

**Pasantía Universidad Tecnológica Nacional
Tecnatura superior en acuicultura y procesamiento pesquero
Centro de estudios UTN Cede Mar del Plata**

**Efectos de la utilización de dos dietas con reemplazo de aceite de
pescado por aceite de canola, sobre el crecimiento de alevines de besugo
Pagrus pagrus (Linné, 1758) (Actinopterygii; Perciformes) en sistemas de
recirculación cerrada.**

Alumna: Chavarría Lía Soledad
Director: Dr. Eddie Aristizabal Abud
Lugar: INIDEP

Efectos de la utilización de dos dietas con reemplazo de aceite de pescado por aceite de canola, sobre el crecimiento de alevines de besugo *Pagrus pagrus* (Linné, 1758) (Actinopterygii; Perciformes) en sistemas de recirculación cerrada.

Introducción

La captura del alimento comienza cuando las larvas de los animales acuáticos terminan de consumir su vitelo. Este es un momento crítico, puesto que el desarrollo del aparato digestivo está todavía completándose y la larva tiene que aprender a capturar y engullir el alimento, además asimilarlo antes de morir por inanición. El alimento debe reunir todas las características necesarias para satisfacer los requerimientos nutricionales correspondientes a cada etapa.

En los estadios larvales los peces se alimentan principalmente de zooplancton, como nauplius de *Artemia salina*, *Brachionus*; y de microalgas como *Diatomeas*, *Chlorella*, etc. El alimento es capturado con la boca y engullido. Las larvas se orientan por medio de la luz y gravedad. Detectan la presa por medio de la vista variando la posición lateral de sus ojos a una situación frontal que les permite visión binocular en el momento de la captura. En la captura del alimento interviene el tamaño y la forma del mismo y una vez que el alimento es capturado influyen su textura y sus características físico-químicas. Las larvas seleccionan el alimento dependiendo de su capacidad de ingerir comida, de la abundancia de éstas y de la preferencia que tengan por un determinado alimento. El grado de selectividad tiende a aumentar con la edad y experiencia de la larva y/o el tamaño del alimento. Por otro lado, otro problema de la alimentación es conseguir que acepten el alimento artificial y pienso. Se han preparado dietas secas con sabores naturales incluyendo un porcentaje de alimento vivo, o sometiendo a la larva a un periodo de adaptación al pienso cambiándolo con alimento vivo. En la escasa aceptación de los piensos y dietas secas por parte de las larvas pueden intervenir factores de color, textura, sabor, etc., que no los hagan apetecible, por lo que hace falta estudiar a fondo estas propiedades si se quieren desarrollar dietas artificiales para las larvas que mejorarían el rendimiento y disminuirían los costos en su producción.

Los peces depredadores que buscan activamente su presa la captura de alimento dependen de la forma, posición y anchura de la boca. La mayor o menor movilidad de las mandíbulas y, por tanto, capacidad para abrir la boca es también importante para capturar piezas más grandes y así aportar mayor valor nutritivo en menos captura. El alimento se detecta, principalmente, por medio del olfato y la vista.

Los alevines de las especies carnívoras presentan gran voracidad. La cantidad de alimento ingerido viene dada por la edad y el tamaño del alevín, la temperatura, salinidad y condiciones ambientales, el tipo de dieta, etc. Puede darse canibalismo si hay mucha diferencia en el tamaño de los alevines, por lo que hay que separar a los alevines en tamaños similares.

En peces carnívoros, la digestión se inicia en el estómago y finaliza en el intestino. Los alimentos pasan al intestino solo cuando la digestión está ya avanzada, por lo que todo el alimento suministrado se digiere. Los peces carnívoros tienen en la terminación del estómago una serie de glándulas o ciegos pilóricos que segregan jugos digestivos. Son entre 3 y 150, según la cantidad y tipo de alimento que ingiere cada especie.

La producción de alimento en el medio acuático sigue el esquema general de energía solar, plantas, herbívoros, carnívoros. La utilización del alimento por parte del animal sigue el siguiente proceso general: captura del alimento (depende del tamaño del alimento, movilidad del animal, órganos de captura, hábitos alimenticios, etc.) digestión (degradación fisiológica del alimento en partículas asimilables por el organismo), absorción (asimilación de las partículas utilizables para su conversión en estructuras del cuerpo animal), y excreción o eliminación de las sustancias no asimilables en forma de productos de desecho (heces, productos de degradación del metabolismo, etc.).

El alimento que se proporciona a un animal acuático es comido, digerido y absorbido sólo en partes. De la parte absorbida, una gran mayoría se destina al metabolismo energético y se pierde como productos de excreción, el resto se emplea en funciones que repercutirán en el producto final: el crecimiento o la gametogénesis, dependiendo de los casos.

El principal objetivo de la producción piscícola es el aumento del peso de los peces en el más breve tiempo y en condiciones económicamente rentables. El requisito previo para lograr esta meta es cubrir satisfactoriamente todas las necesidades metabólicas del organismo, mediante la creación de unas condiciones ambientales óptimas y alimentación a base de piensos adecuados.

En lo referente a la obtención de energía, los nutrientes que son las proteínas, grasas e hidratos de carbono pueden sustituirse entre sí de acuerdo con su poder

calórico en las combustiones fisiológicas (ley de la isodinámica). Sin embargo las funciones vitales no pueden mantenerse en buen estado durante largo tiempo si el aporte de una cantidad mínima de proteínas, por lo que éstas ocupan un lugar principal en el conjunto metabólico. Existen también otras sustancias que son necesarias para que el organismo no sufra trastornos. La ausencia total o el aporte insuficiente con la ración de sustancias esenciales ejercen una acción nociva sobre los procesos metabólicos, aun cuando todos los demás compuestos se hallen en la dieta en cuantía óptima o suficiente (ley del mínimo).

De acuerdo a la actividad de los peces, pueden establecerse tres niveles metabólicos: basal, de rutina y de actividad. El primero se caracteriza por corresponder a la actividad metabólica mínima de un único pez en reposo, sin influencias exteriores, y suele medirse en la oscuridad, a veces también en peces anestesiados. El de rutina se refiere a peces aislados o grupos mantenidos en condiciones normales, en ayunas y sin influencias estresantes. El metabolismo de actividad I representa los valores normales del metabolismo de grupos de peces que digieren alimento y se hallan en estado de libertad para desplazarse. En el metabolismo de actividad II se incluye la máxima actividad metabólica, con los animales sometidos a esfuerzos intensos (máxima velocidad natatoria, con frecuencia hasta la extenuación).

La intensidad del metabolismo depende muy estrechamente del cuerpo, mientras que la edad no parece ejercer influencia inmediata. El metabolismo se ve influenciado por numerosos factores que suelen estar relacionados y que son capaces de actuar sobre la dinámica de los peces. En las producciones piscícolas intensivas se mantienen los peces en poblaciones muy densas, se hallan por lo menos temporalmente en intenso movimiento, deben luchar contra la corriente del agua y toman el alimento a intervalos rítmicos para su digestión. Los peces, aun cuando se eviten las situaciones marcadas de stress, realizan corrientemente un metabolismo de actividad I, que están bastante por encima del metabolismo basal o de rutina.

Una característica de los peces y otros animales poiquiloterms es su capacidad para mantenerse largo tiempo en ayuna. La capacidad de ayuno se comprende que sea tanto mayor y que las acciones negativas puedan mantenerse tanto más bajas cuanto menor sea la temperatura del agua. Los peces de aguas templadas suspenden por completo su ingestión de alimento cuando se someten a temperaturas bajas. Los peces pequeños reaccionan frente a la carencia de alimento con mayor sensibilidad que los de tamaños más grandes.

A causa del ayuno se registra un descenso de la actividad metabólica, debiendo cubrirse entonces las necesidades de energía mediante consumo de sustancia corporal, lo que provoca pérdida de peso. También el metabolismo de rutina

exhibe un descenso en los primeros días sin ingestión de alimento pero a diferencia de lo que sucede con el metabolismo basal, disminuye paulatinamente todavía más en el tiempo subsiguiente. Los efectos del ayuno se manifiestan ya enseguida y especialmente marcados, en diversos órganos internos, sobre todo en el hígado. Las acciones del ayuno sobre la musculatura se traducen en un lento descenso del peso, a la vez que se incrementan el contenido del agua. La disminución de las tasas de glucógeno y de proteína es en los músculos blancos más intensa que en los rojos. Sólo se registra un desdoblamiento intensivo de la proteína cuando las reservas de grasa se han agotado prácticamente.

Cuando la cantidad ingerida de alimento sobrepasa las necesidades requeridas para el sostenimiento del cuerpo (necesidades de mantenimiento), se produce el aumento de las dimensiones de los peces (longitud, volumen), lo que recibe el nombre de crecimiento y constituye el objetivo principal de la producción piscícola.

La relación existente entre longitud y peso es relativamente constante en diversas especies de peces, pudiendo expresarse en la siguiente fórmula de Fulton:

Factor de corpulencia corporal = $\frac{100 \cdot p}{L^3}$

L^3

El p es el peso del pez expresado en gramos y L la longitud total del pez en cm. Por descontado que la longitud del cuerpo puede referirse al peso de la pieza, pero también existen otros valores que se deducen del factor de corpulencia corporal (Steffens, 1964). Cuanto más elevado es el factor de corpulencia corporal, que muchas veces recibe el nombre de factor de estado, mayor es el peso correspondiente por unidad de longitud (Tech, 1968). Las fluctuaciones del factor de corpulencia corporal dependen sobre todo del grado de repleción del canal digestivo, del desarrollo sexual y del estado de nutrición.

En los aumentos de peso se aspira primordialmente a incrementar la sustancia proteica, mientras que son indeseables los depósitos grandes de grasa, como la formación de depósitos en el canal digestivo.

El alimento absorbido sirve en el metabolismo intermedio para la obtención de energía, así como para cubrir las necesidades de mantenimiento y crecimiento. Debe aspirarse a que pueda aprovecharse para los aumentos de peso la mayor proporción posible del alimento, y que las necesidades de energía sean cubiertas preferentemente con hidratos de carbono y grasas. La proteína absorbida puede destinarse luego preferentemente a la síntesis de nueva sustancia corporal. Debiendo tenerse en cuenta a este respecto que se registran pérdidas de nitrógeno por excreción. Esto tiene lugar en los peces principalmente de manera

pasiva por las branquias en forma de amoníaco (75-85%). La urea y otros compuestos de N se excretan en cantidades menores (Smith, 1929; Foster y Golstein 1969).

A medida que aumenta el tamaño del pez, disminuyen las necesidades de mantenimiento, mientras que estas aumentan al incrementarse la temperatura y el ejercicio. Es típico en todos los peces que recibieron durante largo tiempo una alimentación escasa. Correspondiente precisamente a sus necesidades de mantenimiento, que se ciñan a un determinado nivel de peso, sin experimentar trastornos de consideración.

Se da el nombre de grado de eficacia al porcentaje en que es aprovechado el alimento para el crecimiento. El grado de eficacia bruta o neta representa el valor energético del aumento de peso en relación con el valor energético del alimento ingerido.

La identificación y el desarrollo de alternativas en el uso de aceite de pescado en dietas en acuicultura representan una prioridad para la sustentabilidad de la misma. El uso de aceites vegetales en acuicultura no es nuevo, algunos estudios realizados con aceite de canola no han mostrado una influencia en el crecimiento pero sí en la composición de los tejidos y cambios en el metabolismo de los ácidos grasos (B. Glencross, 2003).

El objetivo del trabajo fue evaluar la influencia del aceite de canola sobre el crecimiento corporal en alevines de *Pagrus pagrus* en respuesta a un cambio en los lípidos de la dieta.

Materiales y métodos

Para este experimento se utilizaron 40 ejemplares alevines de besugo (*Pagrus pagrus*) con un largo total promedio de $10,43 \pm 1,3$ cm y $21,96 \pm 8,3$ gr provenientes de el desove del año 2009.

Debido a que estos alevines fueron alimentados con diferentes tipos de alimentos se procedió a su aclimatación con el pienso control durante 20 días, de esta manera también se evaluó la cantidad, tamaño del balanceado y frecuencia en que debía ser suministrado.

Sistema de recirculación cerrada

Se utilizaron 4 tanques troncocónicos de 100 litros cada uno, estos se ubicaron en by pass con un circuito cerrado de dos tanques rectangulares vacíos. Este circuito cuenta con una única bomba de agua impulsora que succiona a partir del filtro

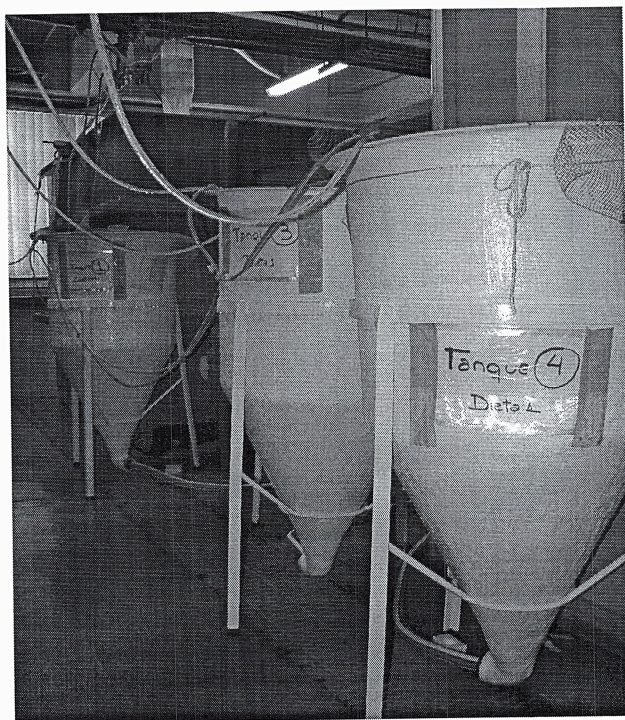
biológico, con una frecuencia de renovación del sistema de 1 vez por hora, un espumador, filtro UV y un decantador a la entrada del filtro biológico. El soplador suministra aire tanto a los tanques como al filtro biológico, evitando que la tensión de oxígeno descienda a niveles críticos, especialmente durante la alimentación o ante fallas de la bomba de agua.

El filtro biológico está cubierto por bolsas rellenas de caño corrugado cortado de un centímetro de largo y 1,5 cm diámetro, éste es el sustrato donde crecen las bacterias nitrificantes que ayudan a descomponer en productos menos tóxicos los desechos nitrogenados productos del metabolismo de los peces, por otro lado hay bolsas de conchillas que aportarían carbonatos al agua.

Los parámetros físicos y trabajos de mantenimiento se tomaron de acuerdo a un cronograma de actividades (Anexo I). El oxígeno fue medido con un oxímetro, el ph se midió con un phmetro, al igual que el oxímetro miden temperatura, la salinidad se midió con un refractómetro y la medición de nitritos y nitratos con un kit comercial

Las condiciones de cultivos fueron las siguientes:

Temperatura	Ph	Salinidad	Oxígeno
18,292 ± 0,53	7,76	34,28	6,36



Alimento

El alimento balanceado (Tabla I) fue preparado en el Laboratorio de Nuevos Productos del INIDEP, de acuerdo a las dietas diseñadas. Se preparó mezclando los ingredientes en una mezcladora industrial para luego darle la forma cilíndrica con una picadora de carne industrial, obteniendo pequeños bastones de mm de diámetro y largo variable de entre 3 y 10 mm. Se preparó un único lote de alimento, el cual fue conservado en el freezer, en paquetes cerrados, hasta el momento de utilizarlo; evitando que absorbiera humedad del ambiente, siendo debidamente rotulados.

Tabla I

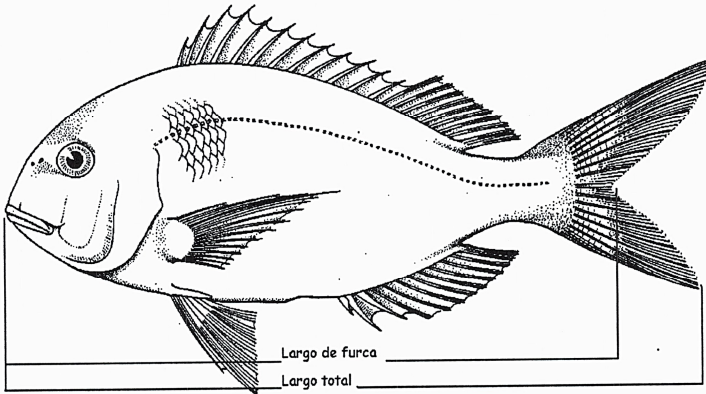
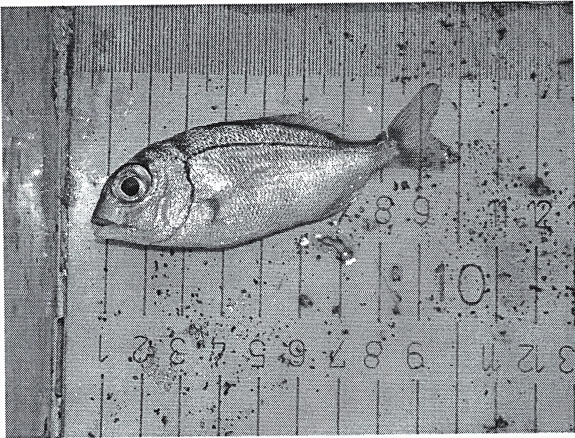
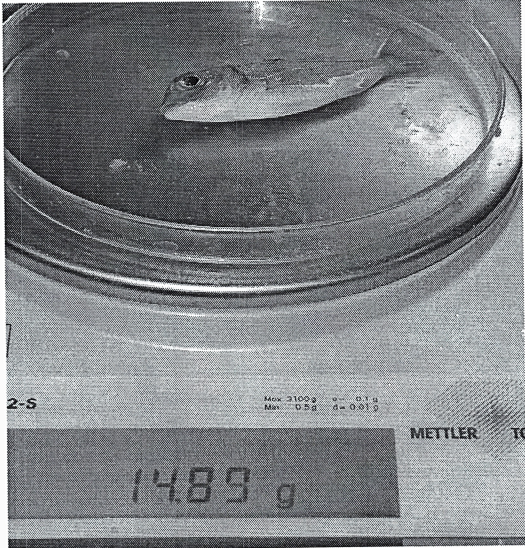
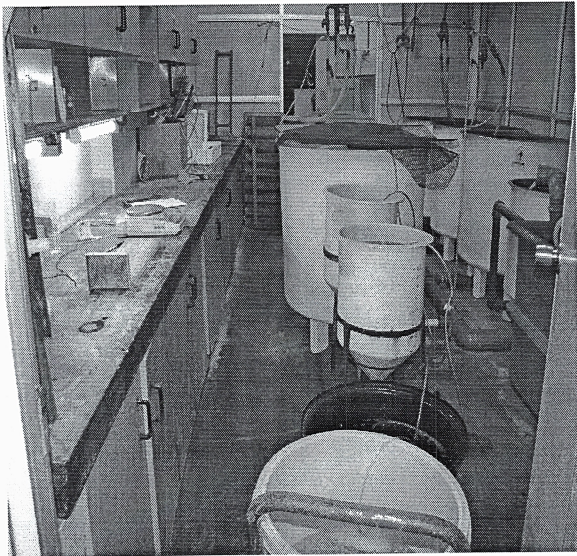
Insumos	Porcentaje
Harina de pescado	70,91
Harina de trigo	14,18
Harina de mandioca	7,1
Cloruro de colina	0,24
Vitaminas (multivitamínico)	2,36
Vitamina C	0,47
Aceite (de pescado o de mandioca)	4,73
Colorante	0,01

Con las pruebas de aclimatación se registró el máximo de alimento ingerido por día, a esto se le sumó que con el primer muestreo se sacó el porcentaje de peso corporal y se estimó la cantidad de gramos de alimento que se debía suministrar de acuerdo a las tablas de alimentación de *Pagrus major*. Estos dos datos fueron tomados de referente para estimar la cantidad de alimento a preparar para el periodo de prueba y para la biomasa. El alimento se suministró ad libitum en todos los tanques, dos veces por día (09:00 y 15:00 hs).

Muestreo

Los ejemplares de los tanques experimentales se muestrearon cada 20 días estimándose el largo total (Lt), desde la punta del hocico hasta la punta de la aleta caudal; largo de la furca (Lf), desde la punta del hocico hasta el punto medio de la horquilla caudal y el peso total (P) (Fig. 4a). Los datos se tomaron utilizando un ictiómetro cuya medición se realizó al milímetro. La medición del

peso se realizó con una balanza electrónica digital (Precisa 2200 IP, peso máx. 2250 g, precisión $\pm 0,1$ g) (Fig. 4b). Para evitar el estrés durante el muestreo los peces fueron sumergidos durante 1-2 minutos en un tanque de 50 l conteniendo una solución anestésica de 1 g de benzocaína y 10 ml de alcohol. Debido a que es inevitable que se estresen durante el muestreo, después de medirlos y pesarlos se les hace un baño de recuperación con un antibiótico externo, a continuación, se hace un baño solo con agua para eliminar el exceso de antibiótico que pueda llegar a quedar a si se podía volver al tanque de prueba. Para todos los muestreos se procedió a un periodo de ayuno previo y posterior al mismo.



Los parámetros de alimentación y crecimiento utilizados se calcularon de acuerdo a las siguientes fórmulas:

- Factor de conversión de alimento (FCA): Incremento del peso total de los peces por cantidad de alimento ingerido. Indica la cantidad de alimento requerida para producir una unidad de peso de pez. (Kentouri et al., 1993)

$$FCA = \frac{\text{alimento consumido (g)}}{\text{incremento del peso (g)}}$$

- Tasa de crecimiento específica (TCE): es el crecimiento diario expresado como porcentaje de su peso corporal. (Jobling, 1994).

$$TCE = \frac{\ln P_f - \ln P_i}{t} * 100$$

donde t es el tiempo en días.

- Incremento del peso (IP): Es la ganancia en peso del lote expresado en gramos.

$$IP = (N_f * P_f) - (N_i * P_i) + (N_i - N_f) * [(P_f + P_i) / 2]$$

- Factor de condición (FC): Relaciona el peso y el largo del pez; da una idea del estado general de los peces.

$$FC = \frac{P}{L^3} * 100$$

donde Lt representa el largo total del pez en cm.

Resultados y discusión

Los valores promedio obtenidos de largo total, largo de furca y peso total fueron utilizados para el cálculo de los distintos índices. La duración total del experimento fue de 60 días haciéndose muestreos cada 20 días. Debido a algunos inconvenientes no se pudo realizar el estudio de análisis proximal de las dos dietas y se los insumos utilizados para su preparación es que se considero el porcentaje de cada uno de los ingredientes usados en la preparación de ambas dietas.

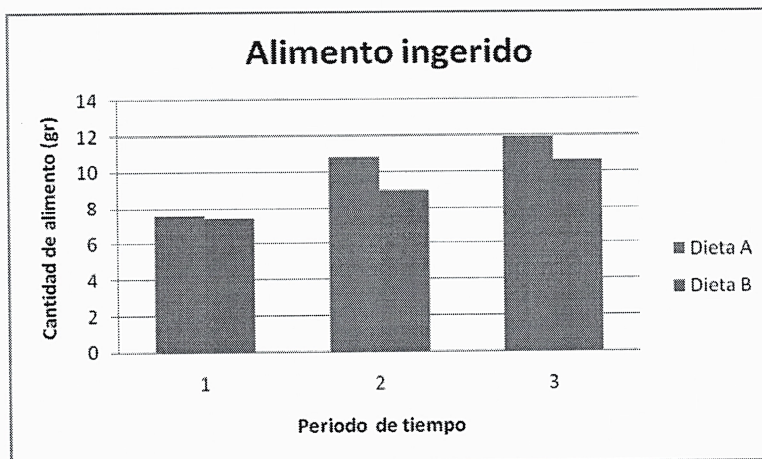


Fig 1. Cantidad de alimento consumido durante la experiencia

Tasa de crecimiento específica

La tasa de crecimiento fue mayor en la dieta A al inicio que en la dieta B, en ambas dietas se observo un incremento significativo siendo levemente mayor en la dieta B. Se debe tener en cuenta que a pesar de que hubo un periodo de aclimatación a las nuevas condiciones de cultivo que experimentaron los lotes, puede que este periodo se extienda en las primeras etapas del ensayo por lo que la TCE puede ser más lenta, de todas maneras se trato de optimizar los parametros fisicoquimicos del sistema.

	Dieta A	Dieta B
--	---------	---------

Inicial	0,16013328	0,02438909
Final	0,46581792	0,49058435

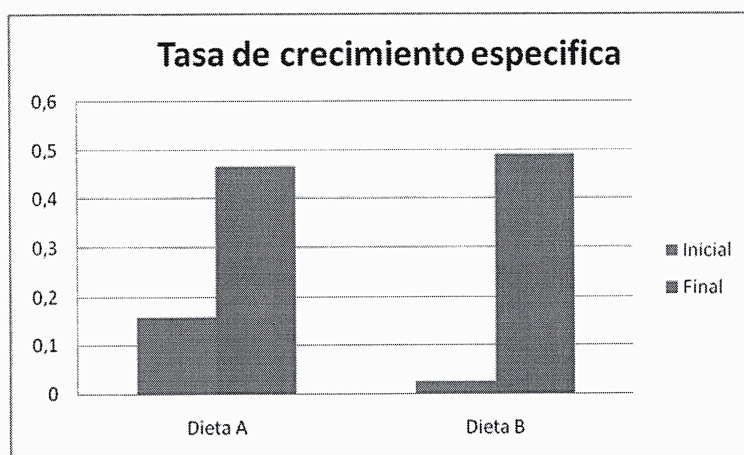


Fig. 2. Tasa de crecimiento específica (TCE) para *P. pagrus* durante los diferentes períodos de la experiencia.

Factor de condición

Cada especie de pez tiene un factor de condición (FC) asociado para describir su condición corporal normal o esperada. (Timmons, 2002). En este trabajo, el factor de condición se mantuvo prácticamente constante desde el inicio de la experiencia para los dos tipos de dieta, lo cual indicó que los peces mantuvieron un buen estado general durante el ensayo. Conocer el valor de FC de una especie en estudio es una buena herramienta para ajustar los protocolos de alimentación. Un FC muy alto significa que los peces están siendo sobrealimentados, y uno muy bajo que se está sub alimentando (Timmons, 2002). Sin embargo, esta experiencia es una contribución más en el desarrollo del cultivo de la especie, consideramos estos valores de FC como un parámetro de buena condición física de los peces para futuros ensayos de alimentación. En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos para todas las etapas.

	Dieta A	Dieta B
Inicial	2,00183449	1,96526054
Medio	1,90147916	1,93510057
Final	1,91667274	1,96876832

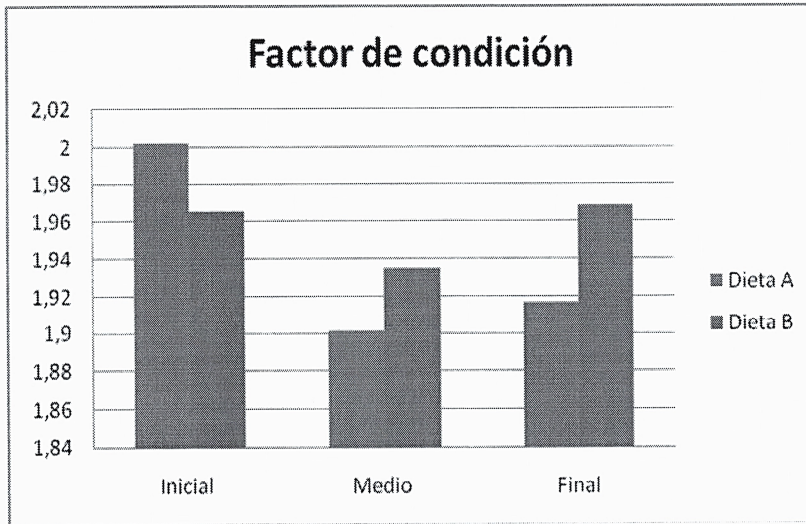


Fig. 3. Factor de condición obtenida para besugos alimentados con dos dietas

Incremento del peso

Tanto los peces alimentados con ambas dietas mostraron una leve tendencia al aumento de la ganancia en peso (incremento del peso) durante el período que duro la experiencia. A continuación se muestra los valores obtenidos.

	Dieta A	Dieta B
Inicial	40,55	30,85
Final	50,44	41,28

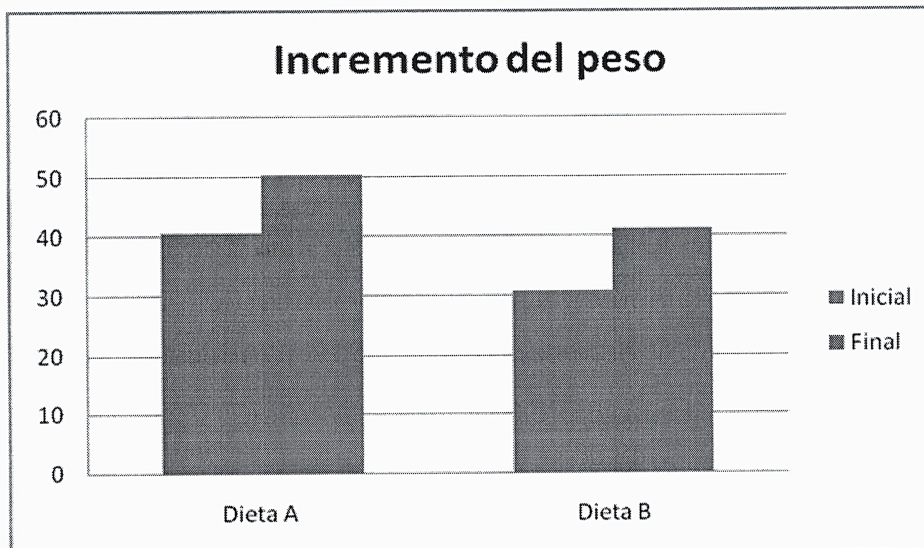


Fig. 4. Incremento del peso para las dos dietas durante un período de estudio

Factor de conversión

Los valores más bajos del factor de conversión se obtuvieron con el alimento balanceado correspondiente a la dieta A en todos los períodos de muestreo (Fig.), lo que significa que una mayor proporción de alimento balanceado se transformó en tejido nuevo. El factor de conversión de alimento (FCA) para el período total del ensayo fue no tuvo cambios significativos entre el inicio y el final tanto para la dieta A como la B. Estos resultados indicarían que se requiere para ambas dietas se necesitaría aproximadamente 3 veces más de alimento para producir 1 unidad de peso de pez. El mayor factor de conversión del balanceado con el reemplazo con aceite de canola podría estar relacionado con una digestión rápida debido a los altos niveles de ingestión (5-7% /día), provocando una pobre absorción de los nutrientes, y por lo tanto, un escaso aprovechamiento del alimento (Aristizabal Abud, 1990). A continuación se muestran los valores obtenidos durante la experiencia.

	Dieta A	Dieta B
Inicial	2,85	3,19
Final	2,98	3,29

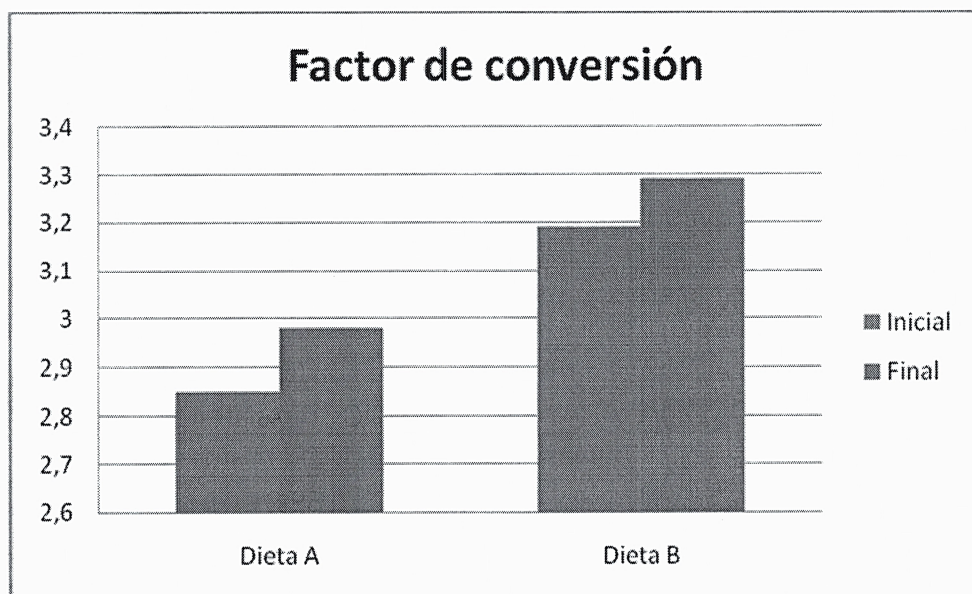


Fig. 5. Factores de conversión de alimento (FCA) obtenidos para *Pagrus pagrus* durante la experiencia.

Largo y peso

Los resultados de los ensayos muestran que tanto el crecimiento en peso como en largo de los besugos fue continuo durante toda la experiencia, debido a que se trabajó con peces en etapa alevines durante un corto periodo de tiempo.

	Dieta A		Dieta B	
	Lt	Lf	Lt	Lf
Inicial	10,7	9,04666667	9,8	8,09333333
Medio	11,03125	9,49375	9,87058824	8,34375
Final	11,4375	9,98125	10,2235294	8,8375

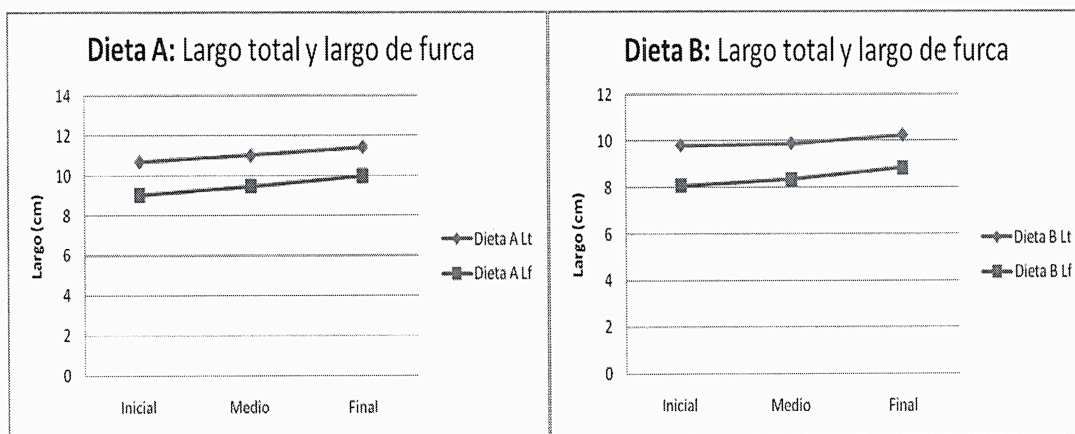


Fig. 6. Crecimiento en largo (total y de furca) de para ambas dietas

Peso	Dieta A	Dieta B
Inicial	24,52333333	18,496875
Medio	25,525	18,6094118
Final	28,6775	21,0376471

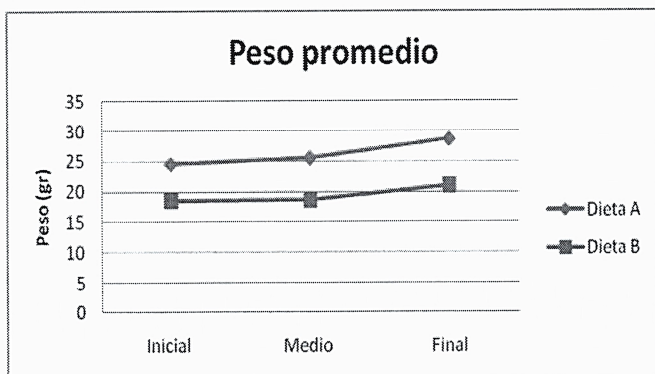


Fig. 7. Crecimiento en peso de *P. pagrus* durante la experiencia de alimentación.

Observaciones

Durante el período de prueba se registraron algunas observaciones

En la preparación previo se evaluó la cantidad de alimento que podía ser suministrado ad libitum comparándolo con la tabla de alimentación de *Pagrus major*, con el objetivo de obtener un valor aproximado de la cantidad de alimento que debía ser preparado para las pruebas. Por otro lado los datos obtenidos también fueron utilizados para estimar la cantidad de veces al día que debía ser suministrado, con el fin de maximizar el aprovechamiento del mismo.

Durante el los muestreos previos se registro un alto grado de stress con una posterior tasa de mortalidad, es por ello que se decidió hacer mas espaciado los muestreo, ya que en un principio se había estipulado hacerlo cada 15 dias.

Se vio que desde el inicio de las pruebas el tamaño cefálico tu una variación poco significativa con respecto a lo registrado al final del periodo.

Conclusión

- La tasa de crecimiento específica (TCE) para ambos lotes fue similar; sin embargo hubo diferencias en peso y largo total de los peces que se alimentaron con calamar.
- La cantidad de alimento de los peces alimentados con la Dieta A fue superior que en B pero ambas aumentaron gradualmente durante el periodo de experimentación.
- Los mejores valores de conversión de alimento (FCA) se obtuvieron para la dieta A que con respecto a la B, sin embargo no hubo cambios

significativos al inicio y al final de la prueba para ambas dietas, ni diferencias marcadas entre el FCA de las dos dietas.

- El Factor de condición (FC) de los peces en ambos grupos fue similar, levemente superior en la dieta B.
- La calidad del agua se mantuvo en buenas condiciones en el sistema de recirculación a lo largo de los ensayos.

Los datos obtenidos en este ensayo contribuyen con la recopilación de datos útiles en el estudio y conocimientos del cultivo intensivo de besugo en los distintos estadios de desarrollo de esta especie.

BIBLIOGRAFIA

- Aristizabal Abud, E.O. 1990. Effects of feeding frequency in juvenile croaker, *Micropogonias furnieri* (Desmarest) (Pisces: Sciaenidae). *J. Fish Biol.*, 37: 987-988.
- B. Glencros, W. Hawkins, J. Curnow. 2003. Evaluation of canola oils as alternative lipid resources in diets for juvenile red seabream, *Pagrus auratus*. *Aquaculture Nutrition*, 9 ;305-315.
- Coll Morales, Julio. 1991. *Acuicultura marina animal*. Ediciones Mundi-Presa 669 pp
- Smith R. R. 1980. Nutritional bioenergetics in fish. En *Fish Feed Technology*, ADCP/REP/80/11, FAO of the UN, Rome. pp. 7-21.
- Steefens, W. 1987. *Principios fundamentales de la alimentación de los peces*. Saragoza: Acribia S. A. 275 pp.
- Timmons, M.B.; J.M. Ebeling; F.W. Wheaton; S.T. Summerfelt; B.J. Vinci. 2002. *Sistemas de Recirculación para la Acuicultura*. Editado por Fundación Chile. 747 pp.
- Watanabe, T. 1988. *Fish nutrition and mariculture*. JICA textbook the general aquaculture course. 232pp