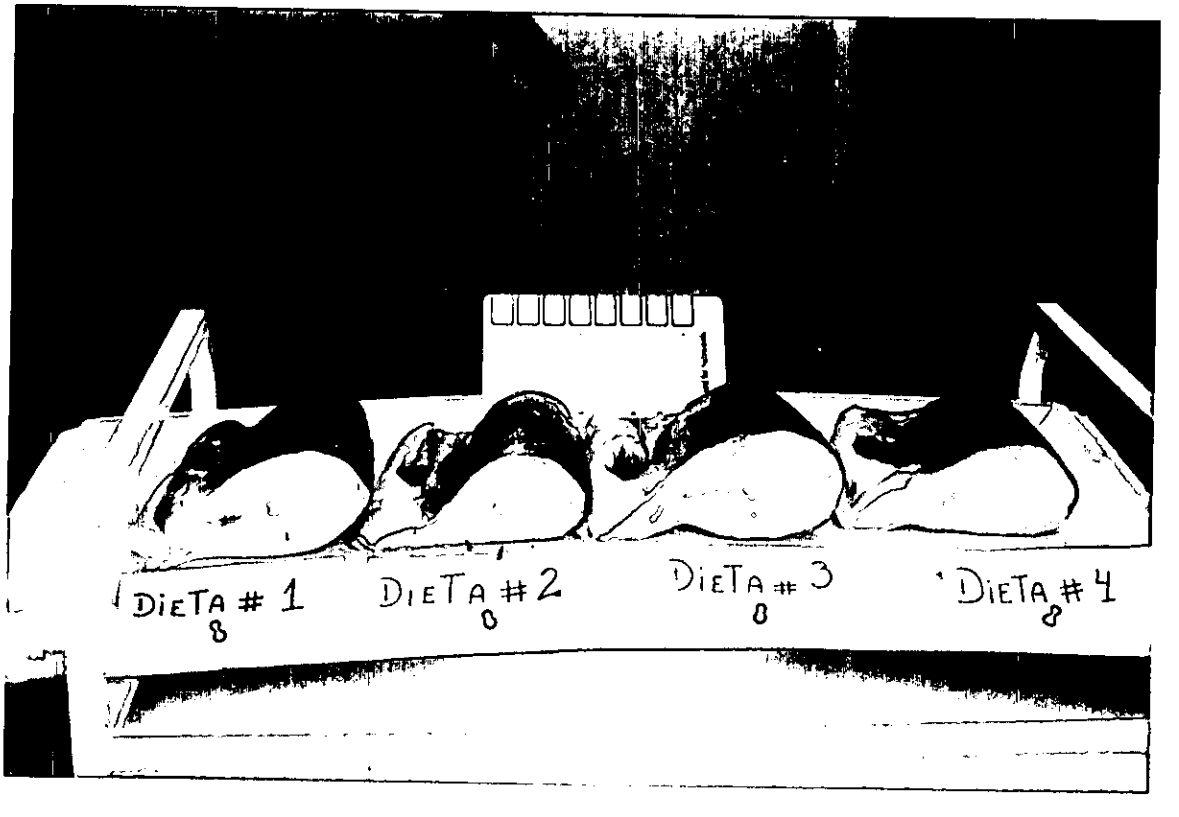
D) Dieta Nº 4 : Astaxantina Roche 10% de harina de krill (50 ppm de pigmentos)



E) Comparacion salmones coho Enero '94.



F) Comparación salmones cosecha '94



5. BIBLIOGRAFIA CITADA Y DE INTERES:

-**Allahpichay** I., Shimizu C. **(1984)** Extraction of growth promoting fractions fron non-muscle **krill meal** of *Euphasia superba* and its effect on fish growth. Bull. of the japanesse Soc. of Sci. Fisheries 50:821-826

-**Allahpichay** I., Shimizu C. **(1985)** Separation of growth promoting factors fron non-muscle **krill meal** of *Euphasia superba*. Bull. of the japanesse Soc. of Sci. Fisheries 51:945-951

-**Clarke, A. (1984)**. Lipid content and composition of Antartic **krill**, *Euphausia superba*. J. Crustacean Biol. 4:285-295

-**Grantham**, G.J. **(1979)** La utilización del **krill**. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación programa de las naciones unidas para el desarrollo, Roma 1979, pp 11.

-**Hata M.**, Hata M., **(1973)**. Studies on astaxanthin formation in some fresh-water fishes. Tohoku J. Agric. Res., 24:192-196

-**Kanemitsu T.**, Aoe H., **(1985)**. Studies on the corotenoids of salmon. I. Identification of the muscle pigments. Bull Jpn. Soc. Sci. Fish., 24:209-215

-**Matsuno, T.**, Katsuyama, M., Nagata, S., **(1980)**. Comparative biochemical studies of carotenoids in fishes. XIX. Carotenoids of chum salmon, coho salmon, biwa trout, red-spotted masu salmon, masu salmon, and kokanee. Bull, Jpn. Soc. Sci. Fish., 46:879-884

-**Miki W.**, Toriu N., Kondo, T. Murakami M, Yamaguchi, K. Konosu S., Satake M., Fujita, T. **(1983)**. The stability of carotenoid pigments in the Antartic krill Euphasia superba. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 49:1417-1420.

-**Miki W.**, Yamaguchi K, Konosu S., Takane T., Satake M., Fujita, T. Kuwabara H., Shimeno S., Takeda M. **(1985)** Origin of tunaxanthin in the integument of yellowtail (Seriola quinqueradiata). Comp. Biochem. Physiol. 80b:195-201

-**Saito A.**, Reiger L **(1970)** Determination of total carotenoid pigments in trout and salmon flesh. Fish Res. Board Can.,New Ser. Circ. N° 26, 3pp.

-**Shimizu C.**, Allahpichay I., Tokoro T., Shirakawa Y. **(1990)** Feeding stimulation in sea bream, *Pagrus major*, fed diets supplemented with Antartic **krill meals**. Aquaculture 89:43-53

-**Spinelli, J. (1979)**. Preparation of salmonid diets containing zooplankton and their effect on organoleptic properties of pen-reared salmonids. Proc. World Symp. Finfish Nutrition and Fisshfeed Technology. Hamburg, 20-23 June 1978. Vol II Heenemann, Berlin, pp383-392

-**Storebakken T. (1988)**. Krill as a Potential Feed Source for Salmonides. Aquaculture, 70:193-205

-**Torrisen O. (1993)** Seminario Fundación Chile, Pto Montt Mayo 1993

-**Watanabe T.**, Fujimura T., Lee M.J., Fukusho K., Satoh S., Takeuchi T., Yoshida N., Kitada T., Arakawa T.**(1991)** Effective components in cuttlefish meal and raw **krill** for improvement of quality of red seabream *Pagrus major* eggs. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 57:681-694.

-**Yamaguchi K**, Miki W., Toriu N., Kondo, T. Murakami M, Konosu S. Satake M., Fujita, T. **(1983)**. The composition of carotenoid pigments in the Antartic krill Euphasia superba. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 49:1411-1415.