

CAPÍTULO XI: C.A. MURCIA

1. PROYECTO: INFLUENCIA DE LA REPRODUCCIÓN SOBRE EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LA DORADA (*Sparus aurata*) EN ENGORDE INTENSIVO.

AÑO:

Comienzo del plan: 1995
Finalización del plan: 1995

OBJETIVOS:

El objetivo fundamental de este proyecto ha sido estudiar cómo se afecta el crecimiento, así como algunos parámetros somatométricos y la composición corporal de la dorada, que nos sirven como índices de la calidad del producto, durante la estación de maduración sexual.

DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia.
Centro: Dirección General de Producción Agraria y de la Pesca.
Departamento: Servicio de Pesca y Acuicultura.

COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Benjamín.
Apellidos: García García.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El estudio se realiza en las instalaciones de acuicultura del Centro de Recursos Marinos de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia.

RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

Metodología:

Se dispone de seis tanques de 1 x 7 x 1 m, con una capacidad máxima de 4.500 l. Los tanques se encuentran dentro de un recinto que está cubierto por un sombraje de rafia del 80% de luminosidad, sostenido por una estructura de hierro galvanizado. El fotoperiodo en todo momento es natural.

El agua se bombea desde el mar y es conducida a los tanques por tuberías de PVC. A los tanques se les suministra también oxígeno mediante burbujeo de aire con un electrosoplante. El caudal de agua a través de los tanques se regula de tal manera que la concentración de oxígeno a la salida sea superior al 50-70% de saturación y el nivel medio de los mismos no descienda del 80%.

La temperatura del agua varía entre 11°C en invierno y 30°C en verano. La salinidad se mantiene prácticamente constante con un valor de 37 g/l.

Los ejemplares de dorada proceden de un criadero perteneciente a una conocida empresa española.

La dieta consiste en pienso seco en gránulo, con un 12% de humedad, un 48% de proteínas, un 12% de grasas, un 12% de cenizas, un 2,5% de celulosa, un 1% de almidón, un 0,4% de azúcares, un 0,6% de sodio, un 2,5% de calcio y un 1,7% de fósforo. Los peces son alimentados a saciedad, suministrándose el alimento en 5 tomas.

Determinación del crecimiento.

Todos los lotes son muestreados periódicamente cada 15/30 días. Los ejemplares a muestrear se sacan de los tanques con un salabre de malla muy tupida y se introducen en un tanque de 50 litros con anestésico, a fin de facilitar la manipulación y evitar traumatismos externos.

Una vez que de cada individuo se toma el peso húmedo y la longitud total, se devuelven al tanque.

Los índices calculados son los siguientes:

- Tasa absoluta de crecimiento instantáneo o peso ganado diariamente.
- Tasa relativa de crecimiento instantáneo.
- Ingesta relativa.
- Índice de condición.

Determinación de la época de reproducción.

En junio se comienza a estudiar la variación del índice gonadosomático en dos lotes de dorada (LPT y LGT) que tienen distinto peso pese a proceder de una misma época de puesta. Cada 30/60 días se sacrifican 10 individuos de cada lote. En marzo de 1994, cuando los peces entran en estado de reposo sexual, se interrumpen los muestreos, reanudándose en septiembre de ese mismo año hasta abril 1995.

De cada individuo de la muestra se miden:

- Peso corporal húmedo.
- Longitud total.
- Peso de la grasa mesentérica.
- Peso de la gónada.

Se calcularon los siguientes índices:

- Índice de condición.
- Índice gonadosomático.
- Porcentaje de grasa mesentérica.

De cada individuo se determina el sexo mediante el análisis visual de las gónadas.

Desde abril y hasta diciembre de 1995 se utiliza la metodología anterior sobre dos lotes experimentales, A y B, de igual peso pero a distinta carga. En octubre de 1995, se eliminan ejemplares del lote B para aumentar la diferencia de carga entre los dos lotes.

En éstos dos lotes se determina además la composición corporal, a partir de 10 individuos que se muestrean de cada uno de los lotes. De cada individuo se realizan los siguientes análisis:

- Proteína.
- Grasa.
- Humedad.
- Minerales totales.

Resultados:

Índice gonadosomático:

En los dos primeros ciclos reproductivos de los dos lotes de doradas con diferentes pesos, el índice gonadosomático, IGS, se incrementa notablemente a partir de octubre para alcanzar un máximo entre noviembre y diciembre, por tanto, es durante éste periodo donde se produce fundamentalmente el desarrollo gonadal. Después, el IGS desciende para, entre febrero y marzo, alcanzar los valores mínimos, de tal manera que en este momento la gónada vuelve al estado de reposo.

El porcentaje de grasa mesentérica, PGM, considerado como material de reserva, desciende bruscamente a partir de octubre, coincidiendo con el incremento del IGS, alcanzando los mínimos valores entre diciembre y enero, para luego incrementar.

El crecimiento de peso tiende a detenerse durante la primera época de reproducción y durante el segundo período se producen incluso pérdidas de peso, lo cual está relacionado con la magnitud del IGS.

El peso y el índice de condición evolucionan de forma similar al IGS.

Durante la primera época de reproducción, el peso de los dos lotes varía entre 200 y 400 g, madurando todos los individuos como machos. Durante la segunda mitad, el peso varía entre 500 y 700 g, madurando una fracción como machos y otra como hembras. Durante la temporada anterior a la primera época de reproducción, cuando los peces tenían pesos comprendidos entre 50-100 g, no se produce diferenciación de las gónadas.

Porcentaje de sexos en las distintas fechas de muestreos:

A mediados de septiembre, si bien las gónadas son muy reducidas, la diferenciación de sexos es ya patente, aunque todavía hay un porcentaje que no ha comenzado a madurar. En octubre ya todos los ejemplares muestran sus gónadas bien diferenciadas y, es a partir de enero cuando progresivamente aumenta el porcentaje de indiferenciados, que alcanzan el 100% entre febrero y marzo, fecha en la que se produce la puesta y se reabsorben las gónadas.

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de sexos en función de la edad:

CLASE EDAD	RANGO PESO (g)	SEXO	
		MACHOS (%)	HEMBRAS (%)
0+	50-100	0	0
1+	200-400	100	0
2+	500-700	65	35
3+	1000-1300	30	70

Los individuos de la clase 0+ están próximos a cumplir el año desde que se produjo la freza la temporada anterior y no hay desarrollo de las gónadas, se trata pues, de individuos inmaduros.

Los de la clase 1+ son machos funcionales, mientras que en la clase 2+ se produce la inversión sexual, y en la última clase, el mayor porcentaje de individuos madura como hembras.

Composición corporal.

En el lote A la carga varía a lo largo de todo el estudio desde 9 a 29 Kg/m³; y en el lote B de 5 a 16 Kg/m³ hasta el mes de octubre, cuando se eliminan individuos para acentuar más la carga de los dos lotes; a partir de aquí, la carga se mantiene en torno a los 4 Kg/m³.

El IGS aumenta de forma destacable a partir de octubre, alcanzando el valor máximo en diciembre. No se observan diferencias significativas entre los valores medios de ambos lotes en cada fecha de muestreo, salvo en diciembre en el que el IGS en el lote A es significativamente superior que en el lote B.

El PMG evoluciona de forma inversa, disminuye a partir de septiembre según aumenta el IGS. Los valores medios del PGM no son significativamente diferentes entre los dos lotes. En ambos lotes el 100% de los individuos madura como machos.

En cuanto a la composición corporal total en macronutrientes, se observan diferencias de composición a lo largo del tiempo. El contenido en proteínas en todo el cuerpo tiende a aumentar según se alcanza la época de reproducción. Así, los valores medios, en los dos lotes, entre junio y agosto, no son significativamente diferentes, pero sí lo son respecto de las muestras obtenidas en septiembre, octubre y diciembre. En este último mes se alcanza el valor máximo, coincidiendo con el máximo de IGS.

El máximo contenido de grasa se alcanza en septiembre, existiendo diferencias significativas entre los valores medios obtenidos en abril y los correspondientes a agosto, septiembre y octubre, aunque no entre las restantes.

El crecimiento se detiene durante los meses de máxima actividad reproductiva (octubre a diciembre), incluso pudiéndose producir pérdidas de peso. El índice de condición K aumenta a lo largo del tiempo para alcanzar un valor máximo entre octubre y noviembre, coincidiendo con el pico de IGS.

Crecimiento.

Para analizar el crecimiento durante la época de reproducción se han utilizado los datos registrados entre octubre y diciembre, época en la que el IGS alcanza valores máximos.

Se registraron 18 observaciones, en las que el peso corporal medio varía de 285,8 a 1.181 g, la temperatura varía de 14 a 19 °C, la carga media varía de 2,5 a 29 Kg/m³ y la ingesta relativa de 0,22 al 1,44% del peso fresco.

Las variables que más influencia tienen sobre el crecimiento, son el peso y la temperatura.

El peso ganado diariamente aumenta con la temperatura, aunque tomando valores negativos para 15 °C a partir de los 350 g de peso, y sobre los 450 g para temperaturas de 17 °C. Esto implica que durante la época de reproducción hay una tendencia a perder peso que aumenta directamente con el peso, e inversamente con la temperatura.

Conclusiones:

La época de reproducción de la dorada comienza en septiembre y se extiende hasta febrero, aunque el desarrollo gonadal se produce fundamentalmente entre octubre y diciembre, época donde se alcanzan los máximos crecimientos de IGS. En febrero se obtienen los mínimos valores y a partir de aquí y hasta el próximo septiembre la gónada permanece en estado de reposo sexual.

El aumento de ejemplares que maduran como hembras se traduce en un aumento de los valores de IGS. El peso de la gónada respecto del peso total corporal se encuentra relacionado con el sexo, pero también con el peso del individuo. Por lo tanto, durante la época de reproducción, incrementos de peso hacen aumentar la actividad reproductiva, disminuyendo la utilización de la energía para el crecimiento.

El porcentaje de grasa mesentérica considerada como material de reserva, alcanza valores máximos durante el verano y desciende según se desarrollan las gónadas; Por lo tanto el desarrollo de las gónadas implica un coste energético que implica la movilización de materiales de reserva, incluida la grasa metacéntrica.

Desde abril y hasta que comienza la época de reproducción, el contenido de grasa en todo el cuerpo aumenta con el tiempo, gracias al aumento de la temperatura del agua, de la ingesta y del incremento del peso corporal. Es esta época existe una mayor entrada de energía, pero también un mayor coste energético del metabolismo y del crecimiento.

El contenido en grasa en todo el cuerpo influye de forma muy importante en el sabor del pescado, estableciéndose una relación positiva entre el contenido de grasa y el sabor de la dorada. Por lo tanto, la reproducción incide de forma negativa sobre el sabor y la calidad de la dorada, ya que los valores del contenido de grasa disminuyen haciéndose mínimos durante esta fase fisiológica.

COMENTARIOS FINALES.

La época de reproducción tiene una influencia muy marcada sobre el peso hasta el punto de tomar un valor negativo y, consiguientemente, al incrementar el peso corporal aumenta la tendencia a perder peso debido al coste metabólico de la reproducción.

En la dorada, el esfuerzo energético y plástico que supone el desarrollo de las gónadas se realiza a expensas del tejido adiposo, por ello a medida que aumenta el IGS, disminuye tanto la tasa mesentérica como la corporal. Durante el reposo sexual el organismo se prepara para el nuevo periodo acumulando grasa en ambos lugares.

Por lo tanto, la época de reproducción influye de forma negativa sobre el sabor y la calidad del producto.

DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

Póster presentado en el VI Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Julio de 1997 en Cartagena con el nombre "Variaciones en la composición corporal y de la somatometría de la dorada (*Sparus aurata* L.) por efecto de la fase reproductiva y de la carga"

Póster presentado en el VI Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Julio de 1997 en Cartagena con el nombre "Influencia de la alimentación, peso corporal y temperatura sobre el consumo de oxígeno en dorada (*Sparus aurata* L.) durante la época de reproducción.

2. PROYECTO: ESTUDIOS SOBRE EL CULTIVO INTEGRAL DEL SARGO PICUDO (*Puntazzo puntazzo*) EN EL LITORAL DE LA REGIÓN DE MURCIA, DURANTE 1997. 1^{er} AÑO.

AÑO:

Comienzo del plan: 1997

Finalización del plan: 1997

OBJETIVOS:

Determinar cuantitativamente los factores que influyen sobre el consumo de oxígeno, crecimiento y tasa de alimentación y desarrollar modelos que expliquen dichas influencias y puedan ser utilizados como una herramienta útil en el cultivo.

Determinar rangos de "normalidad" de distintos parámetros, analizando comparativamente los cambios en diversas relaciones biométricas, composición en macronutrientes de todo el cuerpo y órganos, así como parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos, en animales cultivados y procedentes de poblaciones naturales.

DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia.

Centro: Dirección General de Producción Agraria y de la Pesca.

Departamento: Servicio de Pesca y Acuicultura.

COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Benjamín.

Apellidos: García García.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El presente estudio se desarrolla en las instalaciones experimentales de acuicultura del Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua.

El estudio de macronutrientes se realizó en el Departamento de Fisiología y Farmacología de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia.

RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

Metodología general:

Se utilizan 4 tanques de sección rectangular tipo "raceway" fabricados en poliéster y de dimensiones 1x5,5x1 m, manteniendo un volumen de agua de entre 3.500 y 4.500 l con circulación continua de agua de mar. El oxígeno en todo momento no es inferior al 80%. El fotoperiodo es natural y la salinidad se mantiene constante con un valor de 37 g/l.

Dichos tanques se encuentran dentro de una nave metálica que los protege de la intemperie y de la exposición directa de la luz solar.

Los juveniles de sargo picudo son capturados en la laguna litoral el Mar Menor durante los meses de mayo y junio:

- A lo largo de mayo se capturan 833 ejemplares en 12 días de pesca. Una vez en el Centro de Alevines se les da un baño de antibiótico durante 45 minutos/día a lo largo de 3 días. La mortalidad es alta, 31%, pero se interrumpe a las 2 semanas de estar los ejemplares estabulados en los tanques. Desde el primer momento que los peces están estabulados en los tanques, se les suministra pienso de gránulo (composición de 48% de proteínas, 12% de grasas, 17% de hidratos de carbono, 11% de cenizas, 2% de fibra y un 10% de humedad) a saciedad (5 tomas diarias). En un principio rechazan el pienso, pero posteriormente, entre los 7 y 15 días se adaptan a él, dirigiéndose activamente a capturar los gránulos. Una vez interrumpida la mortalidad y adaptados los peces al pienso, se preparan los lotes experimentales. En este momento el peso de los alevines oscila entre 3,5 y 23,6 g.
- Los días 15 y 17 de julio se capturan 164 ejemplares siguiendo el procedimiento anterior, con la diferencia de que en este caso la mortalidad es de un 24% y el peso oscilaba entre los 45 y los 121 g.

El 26 de mayo se prepara un primer lote compuesto por 455 ejemplares (S1) y el 6 de junio se clasifica y reagrupa con otros ejemplares que ya se han adaptado a las condiciones experimentales, formando 3 lotes que se corresponden cada uno de ellos a ejemplares grandes (S1G), medianos (S1M) y pequeños (S1P). Posteriormente, cuando se observa una dispersión importante del peso individual, los lotes son reagrupados en nuevos lotes homogéneos, distribuyéndolos también en grandes (S3G), medianos (S3M) y pequeños (S3P). El lote de ejemplares que se captura en julio se reagrupa con éstos.

Metodología: Determinación del crecimiento, la ingesta y el aprovechamiento de la dieta.

Todos los lotes se muestrean periódicamente, por lo general entre 15 y 20 días cuando las temperaturas son altas y entre 20 y 30 días cuando son bajas.

De cada individuo se toma el peso húmedo y la longitud total, y de algunos ejemplares la anchura máxima.

Entre dos muestras se calculan los siguientes índices:

- Tasa absoluta de crecimiento instantáneo o peso ganado diariamente (P_g).
- Tasa relativa de crecimiento instantáneo en peso (G_p).
- Tasa relativa de crecimiento instantáneo en talla (G_t).
- Índice de condición (K).
- Ingesta absoluta o alimento ingerido por individuo y día (A).
- Ingesta relativa o tanto por ciento de alimento ingerido en función de la biomasa (I).

- Índice de eficacia alimentaria (IEA).
- Índice de Conversión (IC).

Se quieren aplicar modelos lineales a las tasas de crecimiento e ingesta, para ello, se tratan por separado los datos, según se hayan obtenido durante la época de reproducción o fuera de ella.

Resultados: Determinación del crecimiento, la ingesta y el aprovechamiento de la dieta.

En la siguiente tabla se muestran los pesos y longitudes iniciales y finales, los índices de crecimiento y tasas de alimentación de los distintos lotes de sargo picudo.

Lote	Periodo	P _{inic.}	P _{fin.}	L _{inic.}	L _{fin.}
S1	26/5-6/6	11,21±0,88	16,14±0,94	8,79±0,24	9,61±0,18
S1P	6/6-13-10	5,57±0,56	97,28±8,87	7,58±0,20	16,95±0,49
S1M	6/6+13/10	14,44±0,48	137,71±12,63	9,36±0,10	18,90±0,57
S1G	6/6+13/10	25,28±1,36	175,57±10,82	11,17±0,20	20,57±0,43
S2	31/7-13-10	76,64±4,48	159,88±12,24	16,36±0,31	20,40±0,54
S3P	13/10-15/1	101,95±5,02	140,64±7,95	17,23±0,31	19,09±0,29
Lote	Periodo	P _{inic.}	P _{fin.}	L _{inic.}	L _{fin.}
S3M	13/10-15/1	148,90±2,95	200,82±9,96	19,59±0,23	21,53±0,28
S3G	13/10-15/1	196,69±5,97	240,03±16,56	21,24±0,25	22,75±0,45

El peso corporal alcanzado al final del periodo experimental y tras unos 7 meses, oscila entre 140,64±7,95 g en el lote de ejemplares pequeños (S3P) y 240,03±16,56 en los animales grandes, pudiéndose considerar como valor promedio de todos los peces en experimentación 200,82±9,96 g que es alcanzado por el lote de peces medianos (S3M). Este crecimiento observado es superior al descrito para esta especie en el área del Mediterráneo aunque en condiciones más desfavorables.

Lote	Periodo	P _g	G _p	G _t	A	I	IEA	IC
S1	26/5-6/6	0,45	3,31	0,81	0,44	3,23	1,01	0,99
S1P	6/6-13-10	0,70	1,98	0,62	1,06	2,57	0,66	1,52
S1M	6/6+13/10	0,96	1,75	0,54	1,77	2,52	0,54	1,86
S1G	6/6+13/10	1,17	1,50	0,47	2,17	2,61	0,54	1,86
S2	31/7-13-10	1,12	0,99	0,30	2,33	2,01	0,48	2,07
S3P	13/10-15/1	0,41	0,34	0,11	0,75	0,62	0,55	1,81
S3M	13/10-15/1	0,55	0,32	0,10	0,99	0,57	0,56	1,79
S3G	13/10-15/1	0,46	0,21	0,07	1,16	0,53	0,40	2,52

El aprovechamiento de la dieta muestra valores muy satisfactorios. El IC, por lo general, tiene valores inferiores a 2 e incluso a 1. Éstos IC son más bajos que los obtenidos para la dorada, utilizando un pienso de composición parecida y una metodología similar.

En las condiciones del proyecto, los factores que mayor influencia tienen sobre las tasas de crecimiento e ingesta son el peso corporal, la temperatura y la época de reproducción. Con estas 3 variables se han desarrollado los modelos preliminares de crecimiento e ingesta, en función del peso corporal y la temperatura, y distinguiendo si los datos se obtienen en la época de reproducción o fuera de ella.

En la siguiente tabla se muestra el número de observaciones obtenidas de crecimiento y alimentación:

	n	P _m (g)	T (°C)	C (Kg/m ³)
Fuera de época reproducción	26	10,76-230,36	14,02-27,42	0,54-11,74
Época de reproducción	12	92,94-225,61	15,68-24,96	2,81-11,79

Fuera de la época de reproducción se han utilizado dos modelos (A y B), en los que se asume que el coeficiente del peso es independiente de la temperatura, lo cual se ha demostrado en la dorada. El primer modelo, A, interpreta que existe una temperatura máxima a partir de la cual la variable dependiente comienza a disminuir a incrementos de T, mientras que el segundo modelo, B, no.

Durante la época de reproducción, al ser las temperaturas moderadas y el rango más estrecho, únicamente se utiliza el modelo B.

En cuanto al efecto de la temperatura en el modelo A, se interpreta que en el rango considerado (12 – 28 °C) existe una temperatura donde la variable dependiente (crecimiento e ingesta) alcanza un valor máximo y a partir del cual, comienza a descender el incremento de temperatura. El modelo indudablemente tiene sesgo, por lo que la temperatura máxima real de crecimiento de esta especie puede no coincidir exactamente con la estimada en el modelo.

Durante la época de reproducción únicamente se ha utilizado el modelo B, porque el rango de temperaturas es más estrecho y es inferior a la temperatura máxima. El coeficiente de peso, es significativamente diferente al obtenido cuando la especie se encuentra en reposo sexual.

Las mayores mortalidades se han registrado durante el mes de agosto cuando la temperatura es superior a los 26 °C. Durante el resto del año, la mortalidad es muy baja. Este pico de mortalidad producido en agosto, se produce en su mayoría tras manipular los peces para muestrearlos y es debida a infecciones por bacterias oportunistas que proliferan en el organismo cuando el sistema inmunológico está disminuido, presumiblemente porque a temperaturas superiores a los 26°C esta especie comienza a estar en una situación de estrés ambiental, siendo entonces muy sensible a las enfermedades.

Conclusiones: Determinación del crecimiento, la ingesta y el aprovechamiento de la dieta.

En cuanto a la evolución del crecimiento se distinguen dos periodos:

- El primero, desde mayo a octubre, donde el crecimiento es alto.
- El segundo, desde octubre a enero, donde el crecimiento disminuye considerablemente debido a dos razones:
 - 1- En octubre – noviembre se produce la maduración sexual, y la energía del alimento se desvía en parte hacía el desarrollo de las gónadas no habiendo crecimiento somático.
 - 2- En octubre la temperatura comienza a descender.

En el segundo periodo (octubre – enero) la ingesta también disminuye, presumiblemente por las mismas razones, pero también, porque el crecimiento del metabolismo disminuye según aumenta el peso corporal.

En el sargo picudo, no se puede analizar si el coeficiente del peso y las tasas de alimentación son independientes de la temperatura, debido a que el número de observaciones obtenidas en 1997 son insuficientes. Este punto se analizará en la segunda parte del estudio, a realizar en 1998.

Se establece para la especie de sargo picudo, como primera aproximación, una temperatura mínima (15 °C) donde el crecimiento es muy bajo y una temperatura máxima (26 °C) donde se alcanzan las mayores tasas de crecimiento.

Metodología: Biometría e índices somáticos.

Se adquirieron unos 20 ejemplares de la lonja de Lo Pagan.

Para la comparación de ejemplares en cultivo con los del medio natural, desde octubre, y con una periodicidad de 30 días, se sacrifican 6 animales de cada lote.

En cada individuo de cada muestra se toma su peso total (P), longitud total (L), longitud estándar, longitud cefálica, anchura máxima, peso del hígado y peso de la porción comestible. Con estas medidas se calculan los índices siguientes:

- Índice de condición.
- Índice cefálico (icef).
- Índice hepático (Ihep).
- Porcentaje comestible (%com).

Resultados: Biometría e índices somáticos.

Se utilizan un total de 710 observaciones de peso corporal en gramos (P), longitud total en cm (L), anchura máxima en mm (A) e índice de condición (K) de los ejemplares sometidos a condiciones experimentales de cultivo, a partir de las cuales se establecen las relaciones biométricas A-P, L-P y P-K.

Las dos primeras relaciones se ajustan al modelo $Y = a \cdot X^b$ y la tercera al modelo $Y = a + b \cdot \log X$.

En las siguientes tablas se muestran las biometrías y los índices somáticos, según procedan del medio natural o de cultivo.

Procedencia	Fecha	Lote	Peso	Longitud total	Longitud estándar	Anchura
LONJA	Oct.		182,39±20,91	21,37±0,86	16,47±0,69	2,69±0,13
	Nov.		184,05±21,32	21,57±0,85	17,15±0,61	2,63±0,13
CULTIVO	Oct.	S2	156,17±21,29	18,97±0,75	15,27±0,48	2,61±0,19
	Nov.	S3P	105,00±12,54	17,83±0,72	13,97±0,82	2,27±0,16
		S3M	164,83±19,01	20,15±0,56	15,70±0,50	2,72±0,16
		S3G	205,17±14,70	21,76±0,31	17,00±0,33	2,93±0,14

En los métodos usuales de clasificación industrial de peces, el criterio de separación de los distintos tamaños es la anchura máxima del pez.

Procedencia	Fecha	Lote	Peso	I.céf.	K	% com
LONJA	Oct.		182,39 \pm 20,91	22,35 \pm 0,46	1,30 \pm 0,11	52,57 \pm 1,33
	Nov.		184,05 \pm 21,32	23,13 \pm 0,37	1,54 \pm 0,14	56,79 \pm 3,26
CULTIVO	Oct.	S2	156,17 \pm 21,29	23,61 \pm 0,52	1,92 \pm 0,24	49,30 \pm 2,35
	Nov.	S3P	105,00 \pm 12,54	23,27 \pm 0,53	2,08 \pm 0,79	52,25 \pm 3,79
		S3M	164,83 \pm 19,01	23,10 \pm 0,76	1,92 \pm 0,39	54,24 \pm 3,43
		S3G	205,17 \pm 14,70	22,88 \pm 0,67	1,24 \pm 0,19	56,86 \pm 6,34

El índice de condición K se suele utilizar para valorar el estado nutritivo de los organismos y expresa la relación volumétrica existente en función del peso. Este índice es útil para comparar y cuantificar el estado en que se encuentra el pez, en forma numérica, pudiéndose asociar a una valoración del estado de delgadez o de obesidad. K está relacionado con el peso, aunque tiende a un valor constante de 2, al menos en los ejemplares en cultivo.

En la siguiente tabla se muestra el análisis estadístico de los valores del índice hepático y el índice de condición según la procedencia, lonja o cultivo, y el tiempo, octubre o noviembre.

	(L-C) _{oct}		(L-C) _{nov}		L _(oct-nov)		C _(oct-nov)	
I. hepático	p<0,05	L<C	N.S.		p<0,05	Oct<Nov		N.S.
I. condición	p<0,05	L<C	N.S.		N.S.		p<0,05	Oct>Nov

N.S: No significativo

Conclusiones: Biometría e índices somáticos.

A lo largo del estudio, la dispersión del peso de los ejemplares en experimentación ha sido muy grande debido a la variabilidad individual de la tasa de crecimiento, lo que ha hecho necesario realizar dos clasificaciones para mantener la homogeneidad de los tres grupos establecidos desde el inicio (pequeños, medianos y grandes). Por lo tanto, en el cultivo industrial de esta especie, se hace necesario la clasificación con el fin de optimizar el crecimiento y el índice de conversión y reorganizar el cultivo con objeto de obtener un producto final homogéneo de alta calidad que alcance el mayor precio posible en el mercado.

Cuando se comparan las características biométricas de ejemplares procedentes del medio natural y de cultivo cabe resaltar dos aspectos:

- El índice de condición es mayor en peces cultivados en octubre que en peces procedentes de lonjas, igualándose en el mes de noviembre, al bajar el índice de condición de los animales en cultivo.
- El índice hepático es mayor en los peces cultivados en octubre, igualándose con los procedentes del medio natural en noviembre debido a que en éste mes el índice hepático de los animales de la lonja aumenta.

Metodología: Determinación de la época de reproducción.

Se estudia la variación del índice gonadosomático. Para ello, de cada individuo utilizado en el estudio de la biometría, se toma su peso corporal (P), el peso de la gónada (PG) y el peso de grasa mesentérica (PGM). A partir de estos valores se calculan los siguientes índices:

- Índice gonadosomático (IGS).
- Porcentaje de grasa mesentérica (PGMS).

Resultados: Determinación de la época de reproducción.

En las siguientes tablas se observan todos los parámetros relacionados con la determinación de la época de reproducción.

Procedencia	Fecha	Lote	Índice gonadosomático	% grasa mesentérica
LONJA	Octubre		0,91±0,19	1,49±0,18
	Noviembre		0,19±0,06	1,62±0,22
CULTIVO	Octubre	S2	0,46±0,26	2,76±0,58
	Noviembre	S3P	0,34±0,15	2,30±0,80
		S3M	0,15±0,10	2,40±0,89
		S3G	0,40±0,15	2,23±0,70

	(L-C) _{oct}	(L-C) _{nov}	L _(oct-nov)	C _(oct-nov)
I. gonadosomático	p<0,05 L>C	N.S.	p<0,05 Oct>Nov	N.S.
% grasa mesentérica	p<0,05 L>C	p<0,05 L<C	N.S.	N.S.

Conclusiones: Determinación de la época de reproducción.

El índice gonadosomático es mayor en octubre en los animales procedentes del medio natural que en los de cultivo, disminuyendo en noviembre. Por lo tanto, la época de reproducción en el Mar Menor se localiza alrededor del mes de octubre, encontrándose en noviembre en regresión pues los animales están reponiendo sus reservas energéticas, y por tanto, aumentando el índice hepático.

También se mide el porcentaje de grasa mesentérica que se relaciona con el índice gonadosomático de forma inversa, ya que durante la época reproductora los peces utilizan las reservas energéticas, y la grasa mesentérica es un importante lugar de almacén de lípidos.

Los animales en cultivo presentan un mayor porcentaje de grasa mesentérica debido, por un lado al modo de alimentación, a saciedad y, por otro, al tipo de alimento utilizado.

Metodología: Determinación de la composición en macronutrientes del animal completo, músculo e hígado.

La composición en macronutrientes se determina tanto en sargos completos, como en el hígado y el músculo, y en las dos poblaciones objeto de estudio, la natural y la cultivada.

Para la determinación de la composición de macronutrientes, se procede a triturar las muestras y se determinan los siguientes parámetros:

- Proteína.
- Grasa.
- Humedad.
- Minerales totales.

Resultados: Determinación de la composición en macronutrientes del animal completo, músculo e hígado.

En las siguientes tablas se muestra la composición corporal del animal completo, composición del hígado y composición del músculo, tanto de los animales procedentes del medio natural como los que proceden del cultivo.

COMPOSICIÓN CORPORAL DEL ANIMAL COMPLETO						
Procedencia	Fecha	Lote	Minerales	Humedad	Grasa	Proteína
LONJA	Octubre		3,79±0,84	66,63±3,22	11,43±2,95	19,21±0,84
	Noviembre		3,65±1,50	66,90±1,70	10,65±1,73	19,43±0,58
CULTIVO	Octubre	S2	3,75±1,53	63,09±1,01	16,43±1,43	18,12±0,31
	Noviembre	S3P	4,33±0,91	65,79±2,82	13,22±1,90	17,87±0,78
		S3M	4,41±1,05	64,85±2,88	15,09±1,96	16,92±2,23
		S3G	3,26±0,31	62,48±2,07	16,41±2,65	17,92±1,56

Análisis estadístico de los valores de composición corporal según la procedencia y el tiempo.

	(L-C) _{oct}	(L-C) _{nov}	L _(oct-nov)	C _(oct-nov)
Minerales	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Humedad	N.S.	p<0,05	L>C	N.S.
Grasa	p<0,05	L<C	p<0,05	L<C
Proteína	N.S.	p<0,05	L>C	N.S.

COMPOSICIÓN EN MACRONUTRIENTES DEL HÍGADO						
Procedencia	Fecha	Lote	Minerales	Humedad	Grasa	Proteína
LONJA	Octubre		1,41±0,17	70,03±2,97	8,01±2,77	18,13±1,70
	Noviembre		1,23±0,20	70,40±2,19	6,12±1,06	17,62±2,66
CULTIVO	Octubre	S2	1,55±0,21	61,79±5,96	16,41±3,86	12,99±1,21
	Noviembre	S3P	1,21±0,29	53,73±10,73	29,47±14,41	14,01±8,06
		S3M	1,36±0,09	55,90±1,39	21,26±3,66	13,55±2,04
		S3G	1,31±0,24	63,78±2,67	19,94±17,21	15,08±1,73

Análisis estadístico de los valores de composición en macronutrientes del hígado según la procedencia y el tiempo.

	(L-C) _{oct}		(L-C) _{nov}		L _(oct-nov)	C _(oct-nov)
Minerales	N.S.		N.S.		p<0,05	Oct>Nov
Humedad	p<0,05	L>C	p<0,05	L>C	N.S.	N.S.
Grasa	p<0,05	L<C	p<0,05	L<C	N.S.	N.S.
Proteína	p<0,05	L>C	N.S.		N.S.	N.S.

COMPOSICIÓN EN MACRONUTRIENTES DEL MÚSCULO						
Procedencia	Fecha	Lote	Minerales	Humedad	Grasa	Proteína
LONJA	Octubre		1,42±0,07	73,16±1,36	4,42±1,37	21,90±0,38
	Noviembre		1,42±0,04	74,06±1,34	4,02±1,71	21,62±0,84
CULTIVO	Octubre	S2	1,53±0,04	71,32±3,05	6,40±2,82	21,51±0,27
	Noviembre	S3P	1,49±0,04	71,64±1,42	7,55±1,65	20,39±0,52
		S3M	1,55±0,09	72,50±1,37	5,73±1,61	21,17±1,10
		S3G	1,48±0,11	69,36±1,71	9,44±2,06	20,99±0,28

Análisis estadístico de los valores de composición en macronutrientes del músculo según la procedencia y el tiempo.

	(L-C) _{oct}		(L-C) _{nov}		L _(oct-nov)	C _(oct-nov)
Minerales	p<0,05	L<C	p<0,05	L<C	N.S.	N.S.
Humedad	N.S.		p<0,05	L>C	N.S.	N.S.
Grasa	N.S.		p<0,05	L<C	N.S.	N.S.
Proteína	N.S.		p<0,05	L>C	N.S.	N.S.

Conclusiones: Determinación de la composición en macronutrientes del animal completo, músculo e hígado.

En los animales de cultivo se produce un engrasamiento tanto a nivel hepático como muscular y, por tanto, en el animal completo. En el engrasamiento general participa el porcentaje de grasa mesentérica de los animales cultivados.

Se puede pensar que este engrasamiento generalizado debe estar relacionado con las condiciones de cultivo, en principio, más favorables que las que se tienen en el medio natural.

Metodología: Parámetros de la sangre.

Los animales experimentales utilizados en los apartados anteriores se emplean también para el desarrollo del presente apartado.

Una vez son los animales anestesiados, se procede a extraerles sangre mediante punción en la vena caudal.

El primer mililitro de sangre extraída es destinado a la determinación de los siguientes parámetros:

- Hematocrito: % de sangre ocupado por los glóbulos rojos.
- Hemoglobina.
- Recuento de glóbulos rojos.

Con estos parámetros se calculan los siguientes índices:

- Volumen corpuscular medio (VCM).
- Hemoglobina media corpuscular (HMC).
- Concentración corpuscular media de hemoglobina.

El análisis de los diferentes metabolitos y enzimas plasmáticos (proteínas totales, lípidos totales, glucosa, aspartato aminotransferasa y alanina aminotransferasa) se realiza mediante kits de la firma Merck y Biosystems.

La extracción de la grasa se realiza mediante la técnica de Folch con una mezcla de cloroformo – metanol. La posterior metilación de sus ácidos grasos es realizada mediante el método de Stoffel.

Los ésteres metílicos son analizados en un cromatógrafo de gases. La concentración de cada ácido graso es expresada como porcentaje total.

Resultados: Parámetros de la sangre.

HEMATOLOGÍA DE LOS LOTES EXPERIMENTALES "SANOS"		
	Media	
	Noviembre	Diciembre
Peso medio (g)	168,3 \pm 46,3	171,4 \pm 46,0
Hematocrito (%)	38,2 \pm 3,8	36,3 \pm 5,8
Hemoglobina (g/100 ml)	7,3 \pm 1,0	5,7 \pm 1,0
Recuento de glóbulos rojos ($\times 10^6$)	2,4 \pm 0,4	2,5 \pm 0,4
Volumen corpuscular medio (m^3)	162,0 \pm 27,5	146,9 \pm 22,2
Concentración corpuscular media de hemoglobina (g%)	19,2 \pm 1,8	15,7 \pm 1,8
Concentración media de hemoglobina (pg)	30,7 \pm 2,4	22,7 \pm 1,9

Se observa una clara disminución de la concentración de hemoglobina de noviembre a diciembre, acompañada por un descenso de la concentración corpuscular media de hemoglobina y la concentración media de hemoglobina. Este descenso coincide en el tiempo con una bajada de la temperatura del agua desde los 20-21 °C de noviembre a los 13-15°C de diciembre. La disminución del volumen corpuscular medio puede deberse al ligero aumento del recuento de glóbulos rojos como respuesta adaptativa.

METABOLITOS PLASMÁTICOS Y ACTIVIDADES ENZIMÁTICAS EN PECES SANOS		
	Media	
	Noviembre	Diciembre
Proteínas totales (g/L)	46,6 \pm 5,2	41,1 \pm 4,6
Glucosa (mg/dL)	80,2 \pm 26,9	58,8 \pm 13,5
Lípidos totales (g/L)	20,5 \pm 71,6	21,6 \pm 80,3
GOT (U/L)	478,5 \pm 237,6	464,8 \pm 278,3
GPT (U/L)	8,0 \pm 4,4	6,7 \pm 3,1
GOT/GPT	70,5 \pm 58,3	77,0 \pm 51,8

El aumento de la temperatura tiene como efecto disminuir la solubilidad del oxígeno en el agua, por lo que en el caso en que no exista un aporte artificial de aquél, la sangre de los peces debe asegurar un suministro suficiente de oxígeno a los tejidos.

La elevación de la temperatura produce un aumento de la tasa metabólica, lo que conduce a un mayor consumo de oxígeno.

En las actividades enzimáticas analizadas tampoco se observan variaciones especiales. Sin embargo, es de destacar los altos valores de estas enzimas encontradas en plasma. La inexistencia de datos en sargos salvajes hace difícil la discusión de estos valores.

HEMATOLOGÍA, METABOLITOS PLASMÁTICOS Y ACTIVIDADES ENZIMÁTICAS EN ANIMALES "ENFERMOS"			
Hematocrito (%)	28,9 \pm 7,1	Proteínas totales	159,0 \pm 134,9
Hemoglobina (g/100 ml)	6,3 \pm 0,9	Glucosa	101,4 \pm 47,6
Recuento de glóbulos rojos ($\times 10^6$)	2,0 \pm 0,2	Lípidos totales	544,2 \pm 264,9
Volumen Corpuscular Medio (m^3)	140,9 \pm 26,6	GOT	295,1 \pm 52,9
Concentración corpuscular media de Hemoglobina (g%)	22,5 \pm 4,4	GPT	9,7 \pm 4,1
Concentración Media de Hemoglobina (pg)	31,0 \pm 3,4	GOT/GPT	3,2 \pm 2,8

Comparando los animales sanos con los enfermos, destaca el menor valor hematocrito y de recuento de glóbulos rojos presente en los ejemplares enfermos, lo que provoca un ligero aumento de la concentración corpuscular media de hemoglobina y de la concentración media de hemoglobina. Los altos valores de proteínas totales y lípidos totales en los peces enfermos no son indicativos de una determinada enfermedad, debido a la gran variabilidad de enfermedades que presentan estos síntomas.

Conclusiones: Parámetros de la sangre.

Los parámetros hematológicos no presentan grandes diferencias entre ejemplares con pesos medios distintos.

La composición en ácidos grasos de los diferentes tejidos estudiados presentan grandes variaciones entre los animales capturados en el Mar Menor y los estabulados en el Centro de Recursos Marinos:

- Lo más destacable de los valores obtenidos en el músculo de los sargos salvajes, está en los porcentajes de ácidos grasos saturados que es bastante más elevado que en los de cultivo. Este alto valor podría reflejar una mayor ingesta de estos ácidos grasos en el caso de los animales salvajes o un exceso de monoinsaturados en la dieta de los cultivos.
- El hígado de los sargos en cultivo refleja exactamente la composición del pienso que están ingiriendo al poseer valores cercanos al 50% de monoinsaturados tal como ocurre en el pienso. Este valor equivale al doble del encontrado en el hígado de los sargos salvajes, lo que, unido al gran cúmulo de grasa detectado en el hígado de los sargos estabulados en el Centro, constituye un dato preocupante.
- En lo que respecta a la composición de la grasa mesentérica, destaca el alto porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados presentes no sólo en los animales en cultivo sino también en los salvajes. Este hecho resulta menos preocupante que en el caso del hígado porque la grasa mesentérica es considerada un tejido de reserva poco activo metabólicamente.

Metodología: Consumo de oxígeno.

Para medir el consumo de oxígeno (CO) se utilizan los tanques descritos anteriormente de dimensiones 1x5,5x1 m, con un volumen de 3.500 litros.

El CO se puede calcular a partir de la diferencia entre la concentración de oxígeno disuelto del agua de entrada y salida de un tanque de cultivo de peces.

Las medidas de CO se realizan durante 31 horas consecutivas, desde las 8:00 h hasta las 15:00 del día siguiente, alimentando a los peces el primer día desde las 10:30 hasta las 16:30 h y manteniéndolos en ayunas el segundo.

Se calculan varios niveles de CO y ciertos parámetros de interés:

- CODIA: CO medio diario.
- COAM: CO con alimentación o magnitud del incremento de CO debido a la alimentación.
- COAMAX: Consumo de oxígeno máximo debido a la alimentación.
- CORNOCH: CO en reposo mínimo.
- CORMAX: CO en reposo máximo.
- DICOA: Duración del incremento de CO sobre el nivel de reposo debido a la alimentación.
- TPCOA: Tiempo que transcurre en producirse el pico de CO debido a la alimentación.

Las medidas de CO en los tanques se efectúan para los distintos lotes en tres muestreos realizados.

Resultados: Consumo de oxígeno.

El consumo de oxígeno en los lotes donde se realizaron los muestreos, no presentan diferencias significativas. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de consumo de oxígeno específico para los distintos niveles:

Fecha	Lote	T °C	Peso	CODIA	DICOA	COAM	TPCOA	COA MAX	COR MAX	COR NOCH
7/10/97	S1M	24	132,05	373,54	13,5	417,02	5-7	524,51	348,81	201,53
7/10/97	S2	24	155,81	308,95	13,5	447,52	6-7,5	485,09	333,20	264,21
21/10/97	S3M	23	156,1	287,47	13,5	318,20	4-7	380,23	223,21	246,12
21/10/97	S3P	23	107,05	399,23	12,5	448,45	4-5,5	537,17	346,27	349,31
Fecha	Lote	T °C	Peso	CODIA	DICOA	COAM	TPCOA	COAM AX	CORM AX	CORN OCH
21/10/97	S3G	23	203,72	303,16	12,5	330,01	4-5,5	356,95	244,67	272,47
20/11/97	S3M	18	175,11	159,88	14	186,86	3-6	245,90	236,35	141,39
20/11/97	S3P	18	124,3	239,1	12	263,43			249,74	224,82
21/11/97	S3G	18	226,61	209,02	11,5	225,78	7	236,35	232,26	193,08
Medias		21,53	160,09	285,04	12,88	329,66	6	395,17	276,80	236,62
Desviación estándar			40,48	80,47	0,88	100,95		125,28	55,37	62,30

Como en el rango estudiado se observa influencia del peso corporal y de la temperatura sobre los distintos niveles de consumo de oxígeno, los datos obtenidos se han ajustado al modelo:

$$\ln CO = A + B \cdot \ln P + C \cdot \ln T$$

Mediante el análisis de regresión múltiple.

Conclusiones: Consumo de oxígeno.

Los datos de consumo de oxígeno se obtuvieron durante los meses de octubre y noviembre y, por tanto, están influenciados por la época de reproducción (que a su vez influye en la tasa metabólica, el peso, la temperatura y el peso corporal).

Cuando se suministra el alimento en varias tomas, el valor máximo de CO se alcanza de una forma pausada y tiende a situarse en el centro de la curva que describe el consumo de oxígeno frente al tiempo. Sin embargo, cuando el alimento se suministra de una sola vez, el CO se incrementa rápidamente para alcanzar el valor máximo tras el cual desciende lentamente hasta que su efecto queda totalmente disipado.

Tanto el peso corporal como la temperatura influyen sobre el CO, aun siendo los rangos de las variables independientes relativamente estrechos.

OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

Comunidad Autónoma de Murcia:

- **1998:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Segundo año. Continuación de años anteriores.
- **1999:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Tercer año. (Continuación de años anteriores)

COMENTARIOS FINALES.

La alta dispersión del peso corporal hace necesario, en el cultivo del sargo picudo, realizar operaciones de clasificación.

El sargo picudo se adapta a una alimentación basada en el suministro de pienso del tipo utilizado en la dorada, pese a no ser considerado como una dieta óptima.

Los ejemplares de sargo picudo de la clase 0+, con un rango de peso corporal de 100 a 250 g, maduran las gónadas durante los meses de octubre a noviembre, tanto en la población salvaje del Mar Menor como los sometidos a cultivo.

El crecimiento del sargo picudo es muy bajo con temperaturas del agua inferiores a 15°C y prácticamente se detiene a 13°C. El máximo crecimiento se obtiene con temperaturas del agua de 26-27 °C y desciende seguidamente.

El crecimiento de los juveniles de sargo picudo, hasta los 70 g de peso corporal, es superior que el de los de la dorada, después el crecimiento tiende a igualarse.

Con temperaturas superiores a 26-27°C esta especie parece entrar en un estado de estrés ambiental, siendo mucho más sensible a la manipulación y enfermedades.

El sargo picudo, sometido a condiciones de cultivo, presenta un mayor contenido corporal en grasa que los ejemplares salvajes del Mar Menor, como resultado de un mayor acumulo de grasa mesentérica y mayores contenidos en músculo e hígado.

Tanto los valores de los parámetros hematológicos, como la concentración de proteínas totales y glucosa, se encuentran dentro de los rangos encontrados para otras especies de peces.

3. PROYECTO: ESTUDIOS SOBRE EL CULTIVO INTEGRAL INTENSIVO DEL SARGO PICUDO (*Puntazzo puntazzo*) EN EL LITORAL DE LA REGIÓN DE MURCIA, DURANTE 1998. 2^{do} AÑO.

AÑO:

Comienzo del plan: 1998

Finalización del plan: 1998

OBJETIVOS:

- Estudio del crecimiento y del índice de conversión en el sargo picudo en condiciones de engorde intensivo en tanques experimentales a lo largo de 18 meses.
- Determinación de la composición corporal: seguimiento de las variaciones en la composición corporal del sargo picudo en cultivo y comparación con animales procedentes de poblaciones naturales.
- Análisis comparativo de los cambios en diversas relaciones biométricas y somatométricas en animales cultivados y procedentes de poblaciones naturales.
- Estudio, en las condiciones de engorde intensivo, de las relaciones alométricas peso – talla, peso – anchura máxima y peso – K.
- Optimización de los rendimientos nutritivos de las dietas. Estudio del crecimiento del sargo picudo utilizando 3 piensos en gránulo con diferentes relaciones proteínas / energía existentes en el mercado para el engorde de dorada y lubina.
- Comprobación de la existencia del fenómeno de crecimiento compensatorio en el sargo picudo.
- Estudio de la influencia del peso y la alimentación sobre el consumo de oxígeno en el sargo picudo en condiciones de engorde intensivo.
- Estudio de cómo el crecimiento y la tasa de alimentación varían en función del peso corporal y de la temperatura, desarrollando modelos que expliquen dichas variaciones, con el objeto de utilizarlos como herramienta útil en la gestión de su cultivo. También se analizará de qué forma la tasa de alimentación influye sobre el crecimiento.
- Conocimiento de la época de reproducción del sargo picudo en condiciones de cultivo y comparación con las del medio natural en la región de Murcia.

DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia.

Centro: Dirección General de Producción Agraria y de la Pesca.

Departamento: Servicio de Pesca y Acuicultura.

COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Benjamín.

Apellidos: García García.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El presente estudio se ha desarrollado en las instalaciones experimentales de acuicultura del Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua.

RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

Metodología del crecimiento e índice de conversión del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el engorde intensivo en tanques:

Los alevines se capturaron en la laguna litoral El Mar Menor y se estabularon en tanques de 5.000 litros en circuito abierto de agua de mar. El peso medio inicial de los juveniles fue de $11,21 \pm 0,88$, variando entre 3,5 y 23,6 g. Los peces se clasifican en función de su peso en tres tamaños, grandes (24% de la población de cultivo), medianos (el 61%) y pequeños (el 15% de la población en cultivo).

El oxígeno disuelto se mantiene entre 70-90% de saturación y la temperatura del agua fluctúa entre 12-15 °C en invierno y 26-29°C en verano. La carga de cultivo varía entre 1 y 16 Kg/m³. Los 3 lotes son alimentados a saciedad en cinco tomas diarias con un pienso comercial en gránulo para dorada de composición: 48% proteína, 12% grasa, 17% hidratos de carbono. 11% cenizas, 2% de fibra y 10% de humedad.

Cada 15-30 días se muestrea un número significativo de individuos de cada lote para determinar el peso corporal medio y el alimento ingerido.

Los valores de peso medio, en función del tiempo de cultivo, se ajustan mediante el análisis de regresión múltiple a un modelo polinómico del tipo $P = a + b*t + c*t^2 + d*t^3 + e*t^4 + f*t^5 + g*t^6$, donde P es el peso corporal en cada momento y t es el tiempo en días que ha transcurrido desde el inicio del estudio hasta alcanzar el valor de P.

El índice de conversión se calcula como el valor acumulado (IC_a), es decir, entre el momento inicial del estudio y cada uno de los muestreos.

Resultados del crecimiento e índice de conversión del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el engorde intensivo en tanques:

El rango de variación del peso corporal es muy amplio, obteniendo valores al final del estudio de 300 a 900 g. Estas diferencias son consecuencia tanto de la distinta edad y/o peso de los juveniles iniciales, como de la existencia en esta especie de una gran variabilidad del crecimiento individual.

A partir de los métodos de cálculo del peso medio y el índice de conversión, se construye una tabla en la que se indica, para un rango de 50 a 500 g de peso corporal, el tiempo necesario de cultivo para alcanzar un determinado peso, así como el IC_a estimado.

Peso (g)	L1		L2		L3	
	t (Meses)	IC	t (Meses)	IC	t (Meses)	IC
50	1,53	1,26	2,03	1,33	2,20	1,31
100	2,67	1,48	3,27	1,53	4,13	1,59
200	5,40	1,71	9,10	1,73	11,43	1,87
300	11,13	1,85	12,57	1,86	14,03	2,03
400	13,60	1,94	14,67	1,93	17,10	2,15
500	15,63	2,02				

La mortalidad es muy baja a lo largo del periodo de estudio, produciéndose únicamente cuando los peces son manipulados con temperaturas de agua de mar superior a los 26 °C.

Temperaturas del agua inferiores a los 15 °C durante el invierno producen un crecimiento muy bajo o nulo. El crecimiento también es prácticamente nulo durante la época de reproducción de septiembre a noviembre y durante el segundo año de engorde.

Conclusiones del crecimiento e índice de conversión del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el engorde intensivo en tanques:

En el cultivo intensivo del sargo picudo la clasificación por tamaños es considerada como una operación obligada para el incremento de los rendimientos.

El tamaño comercial, 300-500 g, se alcanza antes de que comience la maduración de las gónadas, por lo que no es recomendable proseguir el cultivo ya que después de la reproducción las temperaturas descienden y el incremento de peso no vuelve a ser significativo hasta abril del siguiente año.

Existe una mayor dispersión de datos a partir de los 400 días de cultivo, debido al efecto de la reproducción y al descenso de la temperatura que afecta al crecimiento y que tiene como resultado la paralización del incremento de peso y el aumento del ICa.

Metodología del estudio de las variaciones de la composición corporal del sargo picudo en cultivo:

Se realizan muestreos, con una periodicidad de 30 a 60 días, de animales mantenidos en cautividad y otros procedentes de la lonja de Lo Pagán (Mar Menor).

Los animales se estabulan en tanques tipo "raceway" con una capacidad máxima de 5.500 l. El fotoperiodo es natural, la temperatura oscila entre los 14 y los 26 °C. La salinidad se mantiene constante con un valor de 37 g/l y el oxígeno disuelto no desciende del 80% de saturación. Los peces se alimentan a saciedad con un pienso comercial en gránulo para dorada.

En cada muestreo se sacrifican entre 6 y 9 ejemplares, tomando de cada individuo su peso corporal. Para la determinación de la composición corporal total se procede a la trituration y homogeneización mecánicas del animal completo. Se toman muestras para la determinación de las proteínas, grasas, humedad y minerales totales.

Resultados del estudio de las variaciones de la composición corporal del sargo picudo en cultivo:

En los sargos en cultivo se obtienen los siguientes resultados:

- ✧ El porcentaje de minerales se mantiene con un valor constante, $4,04 \pm 0,07$ durante el desarrollo del sargo picudo.
- ✧ Las variaciones en humedad y grasa siguen una evolución inversa, es decir, un incremento en la proporción de uno, conduce a una disminución en el otro. El contenido de lípidos presenta marcadas fluctuaciones mensuales, obteniéndose los valores más altos, 16-18% en los meses de verano y los más bajos, 13,5% en los meses de invierno.
- ✧ El contenido de proteínas aumenta ligeramente conforme aumenta el peso del animal, desde un 17,7 % hasta un 21,4%.

Los sargos salvajes, presentan una composición corporal un poco diferente a la de los sargos en cultivo. Tienen más humedad, menos grasa y más proteínas. Aún así, las variaciones que experimentan con el tiempo son similares a las variaciones que presentan los sargos en cultivo: una disminución del porcentaje de grasa corporal iniciado en la estación reproductora y continuado en invierno y una relación inversa entre la humedad y el contenido de grasa.

Los pesos de todos los componentes principales se incrementan con el peso del pez. Agua y proteínas constituyen alrededor del 80% de la ganancia de peso de los peces en todos los muestreos, mientras que, la contribución de los lípidos a la ganancia de peso tiende a aumentar con el incremento de la temperatura y a disminuir con la reproducción. Se considera que la contribución de los carbohidratos al contenido energético total es despreciable

Conclusiones del estudio de las variaciones de la composición corporal del sargo picudo en cultivo:

El crecimiento del sargo picudo se encuentra relacionado con la temperatura. La temperatura comienza a descender en octubre, con valores mínimos en enero – febrero, y no vuelve a aumentar hasta abril. De la misma forma, el peso corporal se mantiene prácticamente constante desde octubre hasta abril.

En el sargo picudo, los contenidos en minerales y proteínas son más o menos estables, mostrando variaciones que son dependientes del peso corporal. El contenido de proteínas se controla endógenamente y el nivel de minerales se controla homeostáticamente.

El porcentaje de grasa corporal tiende a aumentar con la talla del pez, pero también se ve afectado por los distintos estados del ciclo de vida, y por la ingesta de energía. Los porcentajes en lípidos y humedad están inversamente correlacionados. La grasa es el componente más variable en peces.

Existe una fuerte relación entre el contenido de grasa corporal y el peso, aumentando el contenido de grasa con el peso. La grasa se ve afectada por las variaciones de temperatura, siendo mayor el contenido de ésta en periodos de altas temperaturas, donde el crecimiento es mayor. El contenido de grasa comienza a disminuir en octubre cuando tiene lugar la reproducción, disminuyendo la ingesta y consumiendo reservas energéticas para el desarrollo gonadal.

Los peces salvajes presentan mayores porcentajes de proteínas y menores de grasa que los sargos en cultivo, esto es debido a que los sargos en cultivo tienen una actividad física más limitada y su alimentación es la óptima para conseguir el máximo crecimiento y una adecuada conversión del alimento, lo que conduce a un engrasamiento de los animales en cultivo.

Metodología del estudio de las relaciones biométricas y somatométricas del sargo picudo en el litoral de la Región de Murcia:

Se realizan muestreos, con una periodicidad de 30 a 60 días, de animales mantenidos en cautividad y otros procedentes de la lonja de Lo Pagán (Mar Menor).

Los animales se estabulan en tanques tipo “raceway” con una capacidad máxima de 5.500 l. El fotoperiodo es natural, la temperatura oscila entre los 13 y los 27 °C. La salinidad se mantiene constante con un valor de 37 g/l y el oxígeno disuelto no desciende del 80% de saturación. Los peces se alimentan a saciedad con un pienso comercial en gránulo para dorada.

De cada animal de cada muestra se toma su peso corporal, longitud total, longitud estándar, longitud de la horquilla, longitud cefálica y anchura máxima. Se determina el peso del hígado, el peso del digestivo, de la grasa mesentérica y de la porción de comestible.

Con estas medidas se calculan los siguientes índices:

- Índice cefálico.
- Índice hepático.
- Índice digestosomático.
- Porcentaje de grasa mesentérica.
- Porcentaje comestible.

Resultados del estudio de las relaciones biométricas y somatométricas del sargo picudo en el litoral de la Región de Murcia:

Resultados de muestreos de peces de cultivo entre junio 1997 y noviembre 1999						
Muestreo	Peso (g)	Nº peces	L. total	L. horquilla	L. estándar	Anchura
Junio	27,98+2,54	7	11,46+0,31	10,64+0,28	8,90+0,22	1,50+0,06
Julio	45,65+4,38	20	13,04+0,43	12,17+0,36	10,10+0,29	1,73+0,07
Agosto	79,59+4,92	22	15,59+0,33	14,55+0,32	12,20+0,29	2,15+0,07
Septiembre	116,73+10,16	17	17,39+0,42	16,19+0,44	13,55+0,37	2,31+0,07
Octubre	140,77+6,91	18	18,71+0,24	17,64+0,24	14,74+0,19	2,53+0,06
Noviembre	155,28+7,21	30	19,71+0,28	18,35+0,26	15,47+0,23	2,65+0,06
Diciembre	165,94+7,14	30	20,18+0,31	18,91+0,28	15,88+0,23	2,62+0,05
Febrero	184,53+14,71	18	21,21+0,45	19,90+0,54	16,63+0,38	2,57+0,09
Abril	216,56+15,70	18	22,33+0,42	19,83+0,46	17,49+0,36	2,78+0,07
Junio	272,07+9,17	38	23,95+0,23	21,16+0,23	18,77+0,22	3,15+0,05
Julio	350,47+10,65	18	25,85+0,19	24,42+0,22	20,92+0,50	3,43+0,05
Agosto	423,85+12,51	23	26,81+0,24	25,25+0,23	21,33+0,22	3,83+0,07
Resultado de muestreos de peces de cultivo entre junio '97 y noviembre '99						
Muestreo	Peso (g)	Nº peces	L. total	L. horquilla	L. estándar	Anchura
Septiembre	486,53+13,03	22	27,48+0,58	26,28+0,30	22,43+0,27	3,92+0,06
Octubre	462,95+8,89	22	28,09+0,26	26,33+0,23	22,61+0,28	3,85+0,04
Noviembre	480,19+15,65	22	28,52+0,29	26,79+0,24	22,59+0,21	3,96+0,07
Diciembre	501,58+16,51	12	28,90+0,35	27,40+0,32	23,35+0,28	4,14+0,07
Julio	618,73+37,17	11	30,40+0,67	28,75+0,50	24,29+0,43	4,33+0,13
Agosto	680,56+29,01	11	30,85+0,34	29,38+0,39	24,97+0,32	4,42+0,07
Septiembre	725,34+22,23	10	29,97+0,58	29,38+0,36	25,00+0,31	4,77+0,07
Octubre	727,07+34,22	10	32,47+0,35	30,00+0,36	25,81+0,30	4,47+0,14
Noviembre	768,45+25,55	10	32,73+0,51	30,78+0,35	26,43+0,32	4,79+0,06

En las poblaciones en cultivo se produce una gran dispersión de tamaños según éstos se desarrollan, debido a la variabilidad individual en las tasas de crecimiento. Este hecho favorece fenómenos de canibalismo y la formación de jerarquías durante todo el ciclo de cultivo, incrementándose la variabilidad en el acceso al alimento entre individuos.

Como en el Mar Menor sólo se encuentran juveniles, se muestrearon animales salvajes durante un solo año.

Resultado de muestreos de peces salvajes entre junio 1997 y noviembre 1999						
Muestreo	Peso (g)	Nº peces	L. total	L. horquilla	L. estándar	Anchura
Junio	20,96+1,88	12	10,27+0,14	9,78+0,24	8,08+0,22	1,27+0,04
Julio	53,41+3,59	12	14,42+0,33	13,36+0,28	11,20+0,24	1,78+0,05
Agosto	82,55+4,63	10	16,31+0,33	15,02+0,26	12,56+0,21	2,00+0,06
Septiembre	117,65+8,79	9	18,40+0,50	16,71+0,47	14,06+0,40	2,41+0,09
Octubre	171,14+8,02	34	20,93+0,34	19,30+0,32	16,12+0,27	2,63+0,05
Noviembre	165,62+9,78	28	20,84+0,40	19,53+0,37	16,40+0,33	2,53+0,06

El factor de condición se utiliza para valorar el estado de nutrición de los organismos. Éste índice es útil para comparar y cuantificar de forma numérica el estado en que se encuentra el pez. El factor de condición en peces en cultivo, suele tender a un valor constante de 2. Los animales salvajes presentan un factor de condición más bajo.

El índice cefálico puede ser alto en casos de desnutrición. El índice cefálico presenta incrementos bruscos de la época reproductora, con valores máximos en septiembre.

El índice hepatosomático muestra una variación inversa a los periodos de crecimiento. Durante los meses de invierno, crecimiento e ingesta bajos, el animal va consumiendo las reservas energéticas hepáticas. Con el aumento de la temperatura comienza la maduración gonadal, y no es hasta después de la puesta cuando el animal comienza a reponer sus reservas energéticas, aumentando el índice hepatosomático, con un máximo en el mes de diciembre. Los animales salvajes presentan un menor índice hepatosomático debido a que no están tan bien nutridos como los animales de cultivo.

El índice digestosomático disminuye conforme aumenta el peso del animal. Esto es debido a que la velocidad de crecimiento visceral es inferior a la del crecimiento somático, con lo que con la edad, se produce una disminución de las relaciones viscerosomáticas.

La grasa mesentérica es una importante reserva energética utilizada por el sargo en los meses de invierno, en los que disminuye la ingesta, y en la estación reproductora. Los animales salvajes presentan un menor porcentaje de grasa mesentérica debido a que no están tan bien nutridos como los animales de cultivo.

El porcentaje comestible se mueve en un rango muy estrecho (50-60%) y sin grandes variaciones a lo largo del año, aunque aumenta ligeramente con el tamaño del animal, con un valor máximo del 59,5% cuando alcanza el tamaño comercial (350-400 g).

Conclusiones del estudio de las relaciones biométricas y somatométricas del sargo picudo en el litoral de la Región de Murcia:

Se distinguen dos periodos en cuanto a la evolución del peso corporal:

- 1- Desde abril a septiembre; el crecimiento es alto.
- 2- Desde septiembre a febrero; el crecimiento disminuye de forma considerable por dos causas:
 - 1º- En octubre tiene lugar la reproducción, y parte de la energía del alimento se desvía hacia el desarrollo de las gónadas disminuyendo el crecimiento somático
 - 2º- En octubre la temperatura comienza a descender, y con ella la ingesta y el crecimiento.

Es importante en producción intensiva, selecciones periódicas de tamaño, con el fin de aumentar la eficiencia de explotación y de mantener una población homogénea, ayudando de esta forma a la destrucción de la jerarquía.

Los peces durante la estación reproductora suelen disminuir la ingesta, esto, unido al hecho de que el desarrollo de las gónadas supone un considerable coste metabólico, hace que el índice cefálico alcance valores altos en esta estación.

Los lípidos se reparten entre la grasa mesentérica, hígado y músculo rojo, siendo la grasa mesentérica el principal almacén de lípidos.

Es interesante que los peces alcancen el tamaño comercial antes de la maduración sexual propiamente dicha que tiene lugar en el segundo año de vida.

Metodología del estudio de las relaciones biométricas de utilidad en la clasificación por tamaños y en la valoración del estado nutritivo del sargo picudo en condiciones de engorde intensivo:

El estudio se realiza sobre ejemplares de sargo picudo en condiciones de engorde intensivo en tanques experimentales. Los parámetros biométricos medidos son:

- P: Peso corporal (g).
- L: Longitud total (cm).
- A: Anchura máxima (cm).

El índice de condición se calculó como $K = (P/L^3) \cdot 100$.

Los datos se agrupan según se han obtenido durante la época de reproducción (agosto - octubre) y durante el resto del año. Agrupándose el resto del año en 3 rangos de temperaturas que coinciden con respuestas distintas observadas de la tasa de crecimiento y de alimentación en esta especie; 12-14 °C, 14-26°C y 26-29 °C.

Resultados del estudio de las relaciones biométricas de utilidad en la clasificación por tamaños y en la valoración del estado nutritivo del sargo picudo en condiciones de engorde intensivo:

Las relaciones peso – longitud y peso – anchura máxima en todos los casos se ajustaron a un modelo del tipo $Y = MX^B$.

Resultados del análisis de las relaciones biométricas				
	Época de reproducción	Resto del año		
		12-14 °C	14-26 °C	26-29 °C
Peso (g)	335-886	85-778	2-567	19-515
Longitud total (cm)	25,5-34,0	17,4-34,2	4,8-30,5	14,4-29,0

En la relación peso - longitud total, existen diferencias entre la época de reproducción y el resto del año. En el intervalo de temperatura entre 14 y 26°C se producen las condiciones más favorables de crecimiento y alimentación. Con temperaturas inferiores a 14 °C, hay una parada del crecimiento y con temperaturas superiores a los 26 °C hay una significativa reducción de la ingesta y de la tasa de crecimiento (sucede lo mismo en la época de reproducción).

Asumiendo que los valores de K “normales” son los obtenidos para el rango de temperatura 14-26 °C, se interpreta:

- Para temperaturas inferiores a 14 °C, los ejemplares tienden a estar delgados. Se obtienen valores de K “normales” para ejemplares con pesos superiores a los 300 g.
- Para temperaturas superiores a los 26 °C, los valores de K son inferiores a los “normales” hasta que los ejemplares alcanzan los 150 g de peso. Para pesos superiores a 150 g, los valores de K son más alto de lo normal, estando los ejemplares “gordos”.

Conclusiones del estudio de las relaciones biométricas de utilidad en la clasificación por tamaños y en la valoración del estado nutritivo del sargo picudo en condiciones de engorde intensivo:

Los animales más jóvenes son los más sensibles a las bajas temperaturas.

Ejemplares con peso superior a 150 g en un periodo de tiempo en el que la temperatura es superior a los 26 °C, se les suele considerar como ejemplares gordos porque coincide esta época con un aumento significativo del contenido en grasa corporal.

Metodología del estudio de la influencia de la dieta sobre el crecimiento y la utilización nutritiva de la misma por el sargo picudo:

Se utilizaron sargos picudos capturados en el Mar Menor en mayo de 1997 y en marzo de 1998. Estabulados en las instalaciones del Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar.

Se seleccionan tres lotes de pesos homogéneos por triplicado que son alimentados con tres tipos de pienso (A, B y C) de las casas DIBAQ DIPROTEG S.A., TROUW ESPAÑA y PROAQUA NUTRICIÓN S.A.

El experimento se repite para dos pesos corporales distintos, utilizando lotes de 20 animales de $47,65 \pm 1,04$ g de media y lotes de 7 animales de $277,57 \pm 1,23$ g de media.

Los experimentos se llevan a cabo en 9 tanques circulares de 400 l con circulación abierta de agua de mar, estando regulado el caudal de manera que el oxígeno disuelto no descienda del 70% de saturación. El periodo experimental tiene una duración de 2 meses (agosto – septiembre) para los animales de menor tamaño y de 3 meses (julio – septiembre) para los de tamaño mayor. El fotoperiodo es natural y el rango de temperatura estuvo entre 29 y 21 °C con una temperatura media de 26,37 °C para los animales de menor tamaño y de 26,62°C para los de tamaño mayor. Se alimenta a los animales 3 veces al día a saciedad.

Se realizan controles de peso al inicio y al final del periodo experimental, así como en distintos periodos a lo largo de todo el experimento. Se controla la ingesta diaria de cada uno de los lotes experimentales y se obtiene una tasa de alimentación diaria (TAD). Se determinaron los siguientes índices:

- Incremento de peso.
- Tasa de crecimiento instantáneo en peso (TCI).
- Índice de conversión (IC).
- Valor productivo de la proteína (PPV).

De una muestra de 5 animales de cada lote, al inicio y al final del periodo experimental, además de su peso fresco y longitud total, se toma el peso del hígado, de la grasa mesentérica y el peso de las gónadas, calculándose los siguientes índices:

- Factor de condición.
- Índice hepatosomático.
- Índice digestosomático.
- Índice gonadosomático.
- Porcentaje de grasa mesentérica.

Se determina la composición corporal de 3 animales de cada uno de los lotes determinándose el contenido de proteína, grasa, humedad y minerales totales.

Resultados del estudio de la influencia de la dieta sobre el crecimiento y la utilización nutritiva de la misma por el sargo picudo:

El peso medio de los peces aumentó de forma continua durante toda la prueba, siendo mayor para el pienso B, seguido del C y por último el A.

El crecimiento fue superior con los piensos B y C, siendo esta diferencia estadísticamente significativa sólo en los animales de menor tamaño.

Con respecto a la ingesta, la tasa de alimentación diaria (TAD) fue superior para el pienso A, seguido de B y por último el C.

Crecimiento y utilización nutritiva de la dieta del sargo con 3 dietas diferentes						
	Pienso A		Pienso B		Pienso C	
Pienso	Sargo 47 g	Sargo 277 g	Sargo 47 g	Sargo 277 g	Sargo 47 g	Sargo 277 g
P_{inicial} (g)	49,27±2,68	280,62±0,95	47,73±0,71	275,52±0,83	45,94±1,47	276,57±3,47
P_{final} (g)	95,47±2,75 ^a	358,03±11,66	120,62±3,95 ^c	399,13±10,64	113,75±3,93 ^b	371,14±16,25
ΔP (g)	46,21±0,23 ^a	77,41±11,94	72,89±3,40 ^d	123,61±11,63	67,81±2,51 ^b	94,57±15,81
TCI	1,01±0,04 ^a	0,29±0,04	1,40±0,03 ^b	0,44±0,03	1,37±0,01 ^b	0,35±0,05
TAD	2,13±0,08 ^c	1,05±0,01 ^c	1,82±0,02 ^b	0,95±0,03 ^b	1,60±0,02 ^a	0,77±0,04 ^a
IC	2,20±0,01 ^c	3,84±0,63 ^c	1,39±0,03 ^b	2,20±0,12 ^a	1,24±0,01 ^a	2,29±0,18
PPV	32,02±1,82 ^a	15,26±0,95 ^a	44,30±1,53 ^b	23,72±2,07 ^b	48,06±2,14 ^b	22,52±1,79 ^b

Parámetros biométricos y somáticos del sargo picudo con las distintas dietas						
	Pienso A		Pienso B		Pienso C	
Pienso	Sargo 47 g	Sargo 277 g	Sargo 47 g	Sargo 277 g	Sargo 47 g	Sargo 277 g
Factor de condición	1,92±0,04 _a	2,03±0,07	2,09±0,03 _b	2,20±0,4 ₂	2,01±0,04 _{ab}	2,08±0,04
Índice gonadosomático	0,16±0,04 _a	0,42±0,09	0,53±0,14 _b	0,58±0,0 ₉	0,54±0,06 _b	0,61±0,15
Índice hepático	1,12±0,04 ^a	0,78±0,05	1,59±0,06 _b	0,85±0,0 ₄	1,66±0,09 _b	0,87±0,05
% grasa mesentérica	1,86±0,13	2,09±0,19	2,42±0,20	2,13±0,1 ₅	2,01±0,15	1,86±0,11

Composición corporal del sargo picudo con las distintas dietas						
Pienso	Pienso A		Pienso B		Pienso C	
	Sargo 47 g	Sargo 277 g	Sargo 47 g	Sargo 277 g	Sargo 47 g	Sargo 277 g
Proteína	18,13±0,15	18,98±0,19	17,92±0,09	19,28±0,28	17,89±0,22	18,66±0,22
Grasa	12,93±0,31 ^a	15,05±0,63	14,99±0,31 ^b	14,41±0,77	15,46±0,56 ^b	16,50±0,73
Humedad	65,20±0,23 ^b	63,29±0,36 ^b	63,52±0,45 ^a	62,63±0,62 ^{ab}	62,68±0,46 ^b	61,21±0,51 ^a
Minerales	4,22±0,10 ^b	3,84±0,20	3,66±0,12 ^a	3,72±0,11	4,11±0,12 ^b	4,09±0,07

Conclusiones del estudio de la influencia de la dieta sobre el crecimiento y la utilización nutritiva de la misma por el sargo picudo:

Se han obtenido buenos resultados de crecimiento. Los piensos B y C, con un mayor contenido energético, parecen ser más adecuados para el sargo picudo que el A.

La ingesta se encuentra en relación inversa al contenido energético del pienso consumido, esto es razonable ya que los peces comen para satisfacer sus necesidades energéticas.

El IC obtenido es satisfactorio, especialmente para los piensos B y C.

Comparando los piensos B y C, con el pienso C se obtuvieron crecimientos similares al pienso B, pero con una ingesta inferior (pienso C presenta una alta calidad de los ingredientes y su precio es mayor). El pienso más rentable es el B, especialmente para los animales de mayor tamaño.

El PPV es superior en los piensos B y C, teniendo mayor porcentaje de hidratos de carbono el B y mayor porcentaje de grasa el C.

Por el porcentaje de grasa corporal de los peces pequeños, que fue mayor para los piensos B y C, podemos pensar que se produce una acumulación de grasa debido a una mala utilización de la dieta.

Metodología del estudio del efecto de la tasa de alimentación y la realimentación tras un periodo de ayuno sobre el crecimiento en el sargo picudo:

Se utilizan sargos picudos procedentes del medio natural, estabulados desde el mes de abril en las instalaciones del Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar.

El experimento se repite para dos pesos distintos y diferente temperatura, suministrando el alimento de la siguiente forma: a saciedad, 2/3 de la saciedad, 1/3 de la saciedad y ayuno. Estas condiciones se mantienen durante 15 días y seguidamente se les somete durante un periodo de 18 días de duración a una realimentación a saciedad.

Experimento	Pesos iniciales	T mín-máx (°C)	T (°C) media del periodo	Nº inicial de individuos/tanque
A	36,03± 0,47	21-29	26,8	24
B	103,21±0,96	16-21	19,3	20

El experimento se lleva a cabo en 12 tanques circulares de 400 l con circulación abierta de agua de mar, regulando el oxígeno disuelto para que no descienda del 70% de saturación. Fotoperiodo y temperatura son naturales.

Se calculan los siguientes índices:

- Ingesta/pez.
- Tasa diaria de alimentación (f).
- Tasa de crecimiento diaria (g).
- Eficacia de engorde (Eg).
- Eficiencia neta (En).

Resultados del estudio del efecto de la tasa de alimentación y la realimentación tras un periodo de ayuno sobre el crecimiento en el sargo picudo:

Al final del primer periodo del primer experimento, en el que los animales se mantuvieron alimentados con diferentes tasas, las tasas de crecimiento instantáneo eran significativamente diferentes entre sí, de manera que la tasa de crecimiento instantáneo de los alimentados a saciedad fue mayor que la de los alimentados a dos tercios de la saciedad, y ésta mayor que la de los alimentados a un tercio de la saciedad. Los mantenidos en ayuno tuvieron una tasa de crecimiento instantáneo negativa. En cuanto al incremento de peso y al factor de condición al final de este periodo también fueron significativamente diferentes en orden decreciente de mayor a menor tasa de alimentación.

Para el índice de conversión, el valor más bajo fue para los que se alimentaron a dos tercios de la saciedad.

Al final del primer periodo del segundo experimento en el que los animales se mantienen alimentados con diferentes tasas, las tasas de crecimiento instantáneo son significativamente diferentes entre sí, de manera que la tasa de crecimiento instantáneo de los alimentados a saciedad es mayor que la de los alimentados a dos tercios de la saciedad, esta mayor que la de los alimentados a un tercio de la saciedad y los mantenidos en ayuno tiene una tasa de crecimiento instantáneo negativa. El incremento de peso a lo largo del periodo es significativamente mayor cuanto mayor fue la tasa de alimento dado, presentando un incremento negativo las que están en ayuno. En los I.C. no se aprecian diferencias significativas.

La cantidad de alimento que el animal necesita para mantener su peso es el 0,48% de su peso corporal en animales del experimento A y del 0,35% de su peso corporal en animales del experimento B.

En el caso de ayuno, se pierde diariamente un 0,49% del peso corporal en animales del experimento A y 0,32% del peso corporal en animales del experimento B.

La tasa diaria de alimentación y la eficiencia de engorde no aumentan proporcionalmente pero la eficiencia de engorde tiende a un punto máximo conforme aumenta la tasa de alimentación diaria.

A partir de los animales realimentados a saciedad durante un periodo de 18 días se llega a las siguientes conclusiones:

- 1- El peso final de los que fueron alimentados a saciedad desde el inicio es significativamente mayor que para el resto, sin embargo, se igualan los pesos finales de los que en el primer periodo fueron alimentados a dos tercios y un tercio de la saciedad, quedando por debajo de éstos los del ayuno.
- 2- Los IC del alimento se igualan para todos los lotes.
- 3- Las tasas de alimentación diaria y las de crecimiento instantáneo muestran un comportamiento similar siendo las más elevadas para los que habían estado en ayuno seguidas de las de los alimentados a un tercio y siendo menores e iguales entre sí las de los alimentados a saciedad y a dos tercios.
- 4- Al final del periodo de realimentación el I.C. se iguala para todos los lotes, al igual que el factor de condición

Conclusiones del estudio del efecto de la tasa de alimentación y la realimentación tras un periodo de ayuno sobre el crecimiento en el sargo picudo:

La curva de crecimiento muestra un aumento progresivo a partir de un punto negativo para una tasa de alimentación igual a 0 en cada uno de los experimentos.

La eficiencia de engorde es nula para una situación de ayuno y va aumentando conforme aumenta la ración, pero tiende a alcanzar una meseta de eficiencia máxima estimada de 0,87 y 0,91 para cada uno de los casos.

La ración de mantenimiento no produce crecimiento. El máximo crecimiento se obtiene con la tasa de alimentación de saciedad, sin embargo la eficiencia de engorde más ventajosa se consigue con una tasa de alimentación igual a 2/3 de la saciedad, por lo que la tasa óptima para esta especie se sitúa por debajo de la saciedad pero sin superar una disminución del 30%.

La eficiencia de engorde y la eficiencia neta se igualaron tras la realimentación en ambos pesos, aunque hay que tener en cuenta que por las diferencias nutritivas entre tratamientos, las ganancias de peso no son equiparables y que las ingestas globales han sido muy distintas.

Conforme aumenta la ingesta aumenta el crecimiento para los lotes con tallas pequeñas, sin embargo para tallas superiores, tasas un poco por debajo de la saciedad producen un crecimiento equiparable.

Para ambos lotes, las diferencias observadas en el factor de condición tras el periodo de restricción alimentaria son recuperadas tras la realimentación.

Metodología del estudio de la influencia del peso y la alimentación sobre el consumo de oxígeno en el sargo picudo en cultivo:

El consumo de oxígeno se calcula a partir de la diferencia de concentración de oxígeno disuelto del agua de entrada y salida del tanque de engorde. Los tanques son de tipo "raceway" de dimensiones 1x5,5x1 m, con un volumen útil de 3.500 a 4.000 litros.

Las medidas se hacen sobre 4 lotes experimentales de peso medio corporal 14, 18, 300 y 351 g. La temperatura del agua varía entre 21,9 y 22,9 °C con un valor medio de 22,31 °C; la concentración de oxígeno disuelto del agua de entrada oscila entre el 98 y el 109% de saturación y en el agua de salida entre el 76 y 97%. Las medidas que comienzan a las 8 horas, se realizan cada 30 minutos durante un periodo de 32 h. Los peces son alimentados a saciedad con un pienso comercial para dorada, distribuyendo el alimento en 5 tomas.

A partir de estas medidas se calculan varios niveles de CO así como ciertos parámetros de interés:

- CODIA
- COAM
- COAMAX
- CORMIN
- CORMAX
- DICOS
- TPCOA

Resultados del estudio de la influencia del peso y la alimentación sobre el consumo de oxígeno en el sargo picudo en cultivo:

El CO se incrementa tras la alimentación para alcanzar el valor máximo entre las 6 y las 8 horas desde que se suministró la primera toma de alimento (COAMAX), después comienza a descender para alcanzar los valores más bajos durante la noche, variando el DICOA entre 15 y 17 horas.

La relación entre el valor máximo alcanzado debido a la alimentación (COAMAX) y los valores más bajos registrados durante la noche (CORMIN) varía entre 2,03 y 2,38.

Los 5 niveles establecidos de CO se correlacionan significativamente con el peso y los datos se ajustan de forma adecuada mediante el análisis de regresión al modelo $CO = a * P^b$, no existiendo diferencias significativas entre exponentes de peso ($p < 0,001$). El CO diario con alimentación expresada en mgO_2/h tiene la expresión $CO = 0,379 * P^{0,701}$.

En la siguiente tabla se indica el caudal de agua (renovaciones/h) en función del peso y de la carga de cultivo, desde 1 a 15 Kg/m^3 , para un rango de pesos de 10 a 350 g y, suponiendo que el agua de entrada tiene un 100% de saturación de oxígeno disuelto y la de salida el 60%.

Peso (g)	COEDIA (mgO ₂ /Kg/h)	Carga de cultivo (Kg/m ³)			
		1	5	10	15
10	734,04	0,26	1,31	2,62	3,93
50	453,87	0,16	0,81	1,62	2,43
100	368,99	0,13	0,66	1,32	1,98
200	299,99	0,11	0,54	1,07	1,61
300	265,77	0,09	0,47	0,95	1,42
350	253,81	0,09	0,45	0,91	1,36

Conclusiones del estudio de la influencia del peso y la alimentación sobre el consumo de oxígeno en el sargo picudo en cultivo:

Cuando el alimento se suministra en varias tomas el valor máximo tiende a situarse en el centro de la curva que describe el CO frente al tiempo.

El gasto metabólico del sargo picudo es ligeramente superior al de la dorada, lo cual esta relacionado con un crecimiento también mayor.

Metodología del estudio de modelización del crecimiento y la tasa de alimentación en el sargo picudo:

El estudio se realiza ente mayo de 1997 y agosto de 1999. Se capturan en el Mar Menor 610 ejemplares de juveniles en 1997, 1291 en 1998 y 738 en 1999, con pesos que oscilaron entre 1 y 20 g.

Los juveniles se agrupan por pesos homogéneos y, transcurrido un tiempo, cuando se produce una dispersión importante del peso, los lotes son de nuevo clasificados de forma homogénea.

Se utilizan tanques de sección rectangular tipo "raceway" fabricados en poliéster y de dimensiones 1x5,5x1 m, manteniendo el volumen de agua entre 3.500 y 4.500 l. Con circulación de agua continua, fotoperiodo natural, salinidad constante en 37 g/l y con una temperatura del agua que varía entre 28 °C de media en agosto y 13 °C en febrero.

La dieta consiste en pienso seco granulado para dorada con una composición de 48% de proteínas, 12% de grasa, 17% de hidratos de carbono, 11% de cenizas, 2% de fibra y 10% de humedad. Los peces son alimentados a saciedad, suministrándose el alimento en 5 tomas.

Los lotes son muestreados periódicamente, entre 15 y 30 días, cuando la temperatura del agua es alta y se obtienen mayores tasas de crecimiento, y entre 30 y 60 días cuando la temperatura es baja y el crecimiento también.

Se calculan las siguientes tasas:

- Tasa de crecimiento absoluto o peso ganado diariamente (TCA).
- Tasa específica de crecimiento (TEC).
- Tasa de alimentación absoluta o alimento ingerido por individuo y día (TAA).
- Tasa de alimentación relativa. (TAR).

Para estudiar la influencia de las variables independientes sobre las dependientes se realiza el análisis de correlación parcial. Una vez analizado la influencia de las variables dependientes sobre las independientes se utilizan modelos lineales.

Resultados del estudio de modelización del crecimiento y la tasa de alimentación en el sargo picudo:

El número total de observaciones realizadas ha sido de 71.

La ingesta (TAR) no se correlaciona significativamente con el crecimiento en cuanto que no actuó como factor limitante, ya que los peces fueron alimentados a saciedad. La carga media que varió entre 0,74 y 26,02 Kg/m³ y el oxígeno disuelto que varió entre 65,13 y 97,80% de saturación, tampoco se correlacionan significativamente con TAC y TAA. Por el contrario Pm y T sí se correlacionan significativamente.

Los datos se han ajustado mediante el análisis de regresión al modelo $Y = a * X^b$. Con temperaturas inferiores a 16 °C el valor del coeficiente de peso (b) tiene valores que oscilan entre 0,311 y 0,463, no habiendo diferencias significativas entre ellos. Para temperaturas superiores a los 16 °C el coeficiente $b = 1,837$.

Conclusiones del estudio de modelización del crecimiento y la tasa de alimentación en el sargo picudo:

En condiciones experimentales las variaciones de las tasas de crecimiento y alimentación dependen fundamentalmente del peso del pez y de la temperatura del agua. Ni la carga de cultivo ni la concentración de oxígeno media en el agua del tanque influyen sobre las tasas.

Los sargos muestran un aumento de la tasa de crecimiento cuando se eleva la temperatura, alcanzando un pico en una temperatura óptima, seguidamente disminuye y, frecuentemente, cae bruscamente en torno a la temperatura letal.

En sargos picudos, la diferencia de crecimiento entre los alevines y juveniles y los adultos es muy acusada, siendo el crecimiento en estos últimos más bajos.

La temperatura óptima, en cuanto que se obtiene el máximo crecimiento con el índice de transformación del alimento más favorable, es de 27 °C. En conclusión, cuando el alimento no es un factor limitante, la eficacia alimentaria aumenta con la temperatura.

El peso tiene un efecto negativo sobre la eficacia de la alimentación; el índice de conversión aumenta según se incrementa el peso corporal.

La temperatura puede tener un efecto negativo sobre el crecimiento cuando el alimento se encuentra limitado. A bajos niveles de ración los incrementos de temperatura producen una disminución del crecimiento, pero cuando el alimento no es limitante la temperatura tiene un efecto positivo, como ha sido comentado con anterioridad. Por esto puede decirse que la temperatura impone dos efectos antagónicos sobre el crecimiento:

- a- Incrementos de temperatura incrementan el coste metabólico.
- b- Incrementos de temperatura aumentan la eficacia de transformación de la energía de alimentación, lo cual tiene un efecto positivo sobre el crecimiento.

Metodología del estudio de los resultados preliminares sobre la reproducción del sargo picudo en el litoral de la Región de Murcia:

Se toman muestras de sargo picudo en animales mantenidos en cautividad y procedentes de poblaciones naturales.

Los animales se estabulan en tanques "raceway" con una capacidad máxima de 5.500 l, con un fotoperiodo natural, una salinidad constante en 37 g/l y no descendiendo el oxígeno del 80% de saturación. Los peces son alimentados a saciedad con un pienso comercial para doradas.

Los muestreos de los individuos se realizan con una periodicidad de 30 (época de reproducción) a 60 días (época de descanso). Los 494 ejemplares son pesados y sexados macroscópicamente. Las gónadas son diseccionadas y pesadas, calculándose el índice gonadosomático.

Resultados del estudio de los resultados preliminares sobre la reproducción del sargo picudo en el litoral de la Región de Murcia:

Los muestreos se realizaron entre junio de 1997 y noviembre de 1999.

En los animales en cultivo se observa que el IGS aumenta a partir del mes de agosto con un máximo en el mes de octubre, siendo mayor este incremento en el segundo ciclo reproductor y mucho mayor en el tercero. Es por tanto, durante el periodo reproductor cuando se produce fundamentalmente el desarrollo gonadal. Después, IGS desciende para, entre noviembre y julio, alcanzar los valores mínimos, de tal manera que la gónada vuelva al estado de reposo.

La época de reproducción, tanto de los animales salvajes como los animales en cautividad, es la misma, si bien existe un incremento mayor del IGS en los animales salvajes.

En la primera época de reproducción, las gónadas son muy reducidas habiendo un porcentaje muy elevado que no ha comenzado a madurar. A partir del segundo ciclo reproductor, todos los ejemplares muestran sus gónadas bien diferenciadas, 43,1% machos y 56,9% hembras. En el tercer ciclo reproductor los porcentajes de sexos son similares, con un 42,4% de machos y un 57,% de hembras.

Conclusiones del estudio de los resultados preliminares sobre la reproducción del sargo picudo en el litoral de la Región de Murcia:

Tanto la maduración gonadal como la época reproductora comienza en agosto y se extiende hasta octubre, cuando se alcanzan los máximos incrementos gonadosomáticos.

El factor más importante que condiciona tanto la maduración como la puesta, es la temperatura. La puesta se produce de manera secuencial por las hembras mientras que la temperatura se mantenga en un estrecho rango que oscila en torno a los 20 °C.

La maduración sexual propiamente dicha se produce a los dos años de edad. El sargo picudo es una especie hermafrodita con gónadas bisexuales las cuales presentan una temprana diferenciación dando lugar a individuos predominantemente machos o predominantemente hembras, no cambiando ya de sexo.

OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

Comunidad Autónoma de Murcia:

- **1997:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Primer año.
- **1999:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Tercer año. (Continuación de años anteriores)

COMENTARIOS FINALES.

Existe una fuerte relación entre el peso corporal del sargo picudo y los contenidos en minerales y proteínas.

El contenido en grasa corporal del sargo picudo aumenta con la edad, aunque también se ve afectado con los distintos estados del ciclo de vida, y por la ingesta de alimento. El contenido en grasa y humedad se relacionan de forma inversa.

El factor de condición varía en función del peso corporal aumentando, en condiciones de cultivo, desde 1,7 para los juveniles hasta 2 para los de tamaño comercial.

Tanto el índice hepatosomático como el porcentaje de grasa mesentérica muestran una variación inversa a los periodos de crecimiento descritos.

El porcentaje comestible es del 50-60%, con un valor máximo cuando presenta el tamaño comercial, antes de que tenga lugar la maduración sexual.

La utilización por el sargo picudo de los piensos secos que actualmente están disponibles en el mercado para el engorde de dorada es aceptable, con tasas de crecimiento e índices de conversión satisfactorios.

La eficiencia de engorde parece tener un valor máximo para una tasa de alimentación determinada por encima de la cual tiende a disminuir conforme aumenta la ración.

La recuperación después de un periodo de ayuno o de restricción de la alimentación en peces no siempre es completa. Se han observado tanto fenómenos de hiperfagia como de crecimiento compensatorio en animales privados total o parcialmente de alimentación superiores a los observados en los animales no privados de alimentación.

Para individuos por encima de los 100 g de peso, la alternancia de periodos de alimentación a saciedad con periodos de reducción de la tasa de alimentación, brinda crecimientos adecuados, incluso mejorando los I.C. y eficiencias de engorde que se obtienen con una alimentación a saciedad.

Cargas de cultivo de 1 a 26 Kg/m³ y concentraciones medias de oxígeno del agua del tanque de 100 a 65% o, concentraciones del agua de salida del tanque de hasta el 45% de saturación, no afectan al crecimiento ni a la tasa de alimentación.

El crecimiento y la tasa de alimentación dependen fundamentalmente del peso corporal y de la temperatura.

La temperatura óptima de cultivo es 27 °C, en la que se alcanza el máximo crecimiento con la mayor eficacia de alimentación.

Cuando la tasa de alimentación es limitante la temperatura tiene un efecto negativo sobre el crecimiento.

El crecimiento y la tasa de alimentación en el sargo picudo es superior que el de la dorada hasta que se alcanzan los 100 g de peso, después el proceso se invierte y ambas alcanzan el peso de 400 g en un periodo de engorde similar, y con IC también similares.

El ciclo completo del sargo picudo desde 1 a 400 g, tiene una duración de 16 meses con un IC de 2. Y si la temperatura se mantiene constante en 23°C, la duración del ciclo es de 12 meses con un I.C. de 1,98.

El periodo reproductor del sargo picudo en la región de Murcia se encuentra entre agosto y octubre, teniendo lugar la reproducción alrededor del mes de octubre. La maduración gonadal tiene lugar a partir de los dos años de edad, con una proporción de sexos de aproximadamente el 50%.

DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

Comunicaciones presentadas en forma de póster al VII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Mayo de 1999 en Las Palmas de Gran Canaria:

“Crecimiento e índice de conversión del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en engorde intensivo en tanques”.

“Relaciones biométricas de utilidad en la clasificación por tamaños y en la valoración del estado nutritivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en condiciones de engorde intensivo”.

“Variaciones en la composición corporal del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en cultivo”.

“Influencia del peso y la alimentación sobre el consumo de oxígeno en el sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en cultivo”.

“Influencia de la composición de la dieta sobre el crecimiento y la utilización nutritiva de la misma por el sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*)”.

“Evolución de la composición porcentual en ácidos grasos del músculo blanco, hígado y grasa perivisceral del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en cultivo”.

“Utilidad práctica de la modelización del efecto del peso, la temperatura y el oxígeno disuelto en agua sobre parámetros hematológicos durante el cultivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*)”.

En el libro “Convergencia entre Investigación y Empresa: Un reto para el SXXI” de Fernández-Palacios, H. e Izquierdo, M. (Eds). Monografía del Instituto Canario de Ciencias Marinas Nº 4, se encuentran las siguientes publicaciones:

“Crecimiento e índice de conversión del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en engorde intensivo en tanques”

“Relaciones biométricas de utilidad en la clasificación por tamaños y en la valoración del estado nutritivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en condiciones de engorde intensivo”.

“Influencia del peso y la alimentación sobre el consumo de oxígeno en el sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en cultivo”.

4. PROYECTO: ESTUDIOS SOBRE EL CULTIVO INTEGRAL INTENSIVO DEL SARGO PICUDO (*Puntazzo puntazzo*) EN EL LITORAL DE LA REGIÓN DE MURCIA, DURANTE 1999. 3^{er} AÑO.

AÑO:

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 1999

OBJETIVOS:

Describir el comportamiento respiratorio del sargo picudo, haciendo especial hincapié en los parámetros de interés para su cultivo, como son el consumo de oxígeno, concentraciones crítica y letal, y frecuencia de ventilación, así como analizar la influencia del peso y la temperatura.

Determinar los factores que influyen en el consumo de oxígeno en el sargo picudo y la obtención de modelos matemáticos que permitan predecir el consumo de oxígeno según varíen dichos factores.

Profundizar en el conocimiento adquirido de la alimentación de esta especie, en poblaciones salvajes del Mar Menor.

Probar la idoneidad de una dieta con harina de soja (reemplazando a la harina de pescado en diferentes porcentajes de sustitución), sin ningún tratamiento tecnológico previo, para el engorde de sargo picudo en condiciones intensivas.

Estudiar el nivel óptimo de proteína y glúcidos en una dieta en la que, obteniéndose resultados satisfactorios en cuanto a crecimiento, eficiencia alimentaria, supervivencia de los individuos, se pudieran rentabilizar los gastos de producción, abaratando el precio de los piensos, sustituyendo parte del porcentaje proteico por carbohidratos de menor coste.

Conocer las variaciones que sufren en su ciclo anual diversos parámetros sanguíneos en el sargo picudo.

Determinar el rango "normal" de diversos parámetros fisiológicos del sargo picudo en situación de cultivo. Conocido este rango se podrá determinar cuándo nos encontramos ante una situación de normalidad y cuándo estamos ante un problema de producción.

Estudiar el efecto a nivel fisiológico que tiene una restricción de la tasa de alimentación en el sargo picudo, así como determinar si la temperatura a la que se realiza el experimento puede influenciar esta respuesta fisiológica.

Comparar la respuesta fisiológica del sargo picudo alimentado con dietas de diferente composición tanto a nivel del porcentaje de cada macronutriente como de su fuente de materia prima.

Estudiar la capacidad del sargo picudo para compensar los posibles efectos de una restricción de la tasa de alimentación.

Determinar la viabilidad de poder utilizar el plasma tras una primera descongelación y el efecto que puede ocasionar este hecho sobre los valores que se están determinando.

Establecer una pauta de muestreo adecuada para poder comparar los valores obtenidos en peces salvajes con los de cultivo.

Establecer el rango de actividad normal de estas enzimas a lo largo del cultivo del *Puntazzo puntazzo* así como determinar posibles modificaciones ocasionadas por las variaciones de su status nutricional y de la composición de la dieta.

Realizar un seguimiento de la calidad de la grasa del sargo picudo, ya que esta demostrado que la composición de los tejidos son un fiel reflejo de la composición del alimento.

Conocer la opinión del consumidor sobre el sargo picudo mediante pruebas sensoriales dirigidas a potenciales consumidores.

DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia.
Centro: Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario.
Departamento: Equipo de Acuicultura.

COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Benjamín.
Apellidos: García García.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El presente estudio se ha desarrollado en las instalaciones experimentales de acuicultura del Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua.

RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

Metodología del estudio del consumo de oxígeno, concentración crítica y letal y frecuencia de ventilación en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*): Efecto del peso y la temperatura:

Se utilizan juveniles (15-20 g) de sargo picudo capturados en el Mar Menor. Se estabulan en un tanque tipo raceway de 5.500 l de capacidad, de donde se extrajeron y trasladaron los ejemplares hasta acuarios, donde se llevarían a cabo los experimentos.

Temperatura, fotoperiodo y salinidad son naturales.

La concentración de oxígeno se mantiene por encima del 70% de saturación.

Los peces son alimentados todos los días manualmente a saciedad con pienso seco granulado para dorada.

Se realizan 8 experimentos con peces de distinto tamaño y a diferentes temperaturas. Los animales ayunan las 24 h previas al experimento.

Se obtienen medidas del descenso de la concentración de oxígeno en circuito cerrado de agua. Inicialmente se corta el suministro de agua a los acuarios y se cubre con una lámina plástica flotante para evitar el intercambio de oxígeno entre agua y aire. En el interior del acuario se introduce un sensor de oxígeno y temperatura que se encuentra conectado a un ordenador donde se registran los datos mediante un programa informático.

Se obtiene un modelo de CO de rutina en función del peso y de la temperatura, calculando el CO individual en intervalos de 30 minutos, por descenso de su concentración sin llegar al punto crítico.

La frecuencia ventilatoria (FV) se obtiene visualmente, contando el número de veces que abre y cierra los opérculos en un periodo de 15 segundos, en uno de los individuos del grupo elegido al azar.

Con los datos obtenidos se calculan los siguientes índices:

- **[O₂]_{crítica}**: Valor de concentración de oxígeno por debajo del cual se modifica su consumo.
- **[O₂]_{letal}**: Concentración de oxígeno en la que muere el primer individuo del grupo.
- **LC50**: Concentración de oxígeno en la que mueren el 50% de los individuos.
- **LC100**: Concentración de oxígeno en la que mueren el 100% de los individuos.
- **FV_{ini}**: Frecuencia ventilatoria inicial.
- **FV_{máx}**: Frecuencia ventilatoria máxima que alcanza el pez.
- **[O₂]_{MFV}**: Concentración de oxígeno en la cual se modifica la frecuencia ventilatoria.
- **[O₂]_{FVmáx}**: Concentración de oxígeno en la que se alcanza la FV máxima.

Resultados del estudio del consumo de oxígeno, concentración crítica y letal y frecuencia de ventilación en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*): Efecto del peso y la temperatura:

No existen diferencias significativas entre peso y temperatura media de los 3 grupos analizados en cada experimento, por lo que se consideran como réplicas.

Se selecciona el modelo de regresión $\text{Ln CO} = -3,264 + 0,847 \text{ Ln P} + 0,766 \text{ Ln T}$ debido a que peso y temperatura influyen en dicho modelo.

El consumo de oxígeno se mantiene constante en un amplio intervalo de concentración de oxígeno (31 y 47 % de saturación de oxígeno), hasta llegar a un **[O₂]_{crítica}** donde el consumo de oxígeno desciende significativamente. El consumo de oxígeno es independiente del peso de los animales y de la temperatura del agua.

El **[O₂]_{letal}** está comprendido entre un 8 y un 14% de saturación, siendo su valor medio de $11,21 \pm 2,07$, y se correlaciona positiva y significativamente con la temperatura, no viéndose afectado por el peso de los animales.

Los valores de la $FV_{inicial}$ oscilan entre 78 y 120 ventilaciones /minuto. La $FV_{máxima}$ oscila entre 127 y 259 ventilaciones / minuto. Tanto la $FV_{inicial}$ como la $FV_{máxima}$ muestran una correlación positiva y significativa con la temperatura del agua y, únicamente la $FV_{máxima}$ se ve afectada por el peso, mientras que la $FV_{inicial}$ no se ve afectada de forma determinante por la $[O_2]_{inicial}$.

Los valores de la concentración de oxígeno que modifican la frecuencia ventilatoria se encuentran relacionados con la temperatura del agua, pero no con el peso de los peces. Cuando la $[O_2]$ disminuye por debajo de la $[O_2]_{MFV}$, la FV aumenta y alcanza su máximo valor posteriormente a la $[O_2]_{crítica}$.

Al inicio del experimento, cuando la $[O_2]$ está en torno al 110% de saturación, la ventilación es casi imperceptible, con un ligero movimiento de los opérculos y sin participación aparente del movimiento de la boca. Presentan períodos de apnea esporádicos. La FV muestra valores muy bajos.

Cuando la $[O_2]$ es del 70-75% de saturación, la respiración se hace más aparente, con una participación clara del movimiento de la boca y de los opérculos, observándose un aumento progresivo de la frecuencia de ventilación conforme disminuye la concentración de oxígeno.

Al llegar al 25-30% de saturación, desaparecen los patrones de comportamiento y empiezan a nadar de un lado a otro del acuario.

Cuando la concentración de oxígeno desciende hasta el 15% de saturación, aparecen espasmos acompañados de pérdida de equilibrio. Si la concentración sigue disminuyendo se acuestan sobre el fondo disminuyendo ligeramente la FV, la cual se mantiene constante hasta la muerte del animal.

Conclusiones del estudio del consumo de oxígeno, concentración crítica y letal y frecuencia de ventilación en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*): Efecto del peso y la temperatura:

El modelo $\ln CO = -3,264 + 0,847 \ln P + 0,766 \ln T$ es el adecuado para expresar el consumo de oxígeno de rutina del sargo picudo en función del peso y de la temperatura, dentro del rango estudiado (15-300 g de peso y 15-30 °C de temperatura). El CO (consumo de oxígeno) de rutina equivale al gasto energético que realizan los animales cuando sus movimientos son aparentemente espontáneos.

El sargo picudo se comporta como un organismo regulador, manteniendo constante su CO (consumo de oxígeno) hasta un valor promedio del $38,50 \pm 5,40\%$ de saturación. Por debajo de este valor, el CO disminuye linealmente con la $[O_2]$.

La $[O_2]_{crítica}$ en el sargo picudo es independiente al efecto de la temperatura y al tamaño de los animales. El volumen de agua bombeado a través de las branquias en esta especie, no se encuentra limitado por el consumo de oxígeno. El aumento de las necesidades de oxígeno provocadas por la temperatura, se solventa mediante aumentos de la FV, siempre y cuando los niveles de oxígeno no desciendan del 38% de saturación. Los valores de la FV en reposo dependen de la temperatura y no del peso de los animales.

El estrés actúa suprimiendo el crecimiento de los peces, por medio de una elevada concentración plasmática de cortisol, supresión de esteroides anabolizantes y GH. La $[O_2]$ en la que se modifica la frecuencia de ventilación $\{[O_2]_{MFV}\}$ es de un 54% de promedio.

El aumento de la FV conlleva un gasto energético asociado. Dicho aporte de energía proviene de la disminución del metabolismo de otros tejidos a favor de un aumento de la FV. Otra fuente de aportación es el aumento del metabolismo anaerobio.

La $[O_2]_{\text{letal}}$ depende de la temperatura, debido a que ésta provoca un aumento de las reacciones químicas en general y, por tanto, del metabolismo. Por esta razón, a mayor temperatura, las necesidades de oxígeno aumentan y se hace más patente su falta.

La resistencia a la hipoxia es similar en los sargos de pequeño tamaño (15 g) y en los animales grandes (280 g).

Metodología del estudio de la modelización del consumo de oxígeno en función del peso y temperatura del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*).

Los animales, capturados en el medio natural a lo largo de tres años (mayo de 1997 – mayo de 1999), se estabulan en tanques rectangulares de 1 x 5,5 x 1 m y una capacidad máxima de 5.500 l con circulación continua de agua.

Fotoperiodo y temperatura son naturales, y la salinidad se mantiene en un valor constante de 37 g/l.

El nivel medio del oxígeno disuelto en los tanques no desciende del 80% de saturación.

La dieta consiste en un pienso seco granulado para dorada repartido a los animales a saciedad en 5 tomas diarias.

El rango de temperatura considerado para el estudio oscila entre 13,29 y 28,59°C.

El CO (consumo de oxígeno) se calcula a partir de la diferencia entre la concentración de oxígeno disuelto del agua de entrada y de salida de un tanque de cultivo de peces. Esta diferencia está relacionada con el caudal de agua y la biomasa total de peces en el estanque. Las medidas de CO se realizan durante 31 horas consecutivas, alimentando a los peces el primer día desde las 10:30 hasta las 16:30 h y manteniéndolos en ayunas el segundo.

Otros parámetros de interés que se calculan:

- CODIA: CO medio diario.
- COAM: CO con alimentación.
- COAMAX: Consumo de oxígeno máximo debido a la alimentación.
- CORNOCH: CO en rutina (reposo) mínimo.
- CORMAX: CO en rutina (reposo) máximo.
- DICOA: Duración del incremento de CO sobre el nivel de reposo debido a la alimentación.
- TPCOA: Tiempo que transcurre en producirse el pico de CO debido a la alimentación.

Para estudiar la influencia de las variables independientes (peso y temperatura) sobre las dependientes (consumo de oxígeno), se realizan análisis de correlación simple, parcial y múltiple lineal. Los datos se ajustan utilizando un análisis de regresión múltiple.

Resultados del estudio de la modelización del consumo de oxígeno en función del peso y temperatura del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*).

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para los diferentes índices de consumo de oxígeno, así como el oxígeno en tanto por ciento de saturación para cada uno de estos periodos de consumo.

Valores máximos, mínimos y medios de las variables consideradas para el análisis de correlación parcial			
	Medio	Mínimo	Máximo
Peso	295,41	6,29	798,62
Temperatura	22,06	13,29	28,59
Ingesta	1,26	0,10	4,19
Carga	11,90	0,67	27,03
CODIA (mgO₂/h)	65,38	5,28	190,85
O₂ (%)	84,52	68,87	94,85
CORMIN (mgO₂/h)	48,75	5,24	161,48
O₂ (%)	84,61	70,25	100,53
CORMAX (mgO₂/h)	62,63	5,88	199,54
O₂ (%)	85,11	68,07	99,15
COAMAX (mgO₂/h)	100,39	8,53	311,46
COAM (mgO₂/h)	76,16	5,90	235,93
O₂ (%)	85,47	70,27	98,41
DICOA (h)	13,75	10,50	17,00
TPCOA (h)	5,46	0,50	18,00

Los datos se ajustan mediante el análisis de regresión lineal al modelo $Y = a X^b$. A partir de las ecuaciones de regresión obtenidas, se calcula Q_{10} para los diferentes rangos de temperatura. $Q_{10} = (Y_2 - Y_1)^{(10/(T_2 - T_1))}$, donde Y_2 e Y_1 son los valores de CODIA para T_2 y T_1 .

VALORES DE Q_{10} CALCULADOS PARA DISTINTOS RANGOS DE TEMPERATURA

Rango de T(°C)	CODIA Q_{10}	Rango de T(°C)	CODIA Q_{10}
14,48-18,89	4,65	27,29-28,59	3,23
18,89-23,10	1,94	14,48-23,10	3,04
23,10-25,70	1,38	23,10-27,29	1,55
25,70-27,29	1,88	25,70-28,59	2,40

Para explicar las variaciones de CODIA en función de la temperatura y el peso, se recurre a modelos lineales que se pueden desarrollar empíricamente ajustando los datos mediante análisis de regresión múltiple en los que la relación entre CODIA y peso es exponencial y, el coeficiente de peso es independiente de la temperatura:

$$\text{Temperaturas} < 27^\circ\text{C} \quad \ln \text{CODIA} = -3,8980 + 0,6593 \ln P + 0,3412 T - 0,0064 T^2$$

$$\text{Temperaturas} > 27^\circ\text{C} \quad \ln \text{CODIA} = -7,7764 + 0,6595 \ln P + 2,5843 \ln T$$

$$\ln \text{CODIA} = -1,7674 + 0,6595 \ln P + 0,0929 T$$

Los datos que se obtienen en la época de reproducción se tratan por separado debido a que el comportamiento de los animales y sus respuestas fisiológicas varían en esta época del ciclo reproductivo.

Valores máximos, mínimos y medios de las variables consideradas para el análisis de correlación parcial en el periodo de reproducción			
	Medio	Mínimo	Máximo
Peso	556,82	435,86	798,62
Temperatura	25,28	19,87	27,66
Ingesta	0,64	0,18	0,86
Carga	16,27	11,25	19,37
CODIA (mgO₂/h)	122,22	40,69	190,85
O₂ (%)	77,38	68,87	86,19
CORMIN (mgO₂/h)	88,20	23,38	140,13
O₂ (%)	78,07	70,29	84,30
CORMAX (mgO₂/h)	115,56	45,65	190,41
O₂ (%)	75,94	68,07	84,82
COAMAX (mgO₂/h)	190,04	87,23	311,46
O₂ (%)	78,87	70,27	88,86
COAM (mgO₂/h)	147,02	53,42	235,93
O₂ (%)	78,87	70,27	88,86
DICOA (h)	13,00	11,50	14,50
TPCOA (h)	3,14	0,50	7,50

Los datos para el periodo de reproducción se ajustan a las siguientes ecuaciones:

$$\ln \text{CODIA} = -8,4639 + 0,6606 \ln P + 2,7948 \ln T$$

$$\ln \text{CODIA} = -2,4190 + 0,6508 \ln P + 0,1193 T$$

Conclusiones del estudio de la modelización del consumo de oxígeno en función del peso y temperatura del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*).

Mediante los análisis de correlación simple, parcial y múltiples se ha puesto de manifiesto que las variaciones en el consumo de oxígeno dependen fundamentalmente del peso de los animales y de la temperatura. La carga y la cantidad de oxígeno disuelto en el agua no influyen prácticamente sobre este consumo.

Cuando el alimento se suministra en varias tomas, el valor máximo se alcanza de una forma pausada y tiende a situarse en el centro de la curva que describe el consumo de oxígeno frente al tiempo: la duración media del incremento del CO sobre el nivel de reposo es de 13,75 h (DICOA) y el valor máximo se alcanza sobre las 5 h después de suministrar la primera toma (TPCOA).

Metodología del estudio de los contenidos estomacales en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) del Mar Menor:

Se recolectan ejemplares de sargo picudo, desde el mes de mayo a octubre de 1999, en capturas comerciales realizadas en el Mar Menor.

En el laboratorio se anota toda la biometría de los peces capturados. Las cavidades abdominales se abren mediante una incisión longitudinal en la zona medio ventral.

El procedimiento de extracción de los contenidos consiste en abrir el estómago mediante una incisión longitudinal con la ayuda de unas tijeras finas y depositar su contenido sobre una malla fina de 0,2 mm. Posteriormente se vierte el contenido en una placa Petri para su análisis.

El análisis de cada contenido digestivo se realiza a través de una lupa binocular, cada categoría alimenticia se identifica hasta el nivel taxonómico más bajo posible, con arreglo a lo que su estado de digestión permite.

Se calcula el peso húmedo de las categorías identificadas; la correlación entre masa húmeda y seca es elevada.

La tasa de Actividad Metabólica es medida por el índice de Actividad (AC), porcentaje de estómagos que contienen presas respecto al número total de estómagos examinados, el mínimo de éste índice sería 0, indicando ninguna actividad metabólica, y 100 correspondería al 100% de actividad.

Los índices calculados son los siguientes:

- Índice de Ocurrencia (F): Informa de los hábitos alimenticios de una población.
- Porcentaje en número de cada categoría de presa.
- Porcentaje en peso (%W): Informa del valor alimenticio de cada categoría de presa.

Resultados del estudio de los contenidos estomacales en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) del Mar Menor:

Se examinan 63 individuos de *Puntazzo puntazzo* de tallas comprendidas entre los 110 y los 357 mm (talla media de 224 mm).

El porcentaje de actividad metabólica es de 71,42%.

Un 28% de los estómagos se encuentran vacíos (18). Las algas son una de las presas preferentes, por lo que se puede catalogar a los sargos como una especie marcadamente omnívora.

Las presas examinadas se distribuyen en 17 categorías alimentarias.

El mayor I.R.I. (Índice de Importancia Relativa) lo han presentado las algas, incluidas dentro de las presas principales, tras el análisis de la proteína contenida en la materia vegetal, se determinó un 22,5% en peso seco.

En la siguiente tabla se muestra el conjunto de presas examinadas en los contenidos estomacales:

	N (% numérico)	W (% peso presas)	F (frec. Presas)	I.R.I.	Q (Coef. Alimen.)
Algae	15,91	13,08	46,67	1352,78	208,08
Ascidia	0,76	0,95	2,22	3,79	0,72
Bryozoo	1,52	17,05	4,44	82,52	25,84
Crustacea	12,12	0,02	6,67	80,97	0,29
Escamas de pez (sargo)	2,27	0,00	6,67	15,15	0,00
Fibras de <i>P. oceanica</i>	0,76	1,89	2,22	5,87	1,43
Gasterópodo	1,52	1,34	6,67	19,01	2,03
Mollusca	5,30	1,45	6,67	45,03	7,70
Polichaeta	34,09	0,00	15,56	530,34	0,09
Porifera	11,36	11,06	22,22	498,41	125,74
Restos indeterminados	14,39	53,16	42,22	2852,12	765,13

Conclusiones del estudio de los contenidos estomacales en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) del Mar Menor:

Los hábitos alimentarios observados en *Puntazzo puntazzo* han resultado ser omnívoros. El mayor índice de ocurrencia (F) corresponde al grupo de algas seguido del de las esponjas.

Se diferencian los individuos en función del arte de pesca con el que han sido capturados, pues hay artes en las que el ejemplar permanece más tiempo atrapado que con otros artes.

Esta especie captura sobre todo presas epibentónicas tanto de estructuras duras como de estructuras blandas y también actúa sobre la fauna asociada a las comunidades de algas del Mar Menor.

El *Puntazzo puntazzo* posee un intestino muy largo, lo que demuestra que esta adaptado a alimentarse de presas de baja digestibilidad como algas.

El porcentaje de proteína contenido en la materia vegetal no es un dato muy significativo debido a que no se pueden sacar conclusiones sobre sus efectos en el crecimiento de poblaciones naturales.

El hecho de que *Puntazzo puntazzo* deprede sobre esponjas es una estrategia para minimizar el nivel de competencia por el recurso trófico entre otras especies.

Metodología del estudio del efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de soja en la dieta para sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) sobre su crecimiento y composición corporal:

Se utilizan sargos picudos capturados en el Mar Menor en junio de 1999 y estabulados en las instalaciones del Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar. Para el estudio se selecciona una población de ejemplares de pesos homogéneos, 200 g. Son alimentados con cinco tipos de dietas diferentes, un tipo de dieta de una marca comercial, escogida como modelo de referencia y las cuatro restantes confeccionadas por el Departamento de Ciencia Animal de la UPV, con diferentes porcentajes de sustitución de harina de pescado por harina de soja (0%, 20%, 40% y 60%).

Se utilizan lotes de 15 animales de 200 g de peso medio (3 lotes por dieta). Los experimentos se llevan a cabo en 15 tanques circulares de 400 litros con circulación abierta de agua de mar, estando regulado el caudal de manera que el oxígeno disuelto no descienda del 70% de saturación. El experimento dura 3 meses (junio a septiembre). El fotoperiodo es natural y el rango de temperaturas se encuentra entre 25 y 28 °C. Los animales se alimentan *ad libitum* 3 veces al día.

Se controla el peso al inicio de la experiencia, durante la misma con una periodicidad de 30 días, y al final, a los 92 días del inicio.

Se calculan los siguientes índices de crecimiento y aprovechamiento de las dietas:

- TEC: Tasa Específica de Crecimiento.
- TAR: Tasa de Alimentación Relativa.
- IEA: Índice de Eficacia Alimentaria.
- PPV: Valor Productivo de la Proteína.
- FPV: Valor Productivo de la Grasa.

De una muestra de 6 animales iniciales y de 6 animales de cada tanque al final del periodo experimental, además de sus biometrías, se toma el peso del hígado, de la grasa mesentérica, del aparato digestivo y de las gónadas. Con estos datos se calculan los siguientes índices:

- K: Factor de Condición.
- IGS: Índice Gonadosomático.
- IHS: Índice Hepatosomático.
- PGM: Porcentaje de Grasa Mesentérica.

Se determina la composición corporal de tres animales de cada uno de los tanques.

También se realiza una prueba de palatabilidad con muestras de animales alimentados con los distintos tipos de dietas (dietas con 0%, 40% y 60% de harina de soja), con el objeto de comprobar si la sustitución de harina de pescado por harina de soja en la dieta del sargo modifica de alguna forma su perfil sensorial y, en este caso, si las diferencias detectadas en los caracteres organolépticos influyen en la aceptación del producto por parte del consumidor.

Resultados del estudio del efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de soja en la dieta para sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) sobre su crecimiento y composición corporal:

En los 92 días de experimentación los peces pasan de los 200 g iniciales al tamaño comercial de 350 g.

En el primer (junio – julio) y segundo (julio – agosto) periodo experimental no se producen diferencias significativas del peso medio de los distintos lotes y tampoco de TEC, TAR e IEA.

En el último periodo (agosto – septiembre) la dieta que contiene un 60% de harina de soja presenta el peso medio más bajo, siendo significativamente diferente de la dieta del 0% pero no de las otras dos. Sin embargo, no existen diferencias significativas entre los valores de TEC, TAR e IEA. Tampoco se correlacionan los índices y los distintos porcentajes de harina de soja de las distintas dietas experimentales.

Entre los índices biométricos no existen diferencias significativas, salvo en el caso del IHS. Los lotes alimentados con la dieta comercial tienen un IHS inferior a las dietas experimentales que contienen el 0 y el 20% de soja pero no existen diferencias significativas con las otras dos. No se correlacionan de forma significativa los índices biométricos y los distintos porcentajes de harina de soja de las distintas dietas experimentales.

No hay diferencias significativas ni en el contenido de proteína corporal, ni en la humedad. No habiendo una relación entre el contenido de proteína y humedad y los distintos porcentajes de harina de soja. El contenido de grasa corporal es inferior y diferente entre los animales alimentados con la dieta comercial y la dieta experimental que contiene el 0% de soja. Entre los ejemplares alimentados con las distintas dietas experimentales no existen diferencias significativas en el contenido de grasa corporal, aunque sí existe una tendencia a que ésta disminuya según aumenta el porcentaje de harina de soja en la dieta.

Los resultados de la prueba de palatabilidad muestran que no hay diferencias significativas entre las muestras de sargo alimentados con distintos porcentajes de harina de soja. La aceptación general por parte de los consumidores se califica como Aceptable – Bueno.

Conclusiones del estudio del efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de soja en la dieta para sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) sobre su crecimiento y composición corporal:

La evolución de los índices de crecimiento, biométricos y aprovechamiento de la dieta son los normales para esta especie en las condiciones de trabajo utilizadas en el presente estudio.

Los pesos medios alcanzados al final del experimento por los animales con la dieta del 60% de harina de soja son algo más bajos que los resultados obtenidos con las restantes dietas, pero se mantienen dentro del rango de pesos alcanzado por los animales con las dietas de soja restantes.

Tanto la proteína como la grasa son peor aprovechadas por los animales con dietas a base de harina de soja. En el caso de la grasa, el aprovechamiento va disminuyendo con tasas crecientes de incorporación de soja, debido a que la soja tiene sustancias antinutricionales y un alto porcentaje de fibra.

Hay una relación inversamente proporcional entre el contenido de grasa corporal y el porcentaje de harina de soja en la dieta, por lo que cuanto más aumenta el contenido de harina de soja, más disminuye el contenido de grasa corporal.

Desde el punto de vista del valor nutritivo, es deseable en el pescado una mayor riqueza en vitaminas y minerales y un menor contenido de grasa.

Desde el punto de vista del consumidor, sargos alimentados con harina de soja tienen igual aceptación que aquellos sargos alimentados con harina de pescado.

Metodología del estudio de la influencia del contenido en proteína en la dieta del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) sobre su crecimiento y aprovechamiento nutritivo:

Para un experimento de dos meses de duración (octubre – diciembre), en junio de 1999 se seleccionan 300 sargos de pesos y tallas homogéneas. Se introducen en 15 tanques circulares de 400 l de capacidad a razón de 20 sargos / tanque. El caudal se regula de tal manera que el oxígeno disuelto no descienda del 70% de saturación. El fotoperiodo es natural y la temperatura oscila entre 13 y 21 °C.

Estos sargos son alimentados a saciedad tres veces al día, con cinco diferentes tipos de dietas. Una dieta es a base de un pienso de una marca comercial, es escogido como modelo de referencia y las cuatro restantes han sido confeccionadas por el Departamento de Ciencia Animal de la UPV con diferentes porcentajes de proteínas (20%, 30%, 40% y 50%) y glúcidos, manteniendo prácticamente constante el porcentaje de grasa.

Se realizan controles de peso al inicio, a la mitad y al final del periodo experimental. Se calculan las siguientes tasas e índices:

- Tasa de alimentación diaria (TAD).
- Incremento de peso.
- Tasa absoluta de crecimiento (TAC).
- Tasa específica de crecimiento (TEC).
- Índice de Conversión (I.C.).
- Índice de eficacia alimentaria (IEA).

De una muestra de cinco animales de la población inicial y 5 de cada tanque de la población final, además de su peso fresco y longitud total, se toma el peso del hígado, de la grasa mesentérica y de las gónadas, con el fin de determinar:

- Factor de condición (K).
- Índice hepatosomático (IH).
- Índice gonadosomático (IG).
- Porcentaje de grasa mesentérica (PGM).

Resultados del estudio de la influencia del contenido en proteína en la dieta del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) sobre su crecimiento y aprovechamiento nutritivo:

En la siguiente tabla se muestran los valores de crecimiento y utilización nutritiva de la dieta del sargo picudo con cinco dietas diferentes.

	Pienso comercial	20% proteína	30% proteína	40% proteína	50% proteína
P_{inicial}	127,00+4,34	126,26+5,96	127,34+2,06	125,21+5,10	124,72+2,30
P_{final}	156,17+8,85	134,26+6,37	144,42+3,73	149,78+6,96	148,50+1,71
TEC	0,3817+0,04	0,1137+0,02	0,2271+0,03	0,3315+0,02	0,3233+0,02
TAR	0,9148+0,02	0,9397+0,04	0,9283+0,01	0,9394+0,03	0,9078+0,04
IEA	0,4165+0,05	0,1214+0,02	0,2441+0,03	0,3521+0,03	0,3551+0,01

El peso medio de los peces no aumenta de forma notable durante el periodo de la prueba, no detectándose diferencias significativas del peso medio de los distintos lotes.

Entre los lotes alimentados con pienso que contienen un 40 y un 50% de proteína, no se encuentran diferencias apreciables en cuanto a la tasa de crecimiento. Sin embargo, sí hay diferencias significativas en el crecimiento de los grupos alimentados con los piensos de 20, 30 y 40% de proteína.

El análisis de la ingesta (TAR) no demuestra diferencias significativas. La razón de que los índices de ingesta hayan sido bajos son las bajas temperaturas en las que se encontraban los peces.

Comparando los diferentes índices biométricos, no se han detectado diferencias significativas.

Se relacionan los índices de crecimiento con los diferentes porcentajes de proteína de las dietas experimentales, resultando una correlación no significativa. Por otro lado, se ha visto que existe una correlación positiva entre la tasa específica de crecimiento y las dietas correspondientes a los niveles de proteína de 20, 30 y 40%.

Conclusiones del estudio de la influencia del contenido en proteína en la dieta del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) sobre su crecimiento y aprovechamiento nutritivo:

Los resultados obtenidos en los casos más favorables, dietas TROUW, 40% y 50% de proteína, se encuentran dentro de un rango aceptable.

El I.C. obtenido con la dieta de un 40% de proteína es elevado, pero teniendo en cuenta el rango de temperaturas en el que nos encontramos, es satisfactorio ya que el rango óptimo de temperaturas para los sargos está en torno a los 27°C.

La tasa específica de crecimiento viene determinada por la porción de proteína, hasta unos niveles determinados de proteína (del 40%). A partir de este porcentaje, el crecimiento se estabiliza.

Los individuos de sargo picudo de media 126,18±1,11 g de peso, son capaces de utilizar una dieta compuesta por 40% de proteína, 10% de grasas, 7% de humedad, 6,27 de minerales, 1,41% de fibra y 35,59% de carbohidratos, sin que afecte al crecimiento y a la calidad del pescado.

Metodología del estudio de los cambios en diversos parámetros hematológicos, metabólicos plasmáticos y actividades enzimáticas del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) en distintas condiciones de cultivo:

1. Seguimiento de los valores de diversos parámetros hematológicos, metabolitos plasmáticos y actividad enzimática del sargo picudo, *Puntazzo puntazzo*, en cultivo.

Durante la primavera de 1997 y la de 1998 se capturaron sargos picudos procedentes del Mar Menor. Estos sargos, son distribuidos en lotes de pesos homogéneos en varios "raceways". El fotoperiodo y la temperatura utilizados son los propios de la zona. Los animales son alimentados *ad libitum* con una dieta comercial. Cada 15 ó 30 días los animales son pesados y cada 1 ó 2 son muestreados 6 animales de cada "raceways".

Los muestreos abarcaron un total de 14 meses y en dichos meses, la temperatura del agua oscila entre los 13 y los 28 °C.

Los animales son anestesiados para extraerles la sangre. Con el primer mililitro de sangre extraída se determinan diversos parámetros hematológicos (hematocrito, concentración de hemoglobina y recuento de glóbulos rojos) con los que se calcula:

- Volumen Corpuscular Medio (V.C.M.).
- Hemoglobina Media Corpuscular (H.M.C.).
- Concentración Corpuscular Media de Hemoglobina (C.C.M.H.).

Con el resto de la sangre se determina la concentración de diversos metabolitos plasmáticos (proteínas totales, lípidos totales y glucosa).

2. Establecimiento de rangos de "normalidad" de diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos del sargo picudo, *Puntazzo puntazzo*, en cultivo.

Tanto los procesos de muestreo, como las condiciones de cultivo y los métodos de determinación de los diferentes parámetros medidos, se realizan siguiendo los protocolos descritos en el punto 1.

3. Efecto de la tasa de alimentación sobre diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos.

Se distribuyen sargos en 12 tanques circulares (23 sargos/tanque en agosto y 20 sargos/tanque en octubre). Se alimentan *ad libitum* 3 veces al día durante una semana para la aclimatación a las instalaciones.

El experimento dura 15 días. Al inicio del experimento, 3 tanques son alimentados *ad libitum*, otros 3 son alimentados a 2/3 de la ración anterior, 3 más sólo comieron 1/3 de la ración y finalmente, los 3 restantes se mantienen en ayunas. Fotoperiodo y temperatura son los propios de la zona. Al finalizar el experimento, se toman muestras de sangre a 3 peces de cada lote.

4. Efecto de la composición de la dieta sobre diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos.

En el mes de junio y durante 3 meses que dura la experiencia, se distribuyen sargos picudos de 300 g de peso en tanques circulares de fibra de vidrio con fotoperiodo y temperatura naturales. Durante el periodo experimental fueron alimentados 3 veces al día *ad libitum*. Durante el periodo de adaptación, todos los lotes son alimentados con un pienso comercial de la casa Trouw España (46% proteínas, 12% grasa, 11% minerales, 2% celulosa). Dicho pienso continúa suministrándose a los 3 lotes que servían de control. Otros 3 lotes son alimentados con un pienso de carpa de la firma Dibaq-Protex (45% proteínas, 11% grasa, 16% minerales, 2% celulosa) mientras que los 3 restantes lo son con pienso de dorada de la firma Proaqua (47% proteínas, 21% grasa, 11% minerales, 2% celulosa). Al finalizar el experimento, se toman muestras de sangre a cinco peces de cada tanque.

5. Efecto del estado nutritivo previo sobre diversos parámetros hematológicos, metabolitos y enzimas plasmáticas en la realimentación.

Se distribuyen 23 sargos/tanque en 12 tanques circulares de fibra de vidrio donde son alimentados *ad libitum* con un pienso comercial de dorada 3 veces al día durante el periodo de aclimatación. Posteriormente 3 lotes son alimentados a saciedad 3 veces al día, otros 3 son alimentados a 2/3 de la ración anterior, 3 más comieron sólo 1/3 de la ración y por último, los 3 restantes se mantienen en ayunas. Fotoperiodo y temperatura del agua son naturales.

El experimento tiene una duración de 15 días. Al finalizar se toman muestras de sangre de 3 peces de cada lote pasando a ser alimentados *ad libitum*. Tras 18 días de realimentación se toman muestras de sangre a otros 3 peces de cada lote.

6. Efecto de una descongelación / congelación de las muestras de plasma sobre los parámetros medidos.

Se extraen muestras de sangre a 18 sargos. Esta sangre es centrifugada a 3000 rpm durante 25 minutos para obtener el plasma. El plasma es recogido con pipeta y guardado en un tubo Eppendorf para ser inmediatamente almacenado a -20°C hasta su posterior análisis.

Al cabo de una semana, se realiza la primera medida de varios metabolitos (proteínas, glucosa y lípidos) y enzimas plasmáticas (aspartato aminotransferasa y alanina aminotransferasa). El plasma se mantiene en todo momento en un medio refrigerado para tras 8 horas volver a ser congelado. Tras 6 meses, se procede a volver a descongelar las muestras y repetir los análisis siguiendo el mismo protocolo.

7. Efecto a corto plazo de la captura y estabulación de sargos salvajes.

Se capturan sargos mediante un arte de pesca denominado "moruna" que permite obtener los animales vivos.

Se extrae sangre a 12 peces en un intervalo de tiempo no superior a la media hora desde su extracción de la red.

En las instalaciones, los peces son transferidos a un tanque de 1000 litros en circuito abierto. Dos horas después de su captura y tras permanecer un mínimo de 1 hora en las instalaciones, se extrae una muestra de sangre a otros 6 peces. El resto de animales permanecen en el tanque en ayunas. A las 24 y 48 horas, se vuelve a proceder a la extracción de sangre a otros 6 peces.

Se determinan los parámetros hematológicos, metabolitos y actividades enzimáticas.

8. Variación de la actividad de las enzimas GOT y GPT en el plasma de *Puntazzo puntazzo* en cultivo sin restricción en la alimentación. Efecto de las restricciones alimentarias y de la composición de la dieta.

A los sargos capturados en la primavera de 1997 y de 1998, y tras los siete primeros experimentos, se les toma una muestra de sangre que es almacenada en hielo entre 0,5 y 1 h antes de ser centrifugada a 3000 rpm durante 25 minutos. Se determina la actividad de la aspartato aminotransferasa (GOT) y la alanina aminotransferasa (GPT).

9. Variación de la composición porcentual en ácidos grasos del músculo blando de sargos de cultivo.

La extracción de la grasa se realiza mediante la técnica de Folch con una mezcla de cloroformo – metanol. La posterior metilación de los ácidos grasos se realiza siguiendo el método de Stoffel.

Resultados del estudio de los cambios en diversos parámetros hematológicos, metabólicos plasmáticos y actividades enzimáticas del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) en distintas condiciones de cultivo:

1. Seguimiento de los valores de diversos parámetros hematológicos, metabolitos plasmáticos y actividad enzimática del sargo picudo, *Puntazzo puntazzo*, en cultivo.

El peso medio existente para los ejemplares a estudio varía desde ejemplares con peso inferior a los 20 g y los ejemplares con un peso superior a los 500 g.

El IGS en ambos lotes, 1997 y 1998, alcanza el máximo en el mes de octubre, coincidiendo con la época de reproducción del sargo. Si bien, para los sargos procedentes del lote de 1997 el IGS alcanza un valor aproximado de 1,4 y para los sargos procedentes del lote de 1998 apenas alcanzan el valor de 1,5.

Tanto los valores de hematocrito, como los valores de hemoglobina y número de glóbulos rojos, alcanzan su valor máximo en el mes de octubre y el mínimo entre los meses de diciembre y enero.

Los valores de V.C.M., H.M.C. y C.C.M.H. alcanzan sus máximos valores en el mes de octubre, mientras que los valores mínimos son alcanzados en los meses de invierno (diciembre – enero).

Las proteínas plasmáticas no sufren variaciones importantes a lo largo del ciclo de cultivo, mientras que, tanto la glucosa como los lípidos muestran un incremento importante en los meses de septiembre y octubre coincidiendo con el aumento del índice gonadosomático.

2. Establecimiento de rangos de “normalidad” de diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos del sargo picudo, *Puntazzo puntazzo*, en cultivo.

Se constata el inicio de una diferenciación sexual en torno al mes de agosto y septiembre, cuando los sargos tienen una edad de aproximadamente un año (Sargo 98). Esta diferenciación se mantiene en torno al 50% hasta agosto del siguiente año en el que ya tienen 2 años de edad (Sargo 97).

Las variaciones, tanto de los valores de hematocrito como del número de glóbulos rojos, se ven afectadas por el peso del animal.

El hematocrito está correlacionado positivamente con el recuento de glóbulos rojos (R.G.R). El R.G.R. se correlaciona negativamente con el volumen corpuscular medio y la hemoglobina media corpuscular, con lo que aumenta el número de eritrocitos que suelen ser más pequeños y poseen menos hemoglobina.

Se observa una correlación entre el peso y el sexo del animal, lo que implica que los animales indeterminados son los más pequeños y las hembras los más grandes, evidenciando un crecimiento diferencial entre sexos. La correlación negativa entre la temperatura y el peso es seguramente producida artificialmente por el hecho de disponer sólo de lotes de animales nacidos en la misma época del año.

Existe una correlación negativa entre la actividad de la GOT y la concentración de glucosa circulante, y una correlación positiva entre la GPT y la concentración de proteínas plasmáticas. Los lípidos, sin embargo, no presentan correlación ni con la GOT ni con la GPT.

3. Efecto de la tasa de alimentación sobre diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos.

En lo que respecta a los parámetros hematológicos, se observa una clara diferencia, diferencia que se ve amortiguada si el experimento se realiza a 20 °C, entre aquellos animales alimentados *ad libitum* o con 2/3 de la ración, con respecto a aquellos que no han tenido acceso al alimento o a sólo 1/3 de la ración.

No se observa variación alguna de la concentración de hemoglobina ni del recuento de glóbulos rojos a 26 °C, sin embargo, al disminuir la temperatura se observa un claro efecto de la restricción alimentaria que parece verse compensado en aquellos animales sometidos a ayuno total, con un aumento del número de glóbulos rojos tal vez incorporados desde órganos de reserva tales como el bazo.

La restricción alimentaria ocasiona un descenso de la concentración de proteína ya sólo con la reducción a 2/3 de la ración tanto a 26 como a 20 °C. La concentración de glucosa sólo disminuye cuando la ración disminuye a 1/3, cuando el agua está a 26°C, mientras que a 20°C ya se produce con 2/3 de la ración. Sin embargo, cuando la restricción es muy acusada, la concentración de glucosa aumenta, probablemente debido a la movilización de las reservas de glucógeno con el fin de soportar las necesidades energéticas del animal.

Los lípidos circulantes disminuyen, proporcionalmente al descenso de la ingesta, tanto a 26 como a 20°C, indicando que la mayor parte de éstos proceden de la dieta.

4. Efecto de la composición de la dieta sobre diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos.

Los parámetros hematológicos no presentan diferencias causadas por la composición de la dieta, a excepción de lo que ocurre con la hemoglobina, donde se encuentran valores superiores estadísticamente significativos en aquellos animales alimentados con el pienso de la firma Proaqua. Este hecho es causado por el alto porcentaje de grasa presente en el pienso y la mayor necesidad de oxígeno que tendrá el pez para metabolizarlo.

En lo que respecta a los metabolitos plasmáticos medidos, aparecen diferencias significativas entre los valores de glucosa y lípidos de aquellos peces alimentados con el pienso Dibaq-Protec o con el Proaqua (alta concentración de glucosa y lípidos debido al alto porcentaje de grasa que tiene el pienso y a que parte de esta grasa se utiliza con fines energéticos y/o a que se esté formando glucógeno a partir del glicerol de los triglicéridos). Los peces alimentados con el pienso de la casa Trouw España presentan valores intermedios al de los otros dos piensos tanto de proteínas, como de glucosa y lípidos.

5. Efecto del estado nutritivo previo sobre diversos parámetros hematológicos, metabolitos y enzimas plasmáticas en la realimentación.

Al finalizar el periodo de realimentación, tanto el hematocrito como el recuento de glóbulos rojos no presentan diferencias significativas aún después de que aparecieran tras el periodo de restricción alimentaria.

Los índices V.C.M. y H.M.C. muestran una clara compensación de las diferencias ocasionadas por el periodo de restricción alimentaria.

La concentración de metabolitos plasmáticos medidos muestra una clara tendencia a igualarse en cuanto los diferentes lotes de peces se alimentan *ad libitum*.

La restricción alimentaria ocasiona una menor actividad en los enzimas GOT y GTP. Posteriormente, todos los lotes a excepción del alimentado con 2/3 de la ración, tienden a presentar una actividad similar.

6. Efecto de una descongelación / congelación de las muestras de plasma sobre los parámetros medidos.

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos en la 1ª y 2ª medida, así como el coeficiente de variación de los resultados existentes en cada una de ellas.

	Proteínas	Glucosa	Lípidos	GOT	GPT
1ª medida	42,20+2,00	95,45+8,63	15,37+1,82	281,34+36,82	11,17+3,50
2ª medida	47,13+3,58	95,84+10,00	16,67+2,11	249,33+33,75	10,67+3,74
Coef. variación 1ª	0,20	0,38	0,50	0,54	1,29
Coef. variación 2ª	0,29	0,44	0,54	0,52	1,31
Nivel significación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

N.S. indica la inexistencia de diferencias significativas entre los valores obtenidos en cada una de las medidas (n=18).

7. Efecto a corto plazo de la captura y estabulación de sargos salvajes.

Respecto a los parámetros hematológicos, se detectan valores muy superiores al de los animales en cultivo, causados posiblemente por el estrés de la captura y el traslado a las instalaciones. Tras 24 ó 48 horas en las instalaciones, los valores tienden a igualarse al de los peces en cultivo.

Los metabolitos plasmáticos presentan valores muy cercanos e incluso similares al de los peces en cultivo, para posteriormente disminuir debido al hecho de que se encuentran en ayunas.

Las enzimas plasmáticas, GOT y GPT, presentan un comportamiento atípico tras la captura, indicando una posible inhibición de las rutas metabólicas en que intervienen con el fin de dar preferencias a aquellas que proporcionan energía a más corto plazo. Tras 24 horas en estabulación, se produce una inversión de la tendencia causada o por el ayuno o por la enfermedad que parece estar iniciándose.

8. Variación de la actividad de las enzimas GOT y GPT en el plasma de *Puntazzo puntazzo* en cultivo sin restricción en la alimentación. Efecto de las restricciones alimentarias y de la composición de la dieta.

Los datos obtenidos en el seguimiento muestran una disminución progresiva de la actividad de la GOT en plasma a medida que aumenta el tamaño de los sargos. Esto podría relacionarse con unos requerimientos en la calidad de la proteína cada vez menos estrictos, al producirse una disminución de la velocidad de crecimiento en los animales más grandes.

La actividad de la GPT presenta un patrón muy diferente, al estar relacionado con la época de reproducción en que presenta un máximo tanto en animales de 1 año (150 gramos) como de 2 años (450 gramos).

Todo lo dicho coincide con una disminución muy importante de las reservas de las grasas mesentéricas, que puede implicar la necesidad de utilizar ciertas proteínas con fines energéticos o estructurales para formar una gónada.

Las enzimas GOT y GTP no parecen verse afectadas por las restricciones alimentarias. A 26°C se observa una pequeña disminución de la actividad GOT y GPT que no llega a ser estadísticamente significativa. Sin embargo, cuando la restricción se realiza a 20°C, esta tendencia a disminuir se diluye por la disminución global de la actividad.

9. Variación de la composición porcentual en ácidos grasos del músculo blando de sargos de cultivo.

Existe una disminución de la grasa mesentérica entre los meses de septiembre y octubre, coincidiendo con los meses en los que el índice gonadosomático se encuentra con los valores más altos.

A pesar de que el índice grasosomático se mantiene estable la mayor parte del año, sufre una drástica reducción en septiembre y octubre, coincidiendo con la época de reproducción, y una posterior recuperación a partir de noviembre. En este periodo de recuperación se produce un aumento del porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados, procedentes de la dieta, en el músculo blanco, que provoca un descenso del porcentaje de ácidos grasos saturados y poliinsaturados.

Conclusiones del estudio de los cambios en diversos parámetros hematológicos, metabólicos plasmáticos y actividades enzimáticas del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) en distintas condiciones de cultivo:

1. Seguimiento de los valores de diversos parámetros hematológicos, metabolitos plasmáticos y actividad enzimática del sargo picudo, *Puntazzo puntazzo*, en cultivo.

Los valores de los diferentes parámetros medidos varían a lo largo de la vida del animal. Esta variación, parece verse influenciada por la temperatura del agua y por el tamaño del pez.

El aumento del valor de los parámetros hematológicos en ambos lotes en los meses de septiembre y octubre, coincide con la época de reproducción de esta especie. Sin embargo, todos los índices relacionados con la hemoglobina presentan una disminución en ese mismo periodo, a pesar de encontrarse en la época de temperatura máxima en la que la dilución del oxígeno en el agua es menor.

2. Establecimiento de rangos de “normalidad” de diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos del sargo picudo, *Puntazzo puntazzo*, en cultivo.

El sargo utiliza dos estrategias diferentes para tener una cantidad adecuada de hemoglobina, por un lado, poseer pocos eritrocitos de gran tamaño con mucha hemoglobina (estrategia utilizada cuando los sargos son pequeños), o tener más eritrocitos pequeños con menos hemoglobina (estrategia utilizada cuando los sargos son grandes).

Un descenso de la concentración de glucosa favorece la actividad de la GOT para desaminar aminoácidos gluconeogénicos mientras que, un incremento de la concentración de proteínas plasmáticas incentiva la actividad de la GPT para utilizar estos aminoácidos en producir energía o formar grasa.

3. Efecto de la tasa de alimentación sobre diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos.

La disminución del hematocrito por efecto de la restricción alimentaria indica la aparición de una posible anemia, tanto en aquellos animales ayunados como en aquellos peces alimentados a 1/3 de la ración máxima. Esta disminución se hace menor cuando también lo hace la temperatura.

La respuesta del pez a la restricción de alimento cuando se encuentra a 26°C parece centrarse en una disminución del volumen del eritrocito, mientras que a 20°C se produce una disminución global del número de eritrocitos posiblemente porque el oxígeno disuelto en el agua ya no es limitante.

4. Efecto de la composición de la dieta sobre diversos parámetros hematológicos y metabolitos plasmáticos.

Siempre y cuando las dietas estén bien equilibradas, no se observan cambios significativos en los diferentes parámetros e índices hematológicos.

No se observa alteración de la concentración de proteínas totales circulantes por efecto de la composición de la dieta.

5. Efecto del estado nutritivo previo sobre diversos parámetros hematológicos, metabolitos y enzimas plasmáticas en la realimentación.

Las restricciones alimentarias producen efectos temporales y reversibles sobre los parámetros hematológicos, pudiéndose recuperar con rapidez sus valores en cuanto cesa la restricción.

Son de gran influencia factores externos como la temperatura cuando el animal no presenta restricciones alimentarias.

En animales alimentados con 1/3 de la ración, la glucosa actúa como la mayor fuente de energía mientras dura la restricción.

6. Efecto de una descongelación / congelación de las muestras de plasma sobre los parámetros medidos.

La inexistencia de diferencias significativas entre ambas medidas hace factible la descongelación / congelación de las muestras de plasma para los valores medidos.

Sin embargo, es preferible evitar este sistema siempre que se pueda puesto que produce un ligero aumento de la variabilidad de los datos dificultando el posterior análisis estadístico.

7. Efecto a corto plazo de la captura y estabulación de sargos salvajes.

Se han observado claros síntomas de enfermedad causados por las altas temperaturas que tiene el mar en el mes de julio.

Los resultados obtenidos indican la conveniencia de esperar al menos 24 horas tras la captura y estabulación para la extracción de sangre y la determinación de los parámetros hematológicos.

Es conveniente someter a los animales a un tratamiento preventivo con antibióticos para evitar enfermedades y aportarles alimento para eliminar el efecto del ayuno sobre los metabolitos plasmáticos.

8. Variación de la actividad de las enzimas GOT y GPT en el plasma de *Puntazzo puntazzo* en cultivo sin restricción en la alimentación. Efecto de las restricciones alimentarias y de la composición de la dieta.

Las enzimas GOT y GTP parecen verse afectadas sólo por el peso del animal, con el que mantienen una relación muy significativa.

La composición de la dieta tampoco afecta significativamente la actividad de estas enzimas, a pesar de que la calidad de la proteína parece en principio diferente.

9. Variación de la composición porcentual en ácidos grasos del músculo blando de sargos de cultivo.

Destaca la importante disminución de los ácidos grasos de cadena larga (HUFA) de la familia n3, y más concretamente C22:5n3, que es considerado esencial en la alimentación de los peces marinos.

Metodología del estudio de la evaluación del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) mediante análisis sensorial:

Como el sargo picudo es una especie poco conocida entre los consumidores, en las pruebas se han incluido como referencia doradas de cultivo, cuya aceptación es sobradamente conocida.

Los sargos picudos utilizados son los que se capturaron en marzo de 1999 y que se mantuvieron en las instalaciones del Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar, estabulados en tanques “raceway” de 5500 l con circulación abierta de agua de mar, fotoperiodo y temperatura naturales y salinidad constante con un valor de 37 g/l. Los sargos son alimentados a saciedad con un pienso comercial para dorada.

Las doradas utilizadas en las pruebas son adquiridas en un mercado local, procediendo de piscifactorías de la región.

Los ejemplares de sargo picudo son mantenidos en ayunas 24 horas antes de su sacrificio, realizándose las pruebas sensoriales al día siguiente de su sacrificio, asegurando de este modo que ambas especies se encontraban en condiciones similares de degustación.

Todos los peces son descamados, eviscerados y fileteados. Los filetes se envolvieron en papel de aluminio y se cocinaron al vapor durante 20 minutos.

Un total de 107 personas, 56 mujeres y 51 hombres, no entrenadas, realizan las pruebas sensoriales, entregándoles un cuestionario diseñado para obtener la máxima información posible de la opinión del degustador sobre el pescado y su intención de compra.

Resultados del estudio de la evaluación del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) mediante análisis sensorial:

Un 71% de los encuestados prefiere la dorada sobre el sargo, mientras que un 29% prefiere el sargo frente a la dorada.

Ninguno de los dos pescados produjo un rechazo por alguna de sus cualidades.

En cuanto a apariencia, color, olor y sabor residual, las personas encuestadas calificaron de forma similar a ambos pescados, sin diferencias significativas. Sin embargo, en los atributos sabor, textura, jugosidad y nivel de grasa, el sargo picudo obtuvo una puntuación significativamente más baja, especialmente en jugosidad.

Un 40% de las personas encuestadas compraría dorada, un 9% el sargo y un 50,5% los dos.

Conclusiones del estudio de la evaluación del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) mediante análisis sensorial:

La comercialización del sargo como nueva especie en el mercado, tendría una respuesta muy positiva entre los consumidores, pues un tercio de la población lo prefiere frente a la dorada.

El sargo picudo es algo más seco que la dorada por lo que para que tenga una buena aceptación en el mercado es aconsejable una preparación culinaria que mejore este aspecto.

OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

Comunidad Autónoma de Murcia:

- **1997:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Primer año.
- **1998:** Estudio sobre el cultivo integral intensivo del sargo picudo (*Puntazzo puntazzo*) en el litoral de la región de Murcia. Segundo año. (Continuación de años anteriores)

COMENTARIOS FINALES.

El crecimiento del sargo, en relación con el crecimiento de la dorada o la lubina, es superior.

El sargo se presenta como una especie prometedora capaz de obtener oxígeno a una temperatura elevada, y adaptándose bien a las condiciones de cultivo.

Los estudios muestran que la aceptación que cabe esperar de la introducción del sargo picudo en el mercado es óptima.

DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

Publicación de la revista Aquaculture con el nombre "Effects of commercial diets with different P/E ratios on sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) growth and nutrient utilization".

Publicación en la revista British Journal of Nutrition con el nombre "Differences in tissue fatty acid composition between reared and wild sharpsnout sea bream, *Diplodus puntazzo*".

Publicación en la revista Aquaculture International con el nombre "Sensory evaluation of farmed sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*)".

Publicación en la revista AquaTic con el nombre "Influencia de la proteína vegetal en la dieta natural de poblaciones salvajes de sargo picudo, *Diplodus puntazzo*: sus implicaciones en el cultivo intensivo"

Publicación en la revista Aquaculture con el nombre "Seasonal condition and body composition changes in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) raised in captivity".

Comunicaciones en forma de póster en el VIII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en mayo de 2001 en Santander:

“Efecto del peso y la temperatura sobre el consumo de oxígeno de rutina del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*)”.

“Comportamiento respiratorio del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) frente a la hipoxia progresiva: efecto del peso y la temperatura”.

“Efecto de la realimentación tras un periodo de ayuno sobre el crecimiento en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) “

“Evaluación de la aceptación del sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) mediante el análisis sensorial”.

“Patrón anual de alimentación en el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) bajo condiciones experimentales de cultivo”.

“Efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de soja en la dieta para sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) sobre su crecimiento, composición corporal y palatabilidad”.

Comunicaciones en forma de ponencia en el VIII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en mayo de 2001 en Santander:

“Auto-selección de macronutrientes mediante comederos a demanda: un método para diseño de dietas especiales comerciales”.

5. PROYECTO: ESTUDIO SOBRE NIVELES Y EFECTOS DEL TRIBUTIRO DE ESTAÑO EN LA LAGUNA COSTERA DEL MAR MENOR.

AÑO:

Comienzo del plan: 1998

Finalización del plan: 2000

OBJETIVOS:

Se pretende determinar la existencia de compuestos organoestánicos en el Mar Menor.

Debido a la dificultad y tediosidad de las determinaciones analíticas de compuestos organoestánicos, se ha establecido la determinación de niveles de imposex como indicador de contaminación por estos compuestos en organismos bentónicos.

Por lo tanto, se pretende observar el grado de contaminación por metales pesados existente, tanto en los sedimentos como en los organismos bentónicos sedentarios que están en contacto con el fondo.

DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia.

Centro: Dirección General de Producción Agraria y de la Pesca.

Departamento: Servicio de Pesca y Acuicultura.

Organismo: Universidad Politécnica de Valencia.

COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Benjamín.

Apellidos: García García.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

La ubicación del estudio, tanto para sedimentos como para organismos bentónicos, se encuentra en diferentes estaciones de muestreo a lo largo del Mar Menor.

RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

Metodología: Contaminación por metales pesados.

Las muestras de sedimentos se toman mediante draga Van Been desde la embarcación "La Torre" perteneciente al Centro Oceanográfico de Murcia. En cada punto también se determina la salinidad y la temperatura del agua.

En los meses de junio y julio del año 2000 se toman muestras de sedimentos en los principales puertos deportivos del Mar Menor y en diversas estaciones situadas a diferentes profundidades.

Junto al contenido de metales pesados, también se determina la cantidad de materia orgánica, porcentaje de carbonato y porcentaje de fracción fina. Estos parámetros adicionales ayudarán a la interpretación de los resultados, ya que las concentraciones naturales de metales pesados varían en función de las características del sedimento, composición granulométrica y contenido de materia orgánica.

Resultados: Contaminación por metales pesados.

Porcentaje de fracción fina.

Todas las estaciones, a excepción de La Encañizada, tienen un porcentaje de finos superior al 50%. Las estaciones centradas, alejadas de los puertos y de la zona costera, por tanto no influenciadas por actividades de dragado, tienen valores superiores al 80%, lo que nos demuestra un claro enfangamiento de los fondos del Mar Menor.

Contenido de materia orgánica.

La mayoría de las estaciones tienen un porcentaje superior al 2%, con un máximo de 6,5% en la estación de Los Alcázares.

Las estaciones situadas en el centro de la cubeta, alejadas de la costa, que se encuentran en fondos superiores a 4m, tienen mayores valores como corresponde a fondos anóxicos de pradera de *Caulerpa*, abundante en todo el Mar Menor.

Los menores valores se encuentran en la estación La Encañizada, de fondos arenosos, y en la estación situada en frente de la rambla del Albuñón, influenciada por los vertidos de materiales terrestres.

Contenido de carbonato.

Hay una amplia variación de los valores de carbonato, con un rango variable entre 25,8 y 50,9%. El origen de este material carbonatado se debe a los restos de detritus y de conchas de moluscos. Los valores más elevados se dan en estaciones cercanas a la costa.

Metales pesados.

Para el cobre se encuentran concentraciones relativamente uniformes. Los niveles superiores a 100 mg/Kg se encuentran en puertos deportivos y frente al muelle de Lo Pagán.

El máximo, 209 mg/Kg, corresponde a la estación ubicada en el puerto de Los Urrutias. Este puerto sufre aportes de metales cercanos, ya que se han encontrado también los máximos valores de cinc, plomo, cobre, arsénico y estaño.

El rango de concentraciones de cadmio es de 0,03-17 mg/Kg, aunque la distribución está desviada hacia valores altos, correspondiéndose los máximos a la zona sur de la laguna por vertidos de residuos estériles mineros.

Las concentraciones de plomo, cinc y arsénico, varían entre 12,9 y 5700 mg/kg. Los valores altos se producen por el aporte de residuos estériles mineros. Los valores más elevados se sitúan en las estaciones cercanas a la Rambla del Beal y en la parte sur de la laguna.

Los niveles de estaño varían entre 0,88 y 20,4 mg/Kg, encontrándose los niveles más elevados en la zona sur.

Los niveles de níquel y cromo son muy similares; en la zona central de la laguna, niveles muy uniformes, encontrándose las mayores concentraciones en la zona de influencia de la Rambla del Beal.

Los niveles de mercurio son bajos, no sobrepasan los 0,4 mg/Kg.

En resumen, las menores concentraciones para la mayoría de los metales se encuentran en la zona de referencia situada en las Encañizadas, con fondos limpios y alejadas de cualquier punto de vertido. Los valores más elevados se encuentran en la cubeta sur, situándose los máximos en la zona cercana a la rambla de Beal, que sigue constituyendo una vía de aporte de metales al Mar Menor.

Conclusiones: Contaminación por metales pesados.

Se obtienen altas correlaciones entre la mayoría de los metales tóxicos, cuya presencia en la laguna del Mar Menor se debe a actividades antrópicas.

Las concentraciones de metales aumentan cuando aumenta el porcentaje de fracción fina.

Las concentraciones de metales disminuyen a medida que aumenta la concentración de carbonatos en todos los elementos estudiados.

Existe la posibilidad de efectos negativos para la fauna bentónica en varias estaciones debido a las concentraciones de cinc, plomo y cadmio que sobrepasan los límites permitidos.

Metodología: Concentración de metales en organismos bentónicos; Nacra.

Esta especie se encuentra ampliamente distribuida por toda la laguna. Los organismos son recogidos mediante buceo con escafandra autónoma y trasladados de inmediato al Centro Oceanográfico de Murcia, donde se dejan depurar durante 24 horas para la eliminación de pseudoheces y sedimentos.

Resultados: Concentración de metales en organismos bentónicos; Nacra.

Se han encontrado altas concentraciones de metales en todas las estaciones. Para los metales tóxicos cadmio, plomo y cinc los mayores niveles se encuentran en la cubeta sur, lo que indica que los vertidos procedentes de la antigua explotación minera de la sierra de La Unión no solamente afectan a los sedimentos sino que los contaminantes están dispuestos para introducirse en la cadena trófica.

Conclusiones: Concentración de metales en organismos bentónicos; Nacra.

Existe una correlación positiva entre las concentraciones de metales y la talla del bivalvo, excepto en el cromo, por lo tanto, en animales de más edad se encontrarán concentraciones más elevadas, llegando a aumentar en 5 veces para el cadmio, cinc, plomo y estaño.

Metodología: Niveles y efectos del TBT en la laguna del Mar Menor.

Se toma a la especie *Murex trunculus* como especie bioindicadora de la contaminación por el TBT en esta localidad, mediante la determinación de los distintos grados de imposex (índice de la contaminación por TBT, observado en más de 120 especies de prosobranquios) registrados en esta especie.

La especie *Murex trunculus* es una especie dióica, nunca hermafrodita. Su captura se realiza en apnéa o en inmersión con escafandra autónoma, dependiendo de las características de muestreo. Con la intención de coincidir con los periodos reproductivos de la especie, se realizan los muestreos en un total de 6 estaciones, durante el mes de junio de 2000 y abril de 2001. Las estaciones estudiadas son:

- La Encañizada; se tomó como zona de control.
- Puerto Estacio.
- Puerto de Los Alcázares.
- Islas Sur.
- Puerto de Los Urrutias.
- Puerto de Los Nietos.

Una vez recogidas las muestras, son trasladadas a acuarios para mantenerlas vivas hasta su procesado.

A cada individuo se le mide la longitud de la concha antes de ser anestesiado. Posteriormente, la parte blanda del animal se separa de la concha y es procesada para el análisis morfológico:

- Determinación del sexo.
- Las medidas del pene obtenidas son utilizadas para el cálculo de los índices de imposex RPSI (índice de tamaño relativo al pene en machos) y VDSI (índice de tamaño relativo al pene en hembras).

La observación bajo lupa de los individuos nos permite tener una información preliminar sobre el grado de imposex en las hembras.

Resultados: Niveles y efectos del TBT en la laguna del Mar Menor.

Los índices de imposex determinados a partir de las medidas de los penes tanto en machos como de las hembras se exponen en la siguiente tabla:

Estación	Nº ejemplares	% hembras	% machos	MPL (mm)	FPL (mm)	RPSI	VDSI
Encañizada	26	53,85	46,15	10,29	3,14	2,84	3,34
Puerto Estacio	25	60	40	10,00	6,70	30,01	4,58
Islas sur	31	58,06	41,94	8,74	4,25	11,50	4,31
Nietos	32	37,5	42,5	14,81	13,13	69,68	4,69
Urrutias	28	39,29	60,71	6,82	7,89	154,84	4,73
Alcázares	33	45,45	54,55	8,13	7,48	77,88	4,70

Donde:

- FPL: Tamaño medio del pene en las hembras.
- MPL: Tamaño medio del pene en los machos.
- RPSI: Índice del tamaño pene relativo para machos.
- VDSI: Índice del tamaño pene relativo para hembras.

En la Encañizada, hay una alta densidad de individuos y una actividad reproductora normal, sobre todo por la abundancia de puestas. En cuanto al nivel de imposex, es relativamente bajo, no registrándose casos de esterilización.

En la Islas Sur la densidad de población está dentro de la normalidad. También se han encontrado puestas, lo que demuestra el mantenimiento de su capacidad reproductora. Una pequeña proporción de la población muestra casos de esterilidad, pero por el momento, su capacidad reproductora no se ve aún afectada.

En Los Alcázares, los niveles de imposex son elevados. No se encontraron puestas y la abundancia de ejemplares es relativamente baja.

En Los Nietos, la situación es similar a la de Los Alcázares.

En el Puerto Estacio y en Los Urrutias, hay poca abundancia de ejemplares y la esterilidad es total.

Conclusiones: Niveles y efectos del TBT en la laguna del Mar Menor.

El estudio de los niveles de imposex en esta especie bioindicadora, ha demostrado que el Mar Menor está sufriendo un aporte importante de TBT's, ya que sus efectos se detectan incluso en las poblaciones más alejadas de los puertos.

Los niveles de imposex hallados en los puertos indican la práctica esterilización de las hembras.

El hecho de que los efectos de los TBT's se estén detectando en zonas alejadas de los puertos, implica que el Mar Menor se está comportando como una zona de agua confinada, a pesar de la comunicación extra que supone el Puerto Espacio con el mar abierto. Además, los niveles de imposex hallados hacen suponer que todas las comunidades que se localizan en el Mar Menor, están siendo afectadas por los aportes de contaminantes provenientes de los puertos.

La aparición de niveles de imposex en zonas alejadas de los puertos, también puede ser utilizada como un indicador de lo que puede ocurrir con otros contaminantes distintos del TBT, que sean vertidos en el Mar Menor.

OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

Comunidad Autónoma de Galicia:

- **1998:** Estudio piloto sobre los niveles y efectos del tributilo de estaño (TBT) en una zona de cultivo de moluscos de la costa gallega.

COMENTARIOS FINALES.

Se han encontrado altos niveles de compuestos organoestánicos en los sedimentos de los puertos deportivos del Mar Menor, lo cual demuestra que, a pesar de la prohibición de su uso en embarcaciones menores de 25 m de eslora, se siguen utilizando. Aunque las concentraciones más elevadas son de TBT y sus metabolitos, también se han podido detectar TPhT y sus metabolitos.

Los niveles de imposex en la población de gasterópodos también son elevados, con un nivel alto de esterilización de hembras en los puertos del Mar Menor estudiados.

La contaminación en la laguna por metales pesados es elevada. Los metales no solamente se encuentran en los sedimentos, sino que están biodisponibles y pasan a la cadena trófica.

Los niveles de metales pesados en organismos del Mar Menor son elevados y similares a los de zonas altamente contaminadas.

6. PROYECTO: PRIMEROS ESTUDIOS SOBRE EL ENGRASE DEL ATUN ROJO (*Thunnus thynnus*) EN LAS COSTAS DE LA REGIÓN DE MURCIA

AÑO:

Comienzo del plan: 1999
Finalización del plan: 1999

OBJETIVOS:

- Caracterización biométrica y composición bioquímica de las poblaciones de origen o poblaciones salvajes de las que proceden los individuos a estabular.
- Seguimiento del proceso de engrase a lo largo del tiempo de estabulación, dependiendo de los distintos rangos de peso del atún estabulado y factores ambientales a los que está sometida la instalación.

DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia.
Centro: Dirección General de Producción Agraria y de la Pesca.
Departamento: Servicio de Pesca y Acuicultura.

COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Benjamín.
Apellidos: García García.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El presente proyecto de investigación se desarrolla en el Centro de Recursos Marinos y Humedales del Litoral de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de Murcia, situado en San Pedro del Pinatar.

También se cuenta con la colaboración del Laboratorio Agrario y de Medio Ambiente de la misma Consejería y el Departamento de Fisiología Animal y Farmacología de la Universidad de Murcia.

RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

Metodología del estudio del cambio en la composición corporal en macronutrientes en el atún rojo sometido a engrase intensivo en jaulas flotantes y efecto del hidrodinamismo de la zona de cultivo:

Se realiza el seguimiento de la composición de macronutrientes y la variación del color de la "carne" en dos poblaciones de atunes sometidas a un proceso de engrase, desde su captura en junio hasta el mes de noviembre.

Ambas poblaciones permanecen durante el periodo de cautividad en jaulas flotantes en dos zonas del litoral de Murcia y pertenecientes a dos empresas distintas:

- TUNAGRASO S.A.

Las jaulas flotantes pertenecientes a esta empresa se encuentran ubicadas en una zona donde la dirección más frecuente de las corrientes es la NW-SE, con una corriente media de 10 cm/s en el mes de marzo.

- VIVERATUN S.A.

Las jaulas flotantes pertenecientes a esta empresa se encuentran ubicadas en una zona donde la dirección más frecuentes de las corrientes es la SW, con una corriente media de 3 cm/s en el mes de marzo.

Se analizan muestras de individuos de ambas poblaciones recién capturados, y muestras de individuos procedentes de diferentes despesques durante el periodo de engrase.

Se toman muestras del músculo procedente del pedúnculo caudal y con estas muestras se calculan los diferentes valores de macronutrientes (porcentaje de humedad, grasa y proteínas).

Resultados del estudio del cambio en la composición corporal en macronutrientes en el atún rojo sometido a engrase intensivo en jaulas flotantes y efecto del hidrodinamismo de la zona de cultivo:

No existen diferencias significativas ni en la concentración de proteínas, humedad y minerales totales, ni en la concentración de grasas entre los individuos recién capturados analizados de las dos poblaciones.

Tras un seguimiento de 6 meses se obtienen los siguientes resultados:

- Los ejemplares de TUNAGRASO poseen un 1% más de proteínas que las de VIVERATUN, debido a que los primeros se encuentran en un lugar más expuesto a las corrientes, por lo que mantienen el tono muscular más desarrollado.
- El porcentaje de grasas es también superior en los ejemplares de TUNAGRASO.
- El porcentaje de humedad es parecido en los ejemplares procedentes de ambos lotes.

Al analizar la variación de color durante el estudio, se observa que los ejemplares de VIVERATUN, al comienzo del mismo, presentan una coloración rojo vivo, según la guía PANTONE, mientras que a los 160 días del comienzo del estudio, la coloración es asalmonada debido al aumento del nivel de grasa en los atunes. En cambio, los ejemplares de TUNAGRASO presentan a lo largo de todo el estudio una coloración rojo vivo similar a la obtenida por VIVERATUN al inicio del estudio.

Conclusiones del estudio del cambio en la composición corporal en macronutrientes en el atún rojo sometido a engrase intensivo en jaulas flotantes y efecto del hidrodinamismo de la zona de cultivo:

Los individuos de ambas poblaciones proceden de una migración, por lo que la masa muscular esta muy desarrollada.

Tras realizar un seguimiento en la composición de macronutrientes, observamos que existen diferencias muy significativas entre las medias de los valores de proteínas, cenizas, humedad y grasa para los distintos días y en las dos poblaciones.

Los factores ambientales, como el hidrodinamismo, afectan de manera importante al metabolismo del atún y, consecuentemente, a la eficacia en engrase de los animales estabulados.

Metodología del estudio del efecto del proceso de engrase intensivo en jaulas sobre la relación longitud – peso en el atún rojo:

Se estudia la evolución de la relación entre la longitud y el peso de individuos de atún rojo capturados en junio de 1998, y sometidos a un proceso de engorde y engrase hasta el mes de noviembre del mismo año, en dos poblaciones diferentes situadas en jaulas flotantes en dos zonas diferentes del litoral de Murcia, y pertenecientes a las empresas TUNAGRASO S.A. y VIVERATUN S.A.

Se estudian las relaciones entre longitud y peso en individuos recién capturados, y en los sucesivos despesques, para ambas poblaciones.

Resultados del estudio del efecto del proceso de engrase intensivo en jaulas sobre la relación longitud – peso en el atún rojo:

La distribución encontrada en la población de VIVERATUN es muy homogénea, más del 95% de los ejemplares pertenece a las clases comprendidas entre los rangos de 201 a 290 cm, lo que indica que se trata de un solo cardumen donde todos los ejemplares tienen la misma edad (más de diez años).

La distribución de la población de TUNAGRASO no es tan homogénea como la anterior; el 70% de los individuos pertenecen a un rango de población comprendido entre los 201 y los 270 cm, mientras que el 30% restante pertenecen al rango comprendido entre 161 y 200 cm, lo que parece indicar la existencia de dos cardúmenes de distintas edades, uno centrado en atunes de tamaño medio de 180 cm (unos 7 años de edad), y otro centrado en atunes de tamaño medio de 240 cm (unos 8-9 años de edad).

La proporción entre machos y hembras es aproximadamente del 50% en ambas poblaciones, aunque en TUNAGRASO existe una mayor proporción de hembras, pero las diferencias no se pueden considerar significativas.

Las diferencias entre ambas poblaciones, de los pesos medios y las longitudes, recién capturados los ejemplares, no son significativas, observándose una variación del peso de los individuos de ambas poblaciones a lo largo del tiempo.

La curva que relaciona la longitud con el peso, se ajusta a una regresión de orden dos del tipo: $\text{Peso} = b * \text{Longitud}^k$. Los resultados indican que la máxima delgadez se presenta en el mes de junio, tras la captura, y el máximo nivel de engrase se obtiene en noviembre, obteniendo atunes con aspecto redondeado.

Conclusiones del estudio del efecto del proceso de engrase intensivo en jaulas sobre la relación longitud – peso en el atún rojo:

La caracterización biométrica de las poblaciones capturadas y su seguimiento en el proceso de engrase, facilita una explotación adecuada, aportando información para un mayor aprovechamiento empresarial.

COMENTARIOS FINALES.

El presente estudio demuestra que el hidrodinamismo afecta de forma considerable al engorde de los atunes. Atunes estabulados en lugares de mayor hidrodinamismo mantienen un tono muscular más desarrollado y su eficacia de engrase es mayor.

La proporción de sexos en las poblaciones de atún es de 1:1.

DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

Comunicaciones presentadas en forma de pósters al VII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en mayo de 1999 en Las Palmas de Gran Canaria con los nombres:

“Cambios en la composición corporal en macronutrientes en el atún rojo (*Thunnus thynnus* Linnaeus, 1758) sometido a engrase intensivo en jaulas flotantes y efecto del hidrodinamismo en la zona de cultivo”.

“Efecto del proceso de engrase intensivo en jaulas flotantes sobre la relación longitud – peso en el atún rojo (*Thunnus thynnus* Linnaeus, 1758)”.

Comunicación presentada en forma de póster en el Congreso *First International Symposium Domestication of Thunnus thynnus* celebrado en Cartagena en febrero de 2002 con el nombre “Macronutrient composition of food for tuna fattening”.

7. PROYECTO: CULTIVO INTEGRAL DEL PULPO DE ROCA (*Octopus vulgaris*) EN EL MEDITERRÁNEO: PREENGORDE Y ENGORDE. (Proyecto en coordinación con la C.A. de Cataluña)

AÑO:

Comienzo del plan: 1999

Finalización del plan: 1999

OBJETIVOS:

- Conocer la respuesta fisiológica del pulpo común bajo condiciones de cultivo intensivo:
 - o Aclimatar a la cautividad de los ejemplares capturados en el medio natural.
 - o Determinar los rangos óptimos de adaptación a las condiciones ambientales del Mediterráneo occidental.
 - o Estimar el consumo de oxígeno, sus requerimientos mínimos, la producción de amonio y sus niveles tolerables.
- Diseño y puesta en funcionamiento de diversos sistemas de cultivo, tanto en tierra como en el mar, y estimar las tasas de crecimiento, alimentación y conversión y supervivencia en el pulpo común.
 - o Determinar el crecimiento por sexos separados.
 - o Evaluar la eficacia de los diferentes regímenes alimentarios.
 - o Optimizar de la carga de cultivo.
- Realización de un seguimiento de la dinámica de poblaciones naturales de pulpo común explotadas por las pesquerías locales. Evaluación del stock y revisión de la regulación del recurso. Comparación con poblaciones en cultivo.

DATOS DE LA INSTITUCIÓN:

Organismo: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia.

Centro: Dirección General de Producción Agraria y de la Pesca.

Departamento: Servicio de Pesca y Acuicultura.

COORDINADOR DEL PLAN:

Nombre: Benjamín.

Apellidos: García García.

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El presente proyecto de investigación se desarrolla en las instalaciones experimentales del Centro de Recursos Marinos y Humedales del Litoral de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de Murcia, situado en San Pedro del Pinatar.

También se ha contado con la colaboración del Laboratorio Agrario y de Medio Ambiente de la misma Consejería, los Departamentos de Fisiología Animal y de Ecología e Hidrología de la Universidad de Murcia, y las Cofradías de Pescadores de la Región de Murcia.

RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS; METODOLOGÍA, RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES.

Metodología del estudio las primeras experiencias de engorde del pulpo de roca en el litoral de la Región de Murcia. Efecto de la temperatura en el transporte y en el engorde:

Los ejemplares son capturados a lo largo de tres jornadas (noviembre de 1997, verano de 1998 y noviembre de 1998), mediante arrastre de fondo en los fondos detríticos fangosos situados entre la Bahía de Portman y Cabo Tiñoso (Cartagena, Murcia).

La supervivencia y la mortalidad debido al transporte se estiman en porcentaje, en función del número de individuos supervivientes después de pasados dos días desde su captura.

Al día siguiente de cada campaña de captura, se procede al muestreo y clasificación de los ejemplares en lotes homogéneos. Se toman los parámetros corporales (peso total, anchura y longitud total del manto) y se determina la proporción de sexos.

Los tanques utilizados para la estabulación son de dos tipos, uno rectangular tipo raceway de 3,5 m³ útiles (tanques T y P) y otro circular de 1,4 m³ útiles (tanques C) con circuito abierto de agua de mar y sistema de aireación suplementario. En cada tanque se colocan refugios para los pulpos.

Con los ejemplares obtenidos tras la campaña de 1997 se establecen los primeros lotes para experiencias de engorde, utilizando tres tanques tipo C, uno tipo T y uno tipo P.

Tanto en la campaña de verano de 1998, como en la de invierno de 1998, se utilizan únicamente tanques raceway tipo P de 3,5 m³ divididos por la mitad, estableciéndose lotes de pesos homogéneos formados exclusivamente por pulpos machos o por pulpos hembras, para evaluar si el crecimiento mejora manteniendo los sexos separados.

Los tanques, en todas las campañas, a los pocos días de la estabulación, fueron cubiertos con madera con rejilla de plástico para evitar que salieran los pulpos. Diariamente se limpian los tanques y se controla la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto en el agua.

La alimentación, en todos los lotes, se raciona en función de la biomasa y el tamaño de los pulpos de cada lote. Conforme va avanzando la experiencia de engorde, la dieta se va ajustando en función de la saciedad observada. El racionamiento de las distintas campañas es el siguiente:

En todas las experiencias, la tasa de alimentación inicial es de un 3% de la biomasa para los lotes formados por pulpos pequeños, de un 5% para pulpos medianos y del 10% para pulpos grandes. El alimento consiste en pescado troceado descongelado (sardina y boga) suministrado:

- 1^{ra} experiencia: alimento suministrado manualmente y en dos tomas a lo largo del día. Experiencia con una duración de 4 meses.
- 2^{da} experiencia: alimento suministrado manualmente y en una única toma al atardecer. Experiencia con una duración de 3 meses y medio.
- 3^{ra} experiencia: alimento suministrado manualmente y ajustado periódicamente según la saciedad observada. Experiencia con 21 días de duración.

Los índices utilizados para la estima del crecimiento y del desarrollo del engorde son los siguientes:

- Crecimiento en gramos por día: G
- Crecimiento instantáneo en %: g
- Alimento ingerido.
- Índice de Conversión: I.C.
- Índice de Eficacia Alimentaria: I.E.A.
- Tasa de Alimentación.
- Alimento por día.

La mortalidad y la supervivencia durante el engorde se calcula como porcentaje entre cada muestreo y para el global de la experiencia.

Resultados del estudio las primeras experiencias de engorde del pulpo de roca en el litoral de la Región de Murcia. Efecto de la temperatura en el transporte y en el engorde:

La supervivencia de los individuos capturados se encuentra relacionada de forma inversamente proporcional con la temperatura del agua, cuanto mayor es la temperatura del agua, menor es la supervivencia.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo noviembre – diciembre de 1997.*

Los ejemplares utilizados para este seguimiento han sido los capturados en el invierno de 1997.

En los lotes formados por individuos pequeños (lotes C-1 y C-2) se ha observado un incremento en peso similar, en torno a los 150 gr. Para el rango de pesos que comprenden los lotes con individuos pequeños, parece ser que densidades bajas favorecen la supervivencia.

En los lotes formados con individuos medianos (lotes P-4 y C-3) el incremento de peso medio observado ha sido de 178 y 232 gramos respectivamente. Las diferencias de peso se encuentran relacionadas con la diferente forma y dimensiones de los tanques.

En los lotes formados con individuos grandes (T-1), el incremento de peso medio en 18 días fue de unos 450 g.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 18 días de experimentación.

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
C-1	8,69	3,32	1773 g	2,27	44 %	7,3 %	19,7	72,2
C-2	7,69	2,84	971 g	1,75	57 %	4,9 %	13,5	55,5
C-3	9,93	1,85	3800 g	1,93	52 %	3,5 %	19,2	15,4
P-4	12,90	2,35	6901 g	1,29	77 %	3,0 %	16,7	23,3
T-1	24,93	1,92	8122 g	1,81	55 %	3,4 %	45,1	23,0

El crecimiento relativo, g, desciende al aumentar el peso medio, ya que expresa en % la ingesta en función de la biomasa, por lo tanto, el crecimiento en proporción al tamaño de los individuos, es mayor para los lotes de menor peso medio. Por el contrario, el I.C. y el I.E.A. son más favorables para los pulpos de mayor tamaño.

La temperatura media fue de 16 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua osciló entre el 85% y el 100% de saturación.

La mortalidad durante este periodo es, en general, elevada. Una buena parte de las bajas han sido ocasionadas por fugas de individuos y otra buena parte por interacciones, competencia por el espacio y por el alimento.

Tras este periodo, los lotes fueron reclasificados tratando de homogeneizar los pesos dentro de cada uno de ellos.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo diciembre de 1997 - enero de 1998.*

Las condiciones iniciales del presente seguimiento coinciden con las condiciones finales del seguimiento anterior.

Los lotes formados por individuos pequeños (C-1 y T-2) tienen un crecimiento similar, en torno a los 160 g, con un aprovechamiento del alimento bastante bajo. Los individuos medianos (P-4) tienen un incremento de peso de 225 g y el incremento de peso de los individuos grandes (T-1) es de casi 500 g.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 28 días de experimentación:

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
C-1	4,72	1,01	4775 g	3,63	28 %	2,7 %	13,1	7,14
P-4	8,02	0,94	7356 g	4,89	20 %	2,9 %	26,3	9,09
T-1	17,61	1,17	13322 g	1,99	50 %	2,4 %	43,3	31,25
T-2	6,61	1,00	6568 g	9,38	11 %	3,2 %	23,5	16,66

El crecimiento de cada lote e individuo por día en función del peso, es cuantitativamente menor, lo que indica de manera global que el crecimiento fue mayor en el anterior periodo.

La temperatura media fue de 14 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua osciló entre el 80% y el 100% de saturación.

A pesar de que la mortalidad se redujo a más de la mitad, todavía sigue siendo alta.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo enero – febrero de 1998.*

Los lotes empleados en este seguimiento son los mismos que en el seguimiento anterior, por lo tanto las condiciones iniciales de este seguimiento coinciden con las condiciones finales del seguimiento anterior.

Se produce la muerte del lote C-1 completo, motivado por un ataque en la tubería que alimentaba dicho lote.

El incremento en peso es aceptable en los lotes T-1 y T-2, manteniendo un ritmo de crecimiento en torno a los 500 gramos, mientras que en el lote P-4 el crecimiento en peso resulta escaso.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 32 días de experimentación:

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
P-4	4,9	0,76	10765 g	6,85	15 %	3,22 %	33,6	0
T-1	15,3	0,76	12261 g	3,14	32 %	2,38 %	47,9	27,27
T-2	8,4	0,95	7596 g	4,02	25 %	3,79 %	33,9	0

Tanto el I.C., como el I.E.A., no son satisfactorios, lo que indica que el aprovechamiento de la dieta no ha sido bueno.

El crecimiento por día en los lotes T-1 y T-2 es semejante al crecimiento que ha tenido lugar en el seguimiento anterior, sin embargo, el crecimiento para el lote P-4 es bastante más bajo, lo que corrobora un crecimiento más débil en este periodo, para los lotes T-1 y T-2, por no haberse incrementado, y para el lote P-4, por haberse reducido a la mitad.

El crecimiento relativo es sensiblemente mayor para el lote formado por pulpos pequeños. La disminución en el resto de los lotes puede ser debida a que han alcanzado un peso cercano al máximo para ese periodo, o por la proximidad de la época de freza en individuos adultos.

La temperatura media fue de 13 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua osciló entre el 95% y el 100% de saturación.

La mortalidad sigue siendo alta, lo que demuestra la competencia existente entre individuos por el espacio y por alimento.

Tras este periodo, los lotes fueron reclasificados, tratando de homogeneizar los pesos dentro de cada uno de ellos.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo febrero - marzo del 98.*

Los lotes empleados en este seguimiento son los mismos que en el seguimiento anterior, por lo tanto, las condiciones iniciales de este seguimiento coinciden con las condiciones finales del seguimiento anterior.

Los pulpos del lote T-1E, con un peso medio en torno a los 4 kilos, tienen un incremento de peso medio de 148 g. Este incremento de peso medio es bajo, lo que parece indicar que estos pulpos se encuentran muy próximos a alcanzar su talla máxima, reduciéndose notablemente el crecimiento y alcanzando I.C. y I.E.A. bastante bajos.

En los pulpos del lote T-1S, el incremento de peso es de 434 g, siendo su peso medio de unos 2,5 Kg, por lo que el incremento de peso ha sido el propio para su talla, y tanto el rendimiento como el aprovechamiento de la dieta, aún sin ser demasiado buenos, se encuentran dentro de unos márgenes aceptables.

Los lotes T-2 y P-4 son de igual peso medio, densidades de cultivo muy parecidas y en tanques de iguales dimensiones, sin embargo, el incremento de peso ha sido muy desigual. En el lote T-2, la mortalidad ha sido muy elevada (60%) y el I.C. e I.E.A. muy bajos en comparación con los observados para el lote P-4.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 28 días de experimentación:

Lote	G	g (%)	Alim. lng	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
T-1E	5,3	0,13	2464 g	16,6	6,0%	2,15 %	88,0	50
T-1S	15,5	0,66	3872 g	4,5	22,4%	2,94 %	69,14	50
T-2	1,6	0,15	4514 g	24,5	4,1%	3,66 %	20,15	60
P-4	9,3	0,77	9923 g	4,7	21,1%	3,66 %	88,60	11,11

La temperatura media fue de 14,5 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua osciló entre el 85% y el 100% de saturación.

Para el global de la etapa comprendida entre noviembre de 1997 y marzo de 1998, cabe resaltar que la elevada mortalidad obtenida, ya sea por fuga o por canibalismo, no permite esclarecer un patrón de crecimiento, hecho que obliga a restablecer los lotes, lo que dificulta el seguimiento de la población cautiva.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo julio – agosto de 1998.*

Los individuos utilizados en este seguimiento son los capturados en el verano de 1998.

En este periodo, el incremento de peso medio ha sido muy parecido en los 4 lotes experimentales, en torno a los 200 gramos, después de 14 días de engorde. No se aprecian diferencias en cuanto al incremento de peso medio entre machos y hembras.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 14 días de experimentación:

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
T-2E	27,6	1,64	1209 g	3,37	45 %	5,49 %	93 g	71,4
T-2S	43,8	3,20	1358 g	2,21	30 %	6,97 %	97 g	72,7
T-3E	73,9	1,82	3000 g	2,90	35 %	5,24 %	214 g	58,3
T-3S	68,3	3,29	1500 g	1,57	64 %	5,07 %	107 g	70,5

El crecimiento relativo, g, es menor para los lotes formados por pulpos pequeños. El I.C. y el I.E.A. son más favorables para los pulpos más pequeños; al contrario de lo que ocurre en la etapa anterior (noviembre 97 – marzo 98), muestran mayor rendimiento y aprovechamiento de la ingesta.

La tasa de alimentación ha sido algo mayor para los lotes formados por pulpos pequeños, que prácticamente han doblado su peso.

La temperatura media fue de 26,75 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua osciló entre el 85% y el 100% de saturación.

La mortalidad en este periodo ha sido bastante elevada. Este periodo ha coincidido con la máxima temperatura del agua en las instalaciones.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo agosto – agosto de 1998.*

Después del seguimiento anterior, se procede a una reclasificación de los lotes, como consecuencia de la alta mortalidad observada. La reclasificación también tiene en cuenta la separación de los pulpos por sexos.

En este periodo, a pesar de que la mortalidad fue nula, es donde se notan más drásticamente los efectos de la temperatura en el engorde del pulpo común.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 14 días de experimentación:

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
T-2E	8,29	0,31	2234 g	19,2	5,19 %	5,98 %	101,55 g	0
T-2S	3,14	0,51	579 g	13,1	7,60 %	6,68 %	26,32 g	0
T-3E	-35,5	-0,86	3336 g	-6,7	-14,9%	5,78 %	151,64 g	0
T-3S	-5,71	-0,38	2056 g	-25,7	-3,89%	9,70 %	93,45 g	0

Los incrementos de peso son muy escasos e incluso se observan pérdidas de peso.

La temperatura media fue de 26,5 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua osciló entre el 65% y el 85% de saturación.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo agosto – octubre de 1998.*

Las condiciones iniciales para este periodo coinciden con las finales del periodo anterior. En el lote T-2S murieron todos los individuos mediada la experiencia, por lo que no se tiene en cuenta para el cálculo de los índices de crecimiento.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 14 días de experimentación:

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
T-2S	2,5	0,47	501 g	4,7	20,9%	1,8 %	11,9	0
T-3E	-5,7	-0,9	1071 g	-4,4	-260%	1,03 %	12,75	60
T-3S	-0,2	-0,03	254 g	-31	-3,14%	1,24 %	3,02	33

La temperatura media fue de 23,5 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua osciló entre el 85% y el 95% de saturación. La mortalidad continúa siendo elevada y el crecimiento escaso o nulo en algunos lotes.

- *Seguimiento del crecimiento en el periodo diciembre – diciembre de 1998.*

Los individuos utilizados en este seguimiento son los capturados en el invierno de 1998. En relación con el mismo periodo del año anterior, el crecimiento global es menor, no observándose diferencias en cuanto al sexo en ninguno de los lotes.

El máximo incremento de peso corresponde a los lotes T-3E y T-3-S, alrededor de 160 gramos en 21 días. En el resto de los lotes, el incremento de peso es escaso, a pesar de que se trata de pulpos bastante pequeños. Únicamente en el lote T-1E se ha conseguido un incremento de peso similar al del mismo periodo del año anterior, en relación con el peso de los pulpos que componen los lotes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los diferentes índices de crecimiento en los distintos lotes tras 21 días de experimentación:

Lote	G	g (%)	Alim. Ing	I.C.	IEA	Tasa alim	Alim/día (g)	Mort. (%)
T-1E	25,05	1,69	867 g	1,65	60,67%	4,13 %	39,41	20
T-1S	11,52	0,82	635 g	2,62	38,11%	3,23 %	28,86	0
T-2E	8,43	1,15	261 g	1,47	67,82%	2,52 %	11,86	0
T-2S	10,32	0,90	895 g	4,13	24,22%	5,59 %	40,68	37,5
T-3E	46,10	0,68	2958 g	3,06	32,72%	3,11 %	134,45	0
T-3S	45,86	0,86	2715 g	2,82	35,47%	3,64 %	123,41	0

El crecimiento y la ingesta diaria de los lotes formados por individuos más grandes son mayores y aumentan conforme lo hace el peso de los individuos.

El rendimiento y el aprovechamiento de la ingesta resultan favorables únicamente en el caso de los lotes T-1E y T-2E, en los que además la mortalidad ha sido prácticamente nula.

La temperatura media fue de 14,5 °C y la concentración de oxígeno disuelto en el agua se mantuvo en el 95% de saturación.

Al analizar la mortalidad observada a lo largo del engorde se observa que existe una relación directamente proporcional entre la mortalidad en engorde y temperatura, es decir, cuanto más alta es la temperatura, mayor es la mortalidad. También, dicha mortalidad se encuentra relacionada con el comportamiento de esta especie, propensa a la fuga de las instalaciones y a la competencia por el alimento y por el espacio.

Conclusiones del estudio las primeras experiencias de engorde del pulpo de roca en el litoral de la Región de Murcia. Efecto de la temperatura en el transporte y en el engorde:

Es recomendable capturar y realizar el transporte de los pulpos a temperaturas no superiores a los 20°C, con el fin de obtener una supervivencia adecuada. Por lo tanto, es recomendable restringir las capturas a los meses de otoño – invierno, o bien, emplean enfriadores de agua. Por la breve duración del transporte, la carga no parece tener influencia en la supervivencia a los dos días.

La estabulación por sexos separados garantiza una reducción de las interacciones entre individuos que se traduce en un menor número de fugas y de episodios de canibalismo, favoreciendo la adaptación y el engorde.

En cuanto a la densidad de cultivo se refiere, está debe de ser baja, del orden de 0,5 – 1 individuo / m².

El incremento de peso resulta mayor cuánto más grande son los individuos, pero los individuos más pequeños crecen más en proporción a su tamaño, además de tener un mayor rendimiento y aprovechamiento del alimento utilizado.

Durante el engorde, la temperatura se manifiesta como el principal factor limitante ya que, con temperaturas por encima de los 20 °C, la mortalidad es más elevada y el crecimiento es tan pobre que llega a no ser rentable.

La gran variabilidad de resultados obtenidos, impide elaborar un modelo de crecimiento que se ajuste a las condiciones del Mediterráneo.

Metodología del estudio del consumo de oxígeno, concentración letal y capacidad de recuperación en el pulpo común o de roca:

Tanto el consumo de oxígeno (CO), como el consumo de oxígeno específico (COE), se calculan a partir de la diferencia entre la concentración a la entrada y a la salida del tanque.

Únicamente se realiza una medida de consumo de oxígeno que, aunque es insuficiente para establecer conclusiones, es muy útil para compararla con otras medidas.

Las sesiones de muestreo se desarrollan a lo largo de dos días consecutivos, entre las 8h del primer día y las 14h del segundo día. Cada 30 minutos se toman medidas de la concentración de oxígeno disuelto a la entrada y a la salida del tanque. Cada 2h se mide el caudal.

El lote de pulpo sobre el que se realizan las medidas de CO esta formado por 12 individuos de 600 g de peso medio, en un tanque tipo raceway (5 x 5 x 1,5 m), con un volumen utilizado de 3,5 m³ con circuito abierto de agua de mar, siendo la carga de 2,86 Kg/m³. Los pulpos no fueron alimentados durante las 30 horas que dura el experimento.

Las **medidas de CO en respirómetros**, tanques de pequeñas dimensiones de unos 300 l de capacidad, se realizan con pulpos individualmente. Se realizan dos tipos de medida:

- Medidas de 5 horas de duración sin circulación de agua. Se realizan para tres rangos de temperatura: de 13 a 15 °C, de 20 a 23°C y de 25 a 28°C.
- Medidas de CO diario, a intervalos de 30 minutos, en los que se interrumpe la circulación del agua para medir el CO a lo largo del día. Se realizaron medidas para un rango de temperaturas de 26-27°C y 28-29°C.

En ambos casos el sensor del oxímetro se dispone en el interior de una pequeña bomba filtro ubicada en el respirómetro, que proporciona el flujo necesario para obtener una medida correcta.

Para las **medidas de oxígeno letal y frecuencia ventilatoria** se emplea un acuario con un volumen variable entre los 250 y los 150 l en función del tamaño de los pulpos a utilizar.

Para medir la frecuencia ventilatoria, cada 30 minutos se cronometra el número de movimientos completos de inhalación – exhalación que realizaba el individuo en experimentación. Cada medida se repite 3 veces, calculándose el valor medio.

Se considera como concentración letal de oxígeno aquella a partir de la cuál el pulpo en experimentación paraliza por completo sus movimientos respiratorios durante más de un minuto, permaneciendo inmóvil en el fondo y sin turgencia en sus ventosas.

Se realizaron 5 experiencias con pulpos de peso comprendidos entre 300 gramos y 1 kilo, para temperaturas entre 28 y 29°C.

Cuando las concentraciones de oxígeno se aproximan a las concentraciones letales, el acuario es conectado a un circuito abierto de agua de mar, y se continua midiendo la concentración de oxígeno hasta que se alcancen los niveles normales. Si al día siguiente el animal continúa vivo se considera recuperado.

Resultados del estudio del consumo de oxígeno, concentración letal y capacidad de recuperación en el pulpo común o de roca:

- *Consumo de oxígeno.*

La temperatura media durante las medidas fue de 28,59 °C. Se observa un fuerte incremento del COE durante las primeras cuatro horas y un posterior descenso del mismo hasta valores próximos al COE medio para la jornada (222,71 mg O₂/Kg/h), manteniéndose hasta el final del experimento en torno a dicho valor medio. La concentración media de oxígeno durante el experimento fue del 94,53% de saturación.

- *Medidas de CO en respirómetros a las 5 horas.*

Para un rango de temperatura de 25 – 28 °C, se observa una tendencia significativa a aumentar el consumo individual (CO) según aumenta el peso y, lógicamente, a la inversa para el consumo específico (COE).

Para un rango de temperatura de 20 –23 °C, se denota un aumento significativo del CO en función del peso, sin embargo el COE es bastante parecido para el rango de pesos considerado, teniendo en cuenta que el número de individuos examinado fue bastante menor que en el rango anterior.

Para un rango de temperatura de 13 – 16°C, se observa una ligera tendencia a aumentar el CO conforme aumenta el peso de los individuos, y lo opuesto para el COE.

- *Medidas de CO diario en respirómetros.*

El CO a lo largo del día se puede considerar constante, no encontrándose relación entre el peso y el CO, pero si entre el COE y la temperatura para cada una de las medidas, aunque hay que considerar que el número de las mismas fue bastante pequeño.

- *Medidas concentración letal de oxígeno y frecuencia ventilatoria.*

El consumo de oxígeno y la frecuencia ventilatoria son más o menos constantes, hasta que en un momento determinado ambos descienden notablemente hasta la muerte del animal en experimentación. En la siguiente tabla se ven los valores de O₂ letal, COE, frecuencia ventilatoria (FV), máxima FV observada y temperatura.

Peso Kg	O ₂ letal (% sat)	O ₂ letal (mg/l)	O ₂ modif. F.V. (%sat)	O ₂ modif. C.O.E. (%sat)	Máx. F.V. (vent/min)	Temperatura °C
0,364	12,38	0,78	13,65	16	26,63	27,87
0,591	12,56	0,79	20,36	25	31,7	27,59
0,675	15,92	0,99	20,27	23,8	33,7	28,21
0,682	10,72	0,68	18	22	35	28,09
1,054	15,8	1	20,76	20,76	35,31	29,06

- *Medidas de la capacidad de recuperación tras la exposición prolongada a bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua.*

La temperatura media fue de 26,06°C. A partir del 16% de saturación de O₂ empieza a modificarse notablemente el COE y la frecuencia ventilatoria. Después de más de una hora expuestos a concentraciones de O₂ por debajo del 10% de saturación, se inicia la recuperación, poniendo en marcha el circuito abierto de agua y experimentándose un acelerado incremento de la concentración de O₂ y un pausado aumento de la FV, alcanzando ésta valores normales a las 2 horas.

El animal se recuperó después de haber descendido la concentración de O₂ hasta el 7% de saturación.

El pulpo de roca muestra una alta capacidad de adaptación ante condiciones de hipoxia.

Los mecanismos de adaptación del pulpo de roca son de dos tipos, metabólicos (en condiciones de hipoxia, esta especie trata de mantener constante la presión parcial de O₂ en sangre, independientemente de la concentración externa) y mecánicos (según progresa la hipoxia, la FV se mantiene constante o aumenta ligeramente, y lo que se incrementa notablemente es el volumen de bombeo favoreciendo el intercambio gaseosos en las branquias).

Conclusiones del estudio del consumo de oxígeno, concentración letal y capacidad de recuperación en el pulpo común o de roca:

Tanto en condiciones de cultivo como en condiciones experimentales para un mismo rango de temperatura, el consumo de oxígeno observado es prácticamente igual para un mismo peso.

El consumo de oxígeno no se considera un factor limitante para el cultivo de esta especie.

La concentración letal de oxígeno para *Octopus vulgaris*, es bajísima. El consumo y la FV se mantienen constantes hasta un punto de no retorno en el que descienden vertiginosamente hasta la muerte por asfixia del animal.

La capacidad de recuperación ante situaciones prolongadas de hipoxia es grande siempre y cuando no se supere este punto de no retorno.

Metodología del estudio sobre las pesquerías de pulpo común o de roca en el litoral de la Región de Murcia:

Durante los años 1998 y 1999 se desarrolla en la Región de Murcia el proyecto de prospección pesquera denominado *Análisis del Estado de los Recursos Demersales de la Región de Murcia explotados por flota de arrastre (ADEMUR)*, por parte de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, siendo las especies objetivo del trabajo la merluza, el salmonete, la gamba roja y el pulpo.

Los muestreos se realizan estacionalmente tanto en lonja como en embarcaciones de arrastre de fondo, pertenecientes a las Cofradías de Pescadores de la Región de Murcia. Los distintos caladeros de nuestro litoral se clasifican por estratos batimétricos: estrato A < 150 metros; estrato B 150-350 metros; estrato C > 350 metros.

Resultados del estudio sobre las pesquerías de pulpo común o de roca en el litoral de la Región de Murcia:

Los mayores rendimientos pesqueros se obtuvieron en el estrato A, en invierno y primavera; en el estrato B los rendimientos fueron bajísimos, mientras que en el estrato C resultaron inexistentes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las capturas de pulpo, los ingresos obtenidos por la captura de pulpo y los precios mensuales totales.

AÑO	CAPTURAS (Kg)	INGRESOS (ptas)	PRECIOS LONJA (ptas/Kg)
Junio-98	2.765	2.140.142	814
Agosto-98	1.370	968.079	722
Septiembre-98	632	380.647	607
Noviembre-98	9.785	3.621.588	380
Diciembre-98	12.251	4.845.831	413
Enero-99	12.251	4.340.233	369
Febrero-99	10.315	4.117.020	406
Marzo-99	9.162	3.993.219	437
Abril-99	3.486	1.567.884	423
Junio-99	5.040	2.430.432	495
TOTAL	67.056	28.405.075	504

Conclusiones del estudio sobre las pesquerías de pulpo común o de roca en el litoral de la Región de Murcia:

Gracias al estudio macroscópico del desarrollo gonadal de los ejemplares capturados, se identifica el periodo reproductor, comprendido entre marzo y agosto, con una mayor intensidad entre abril y junio. Se observan dos reclutamientos anuales, a principios del otoño y de la primavera. La talla de primera madurez para los machos es de 9 cm de longitud dorsal del manto, y de 10 cm para las hembras. La edad máxima estimada oscila entre los 1,5 y 2 años.

Se estima que el pulpo crece alrededor de 1 cm de longitud dorsal del manto al mes, fluctuando en función de la temperatura y el tipo y disponibilidad de alimento.

A partir de 1995 las capturas descienden paulatina y progresivamente.

OTROS ESTUDIOS REALIZADOS.

Comunidad Autónoma de Cataluña:

- **1996:** Desarrollo de experiencias encaminadas a la cría experimental de pulpo (*Octopus vulgaris*) hasta el tamaño denominado "popet"
- **1997:** Cultivo larvario y juvenil del pulpo. *Octopus vulgaris*.
- **1999:** Cultivo integral del pulpo de roca (*Octopus vulgaris*) en el Mediterráneo: reproducción y cultivo larvario. (Proyecto en coordinación con la Comunidad Autónoma de Murcia).

Comunidad Autónoma de Andalucía:

- **1999:** Aclimatación y engorde de pulpo (*Octopus vulgaris*) y sepia (*Sepia officinalis*) en distintas condiciones de cultivo. Obtención de puestas y producción de paralarvas.

COMENTARIOS FINALES.

Crecimiento y alimentación:

Los individuos con un peso por debajo de los 500-700 g, deben estabularse a muy bajas densidades, incluso aislados.

El crecimiento absoluto y la cantidad de alimento en gramos ingeridos por día, son significativamente mayores conforme aumenta el peso medio de los lotes.

El crecimiento relativo según el tamaño de los individuos, es mayor para pulpos de menor peso medio.

El rendimiento y el aprovechamiento de la dieta es mayor en los individuos de mayor talla.

La variable tipo de alimentación impide a los pulpos desarrollarse y crecer al ritmo en que lo hacen en las aguas del Atlántico, una vez que se ha conseguido reducir la mortalidad. La alimentación también impide aproximarse a una densidad adecuada de individuos para minimizar la competencia intraespecífica.

El engorde de pulpo mediante separación de sexos es importante porque, además de disminuir las interacciones entre individuos, impide que las hembras sean

fecundadas y dejen de alimentarse en el periodo de puesta, con la consiguiente pérdida de peso y calidad.

Mortalidad:

La mortalidad es más acusada en los lotes compuestos por individuos más pequeños. Los factores que influyen en la mortalidad son la calidad de agua del cultivo (incluyendo la temperatura del agua) y la coexistencia de ambos sexos (por ello, se separan por sexos).

Comportamiento frente al consumo de oxígeno:

El pulpo de roca se comporta como un organismo regulador en lo que al CO₂ se refiere, llegando un momento en el que la concentración de oxígeno exterior es tan baja, que pasa a comportarse como un organismo conformista, pudiendo morir si esta situación se prolonga.

DIFUSIÓN; PUBLICACIONES DEL PLAN.

Publicación en la Monografía Nº 4 del Instituto Canario de Ciencias Marinas “Convergencia entre Investigación y Empresa: Un reto para el siglo XXI” con el nombre “Efecto de la temperatura sobre la supervivencia en el transporte, estabulación y engorde de *Octopus vulgaris* Cuvier 1797, en el Mediterráneo occidental”

Comunicaciones en forma de pósters en el VII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en mayo de 1999 en Las Palmas de Gran Canaria:

“Efecto de la concentración de oxígeno disuelto sobre el consumo de oxígeno y la frecuencia ventilatoria, y nivel letal en el pulpo común (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797)”

“Influencia del peso y la temperatura sobre el consumo de oxígeno de rutina en el pulpo común (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797)”.