

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA**

18 AGO. 2003

0818



**DENSIDAD Y PROFUNDIDAD ADECUADAS EN
EL CULTIVO SUSPENDIDO DE *Crassostrea gigas*
“OSTRA DEL PACÍFICO” EN LA BAHÍA DE
SAMANCO, PLAYA “EL DORADO”
(ANCASH - PERÚ)**

**“TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO ACUICULTOR”**

Félix Angel Uchpa Mayorga

**Bachiller en Ciencias de Biología
en Acuicultura**

NUEVO CHIMBOTE AGOSTO, 2001

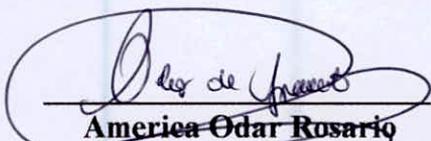
**DENSIDAD Y PROFUNDIDAD ADECUADAS EN EL
CULTIVO SUSPENDIDO DE *Crassostrea gigas* "OSTRA DEL
PACÍFICO" EN LA BAHÍA DE SAMANCO, PLAYA "EL
DORADO" (ANCASH – PERÚ).**

Por:

FELIX ANGEL UCHPA MAYORGA
Bachiller en Ciencias de Biología en Acuicultura

Nuevo Chimbote Agosto, 2001

Aprobado por el jurado evaluador:



America Odar Rosario
Presidenta

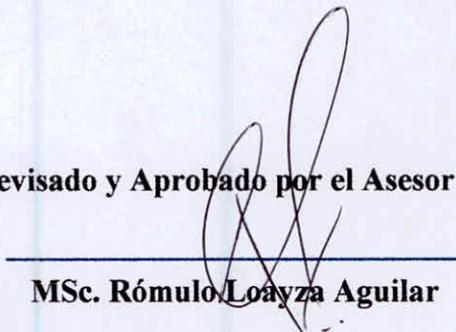


Luis Torres Cabrera
Secretario



Lucio Encomendero Yopez
Integrante

Revisado y Aprobado por el Asesor



MSc. Rómulo Loayza Aguilar

**Tesis entregado como requerimiento para obtener el título de Biólogo
Acuicultor de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional del Santa.**

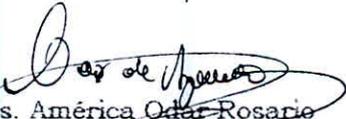
ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Distrito de Nuevo Chimbote, en la Universidad Nacional del Santa, en el Auditorio de la Facultad de Ciencias, siendo las 19.15 horas del día ocho de agosto del 2001, se reunió el Jurado Evaluador presidido por la Ms. América Odar Rosario, teniendo como miembros al Blgo. Pesq. Luis Torres Cabrera (secretario) y al M.Sc. Lucio Encomendero Yépez (integrante), para la sustentación de Tesis a fin de optar el título de Biólogo Acuicultor para el graduado Bach. Félix Angel Uchpa Mayorga, quien expuso y sustentó el trabajo intitulado "Densidad y profundidad adecuadas en el cultivo suspendido de *Crassostrea gigas* "Ostra del Pacifico! En la Bahía de Samanco, playa "El Dorado" (Ancash - Perú)".

Terminada la sustentación, el graduado respondió a las preguntas formuladas por los miembros del Jurado.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes declara **APROBADO con el calificativo de EXCELENTE (27 puntos)**, según el Art. 42° del Reglamento de Grados y Títulos modificado por la UNS con R.P. 384-UNS.

Siendo las 20.30 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad


Ms. América Odar Rosario
Presidente


Blgo. Pesq. Luis Torres Cabrera
Secretario


M.Sc. Lucio Encomendero Yépez
Integrante

Cc: Jurado
Interesado

CONTENIDO

	Pág.
Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Índice de tablas	iii
Índice de figuras	v
Resumen	viii
Introducción	01
Descripción del área de estudio	06
Marco teórico	10
Materiales y métodos	26
Resultados	32
Discusión	58
Conclusiones	64
Recomendaciones	65
Referencias bibliográficas	66

DEDICATORIA

**A papa, A. Mayorga López por la
simpleza de ver los problemas y lo
mucho que brindo, no sabes cuanto
te extraño**

**A, Isabel mi madre, mis hermanos
Yuli, Nelly, Eddy , Odel y Erika
por su gran apoyo y confianza**

AGRADECIMIENTOS

Al Msc. Rómulo Loayza Aguilar, asesor de la presente tesis por su enseñanza y apoyo en la elaboración de la presente trabajo.

A la empresa pesquera Capitán S.A., por las facilidades otorgadas en la realización, del presente estudio de tesis, especialmente al administrador Carlos Aviles Nakasaki y Roberto Roa técnico encargado del arrea de producción.

A la jefatura del Departamento de Biología, Microbiología, y Biotecnología de la Universidad Nacional del Santa, a los técnicos Oscar Chauca, Lidia Huerta y Jorge Ayasta por su colaboración en el análisis de las muestras.

Al Blgo. Pesq. Luís Shimokagua, responsable del área de limnología de la Universidad Nacional de Trujillo por las facilidades prestadas en el análisis de las muestras.

A mis amigos Liliana Tapia, William Capa, Juan Carhuapoma, Milthon Luján, Angel Rodríguez, Mirian Velásquez y especialmente a Tito Quiñónez por su valioso apoyo en la toma de muestra.

A cada uno de los profesores de la escuela de biología en acuicultura en especial a los profesores: Lucio Encomendero, Luis Torres, Guillermo Saldaña, Eliana zelada, Luis Campoverde, y Esteban Horna por su enseñanza y apoyo durante mi formación profesional.

A la Sra. Gladis Huerta, responsable da la biblioteca especializada de la facultad de ciencias por las facilidades brindadas en la utilización del material bibliográfico

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Diseño experimental factorial 3 x 3	26
Tabla 2	Registro de los factores físicos y químicos obtenidos en la concesión de la empresa Capitán S.A (Bahía de Samanco) entre mayo y octubre de 1999.....	33
Tabla 3	Talla(cm) y peso (g) de <i>Crassostrea gigas</i> a diferentes densidades (30, 50 y 70 ind piso ⁻¹) y profundidades (3, 7 y 11 m) registrados en la concesión de la empresa Capitán S.A Bahía de Samanco, entre mayo y octubre de 1999	39
Tabla 4	Análisis del crecimiento mediante la ecuación de Von Bertalanffy para obtener la curva de crecimiento en longitud y peso, en la etapa de engorde de <i>C. gigas</i>	40
Tabla 5	Análisis de varianza de la talla promedio (cm) de <i>C. gigas</i> sometida alas variables densidad (30, 50 y 70 ind.piso ⁻¹) y profundidad (3, 7 y 11m) en la concesión de la empresa Capitán S.A (bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.....	46
Tabla 6	Análisis de los efectos simples aplicado a la talla de <i>C. gigas</i> , para probar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos densidad 30, 50 y 70 ind piso ⁻¹ vs . la profundidad(3, 7 y 11m), en la concesión de la empresa Capitán S.A	47
Tabla 7	Resultado d la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan aplicado a la talla de <i>C. gigas</i> , para probar diferencias significativas entre las medias de los	

	tratamientos densidad 30, 50 y 70 ind piso ⁻¹ vs. la profundidad(3, 7 y 11m), en la concesión de la empresa Capitán S.A	48
Tabla 8	Análisis de varianza del peso promedio de las partes blandas de <i>C. gigas</i> sometida a las variables densidad (30, 50 y 70 ind piso ⁻¹) y profundidad (3, 7 y 11m) en la concesión de la empresa Capitán S.A (bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.....	49
Tabla 9	Análisis de los efectos simples aplicado al peso de las partes blandas de <i>C. gigas</i> , para probar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos densidad 30, 50 y 70 ind piso ⁻¹ vs. la profundidad (3, 7 y 11m), en la concesión de la empresa Capitán S.A	50
Tabla 10	Resultado de la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan aplicado al peso de las partes blandas (g) de <i>C. gigas</i> , para probar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos densidad 30, 50 y 70 ind piso ⁻¹ vs. la profundidad (3, 7 y 11m), en la concesión de la empresa Capitán S.A	51
Tabla 11	Variación de la carga total por tratamiento de <i>Crassostrea gigas</i> mediante la expresión en Csirke, 1989 para los datos entre el periodo de mayo y octubre de 1999, en la concesión de la empresa Capitán S.A. (bahía de Samanco).....	52
Tabla 12	Valores de los parámetros de la ecuación de biomasa (B), sobre vivencia (S), y producción (P) de <i>Crassostrea gigas</i>	54

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Fig. 1	Orientación y morfología externa de la “ostra japonesa” <i>Crassostrea gigas</i> (tomado de Spencer, 1999).....	09
Fig. 2	Anatomía interna de la “ostra japonesa” <i>Crassostrea gigas</i> (tomado de Bonilla, 1969).....	20
Fig. 3	Sistemas de cultivo empleados en la “ostra japonesa” <i>Crassostrea gigas</i> : cultivo de fondo y cultivos alejados del fondo (cultivos desde balsas o suspendidos, cultivos en perchas y cultivos en estacas).....	21
Fig. 4	Mapa de ubicación del área de estudio y de las corrientes presentes en la bahía de Samanco (Ancash, Perú) la zona de estudio.....	25
Fig. 5	Características del sistema suspendido en long line” utilizado en el cultivo de la “ostra japonesa” <i>Crassostrea gigas</i> , en el presente estudio en la playa “El Dorado” (bahía de Samanco).....	28
Fig. 6	Variación de oxígeno disuelto ($\text{mgO}_2\text{l}^{-1}$) en relación a la temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$), a diferentes profundidades: a) 3m (superficial), b) 7m (medio y c) 11m (fondo), en la playa “El Dorado”(bahía de Samanco).....	34
Fig. 7	Variación de la clorofila “a” (ug at.l^{-1}) en relación al oxígeno disuelto ($\text{mgO}_2\text{l}^{-1}$) en la playa “El Dorado”(bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.....	38

Fig. 8	Variación de la clorofila “a” ($\mu\text{g at.l}^{-1}$) en relación a la temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$) en la playa “El Dorado” (bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.	38
Fig. 9	Curva de crecimiento en longitud (cm) de la “ostra japonesa” <i>Crassostrea gigas</i> en función de los tratamientos en la playa “El Dorado” (bahía de Samanco), entre mayo y septiembre de 1999. entre mayo y octubre de 1999.....	41
Fig. 10	Curva de crecimiento del peso de las partes blandas (g) de la “ostra japonesa” <i>Crassostrea gigas</i> en función de los tratamientos en la playa “El Dorado” (bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.....	42
Fig. 11	Análisis de regresión y correlación de <i>C. gigas</i> con una densidad de 30 ind m^{-2} a los 3, 7 y 11m de profundidad.	43
Fig. 12	Análisis de regresión y correlación de <i>C. gigas</i> con una densidad de 50 ind m^{-2} a los 3, 7 y 11m de profundidad.	44
Fig. 13	Análisis de regresión y correlación de <i>C. gigas</i> con una densidad de 70 ind m^{-2} a los 3, 7 y 11m de profundidad.	45
Fig. 14.	Resultado de la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan aplicado a la talla de <i>C. gigas</i> , para probar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos densidad 30, 50 y 70 ind. m^{-2} vs. la profundidad(3, 7 y 11m), en la concesión de la empresa Capitán S.A., “El Dorado”, bahía de Samanco.	50
Fig. 15.	Resultado d la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan aplicado al peso de las partes blandas (g) de <i>C. gigas</i> , para probar diferencias significativas entre las medias	

	de los tratamientos densidad 30, 50 y 70 ind. piso ⁻¹ vs . la profundidad (3, 7 y 11m), en la concesión de la empresa capitán S.A.	52
Fig. 16	Representación grafica de la mortalidad (Z) y sobre vivencia (S) presente en <i>C. gigas</i> en función de los tratamientos en la playa “El Dorado” (bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.....	53
Fig. 17	Representación grafica de la biomasa (g) y carga total (g piso ⁻¹) presente en <i>C. gigas</i> en función de los tratamientos en la playa “El Dorado” (bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.....	53
Fig. 18	Representación grafica de la producción (P) y carga total (Bt) presente en <i>C. gigas</i> en función de los tratamientos en la playa “El Dorado” (bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.....	55

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la densidad y profundidad adecuadas para el cultivo de *Crassostrea gigas* "ostra del Pacífico", se sembró organismos de *C. gigas* con tallas entre 4,8 y 5,0cm y con un peso promedio de 3,36g, en linternas ubicadas a 3m, 7m y 11m de profundidad, bajo sistema suspendido, en la playa "El Dorado", bahía de Samanco (Ancash, Perú). El periodo de estudio fue de seis meses (entre mayo y octubre de 1999) bajo tres tratamientos: D₁ (30 ind.piso⁻¹), D₂ (50 ind.piso⁻¹) y D₃ (70 ind.piso⁻¹). Durante este periodo se registraron factores físicos (temperatura del ambiente y del agua, transparencia), químicos (oxígeno disuelto del agua) y biológicos (muestras de *C. gigas* para registrar la talla y peso de las partes blandas y muestras de agua para registrar la clorofila "a").

Los factores físicos y químicos como temperatura y oxígeno disuelto presentaron una marcada diferencia en relación con la profundidad, registrándose los más altos valores en el estrato superficial (4,32 mgO₂l⁻¹ y 20,1 °C) y medio (1,45 mgO₂l⁻¹ y 18,5 °C). Con respecto a la transparencia y clorofila "a" estas se registraron solo para el estrato medio con valores que fluctuaron entre 2,40 a 2,60 m y 1,364 a 4,217 ug.at.l⁻¹, respectivamente; este último factor estuvo directamente relacionado con la temperatura y el oxígeno disuelto. El crecimiento de *C. gigas* difiere significativamente ($P > 0,05$) en la densidad, profundidad y la interacción de ambos factores, siendo mayor el crecimiento de *C. gigas* a los 3 y 7m con densidades de 50 y 70 ind.piso⁻¹. La biomasa, sobre vivencia, carga total y producción fueron mayores en los tratamientos T₇ (11m, 30 ind.piso⁻¹), T₁ (3m, 30 ind.piso⁻¹) y T₄ (7m, 30 ind.piso⁻¹); a excepción de la mortalidad que fue mayor en los tratamientos T₃ (3m, 70 ind.piso⁻¹), T₆ (7m, 70 ind.piso⁻¹) y T₉ (11m, 70 ind.piso⁻¹). El incremento promedio de la talla y peso mensual fue de 0,87cm y 2,65g.

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de la acuicultura se desarrolla en tres ambientes: dulce- acuícola, salobre y marino, siendo los más importantes por su volumen de producción, el ambiente dulce-acuícola y marino con el 63 y 30% de la producción global, respectivamente (Ysla, 1999). Además Bautista (1989), reporte que de la producción acuícola marina, alrededor del 80% esta compuesto de moluscos filtradores, 17% de peces carnívoros y un 2% de crustáceos. Asimismo señala que dentro de los moluscos filtradores los más cultivados en el mundo son los ostreidos, mitílidos y pectínidos; siendo el grupo que contribuye con la mayor producción los ostreidos.

Según Pilay (1997) las ostras cultivadas pertenecen a dos géneros: *Crassostrea* (ostras convexas) y *Ostrea* (ostras planas); de las cuales, la producción de ostras convexas es mucho mayor que las ostras planas, aunque las segundas son preferidas por servir las frescas en su concha; alcanzando en muchos países precios bastante altos. Las especies de ostras convexas más importantes son *Crassostrea gigas* “ostra japonesa”, *C. virginica* “ostra americana”, *C. angulata* “ostra portuguesa”, *C. commercialis* “ostra de las rocas”, entre otras.

Para Brown (1988), el rápido crecimiento y alto rendimiento en carne de *Crassostrea gigas* THUNBERG, 1793 “ostra del Pacífico” u “ostra japonesa” la han constituido en una especie afortunada en la acuicultura, habiendo sido introducida en muchas partes del mundo para su cultivo.

A diferencia de otras especies de moluscos, la tecnología para producir “ostras” es conocida a nivel mundial y es quizás el molusco que posee el mayor número de publicaciones, habiéndose reportado aspectos que van desde la biología básica hasta su cultivo y venta en el mercado (Hoyl & Uribe, 1990). Yurihira & Alarcón (1989) comentan que según las experiencias chilenas, *C. gigas* es un recurso de fácil adaptación, con tecnologías de producción de semilla y engorde, conocidos.

La tendencia actual del mercado para *C. gigas* es la progresiva demanda. Bautista (1989), determinó mediante cálculos, que la importación por el mercado de la Comunidad Económica Europea (CEE) para el año de 1984, fue de 14 000 t de esta especie y proyectó que para 1995 habría sido de 19 000 t; siendo el consumo en el mismo año de 21 400 t, lo que representó un déficit de 2 400 t anuales. A esto hay que agregar un déficit de 6 400 t básicamente de *C. gigas* en el mercado de USA.

Por otra parte considerando todas las especies comerciales de ostras, la producción mundial es de aproximadamente 800 mil toneladas anuales, siendo la mayor parte la que procede del cultivo (75%) (FONDEPES, 1999). Los principales países productores de *Crassostrea gigas* son: Japón, Korea del Sur y Francia con 218, 195 y 85 000 toneladas anuales, respectivamente; volúmenes que se consumen en su mayoría a nivel interno de cada país (Bautista, 1989; Hoyl & Uribe, 1990).

C. gigas representa aproximadamente el 80% de comercio internacional de ostras (Valdiviezo, 1990). Otra especie que se ha incrementado en el mercado es "ostra plana" que se exporta fresca o congelada, aunque constituye una fracción mínima de los volúmenes de venta (Hoyl & Uribe, 1990). Por otra parte USA es el mayor importador de ostras (7 mil toneladas por año) (Davy, 1990), constituido básicamente por *C. gigas* proveniente de Korea y Japón, y en menor escala de Francia, Canadá y España (Bautista, 1989; Trisolloni, 1981).

El desarrollo de la acuicultura en el Perú como en muchos países Latinoamericanos esta ligado a factores ambientales, tecnológicos y sobre todo legales. Para Ysla (1999), la acuicultura en el Perú no es una práctica tradicional, sino más bien ha tenido un desarrollo aislado en áreas muy específicas, centrándose fundamentalmente en cuatro especies: el langostino en la costa norte, la trucha en la región andina, la "concha de abanico" en la costa centro y sur y además de la tilapia en la selva del Perú. Los volúmenes de producción son bajos, razón por la que nuestra presencia en el mercado mundial es mínima; aun cuando esta actividad presenta un enorme potencial como fuente generadora de bienes, puestos de trabajo y divisas para el Perú. (Valdiviezo, 1990).

En 1995 el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y el Fondo para el Desarrollo Pesquero (FONDEPES) introdujeron al país *C. gigas*, iniciando investigaciones con ejemplares provenientes de Chile (Cisneros *et al.*, 1995). El propósito era adaptar un método de cultivo para la producción de semilla en laboratorio y cultivo en ambiente natural, con el objetivo de determinar la factibilidad de su cultivo en el país y desarrollar un paquete tecnológico que puede ser transferida a empresas nacionales o privadas (Bautista, 1989).

La importancia en el Perú del cultivo de "ostra japonesa" *C. gigas*, estaría dada en una diversificación del cultivo tradicional (cultivo de *A. purpuratus*) que existen en la actualidad. Así mismo la ostra se viene adaptando y reproduce en aguas del mar del Perú. Aunque no en grandes cantidades, por lo que su cultivo depende de la producción de semilla en ambiente controlado (hatchery). No obstante esta condición, la ostra presenta desde el punto de vista biológico, tecnológico y económico, características ideales para ser cultivada puesto que tiene: una alta productividad, rápido crecimiento, resistencia al manejo, tecnología de cultivo conocida, excelente aceptabilidad en los mercados tanto interno como externo; por lo que su gran demanda se traduce en buenos precios de venta.

El interés que ha despertado el cultivo de esta especie en el Perú y de modo particular en esta región del país, considerando las características mencionadas, podría constituirse en una actividad de significativa importancia para el desarrollo nacional. El cultivo de esta especie también podría representar una nueva forma de trabajo para muchos pescadores artesanales ("marisqueros"), como una manera de disminuir la presión extractiva que se ejerce sobre los recursos pesqueros tradicionales (Saldaña, 1992).

El auge definitivo del cultivo de "ostra japonesa" en el mar peruano, como en la playa "El Dorado" (Ancash, Perú), está sujeto a numerosas interrogantes, relacionadas con la adecuación de los sistemas de cultivo y adaptación de la especie a nuestro medio; así como también la capacidad de carga, estratos y lugares donde se puedan realizar los cultivos especialmente a mediana y gran escala. Interrogantes que se deberían resolver a través de la investigación aplicada de su bioecología,

mejoramiento de tecnologías adecuadas a nuestros medios, trabajos en genética, patología, etc.

De los problemas indicados anteriormente, en el marco de la adecuación de los sistemas de cultivo es importante ensayar la densidad de carga de cultivo orientado a establecer el espacio mínimo y la profundidad adecuadas requeridos para permitir un buen crecimiento, así como alargar el tiempo de los “desdobles” sin perjuicio significativo de los individuos. Los resultados de estos ensayos hipotéticamente reducirán el estrés del organismo reflejándose en la disminución de la mortalidad por “envalves” entre ellas, enmalles del organismo con el sistema de cultivo (linterna) debido a que las valvas de las ostras son asimétricas, lo que conlleva a que cuando las densidades son altas, la ostra se deforma por lo que se tiene que sacrificar ya sea el organismo o el sistema de cultivo (Spencer, 1990).

La realización del presente trabajo de investigación, en el contexto de las apreciaciones vertidas, permitirá proporcionar información al maricultor a fin de que pueda diversificar sus cultivos y mejorar la producción, estos resultados permitirán obtener cosechas importantes, reducir el costo de operación e inversión, haciendo más atractiva la actividad, al obtener un producto de buena calidad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo afectan los factores profundidad y densidad de carga en el crecimiento de *Crassostrea gigas* “ostra del Pacífico” en un cultivo de sistema suspendido en la concesión de la empresa Capitán S.A. en la bahía de Samanco?

Teniendo como marco referencial lo anteriormente expuesto y pretendiendo abarcar sólo una parte de la problemática del cultivo suspendido de *C. gigas*, es que en el presente trabajo se propone determinar la influencia de los factores: densidad y profundidad, de los organismos en cultivo y su relación con algunos factores abióticos, en la concesión de la empresa Capitán S.A. ubicada en la playa “El Dorado”; para lo cual se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la densidad de carga adecuadas, en base al crecimiento y mortalidad que presente *C. gigas* en el sistema de cultivo suspendido, en la playa "El Dorado".
- Determinar en base al mayor crecimiento de *C. gigas*, la profundidad adecuada para su cultivo en la playa "El Dorado".

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en el área concedida por el Ministerio de Pesquería (MIPE) para el cultivo de “concha de abanico” a la empresa Inversiones Pesqueras Capitán S.A., ubicada en el interior de la bahía de Samanco (Ancash , Perú), entre los $09^{\circ}11'30'' - 09^{\circ}12'00''$ S y $78^{\circ}32'11'' - 78^{\circ}32'50''$ W por el norte y $78^{\circ}32'00'' - 78^{\circ}32'50''$ W por el lado sur (fig. 1).

La bahía de Samanco, como parte de nuestro litoral presenta características propias del mar peruano. En sus aguas se desarrollan variadas formas de vida marina, posibilitando por ello el desarrollo del cultivo de especies de importancia comercial como el de la “concha de abanico” *Argopecten purpuratus*. Además, su riqueza biológica permite la práctica de la pesca artesanal de muchos peces, así como de moluscos, entre los que destacan *Tagelus* sp., *Argopecten* sp., *Sinum* sp., *Semele* sp., entre otros también de importancia comercial.

Por otro lado entre los meses de enero y febrero esta zona se ve influenciada por la asistencia masiva de personas con fines de recreación y veraniego.

Morón (1993) y Rubio *et al.* (1994) han realizado estudios en la bahía de Samanco y llegaron a las siguientes conclusiones:

- a) El área de concesión (zona submareal) es alimentada directamente por aguas que ingresan por la bocana, ubicada en el área más dinámica, en cuanto corrientes superficiales y de fondo, por lo que cuando la intensidad de las corrientes marinas internas se incrementan, estas remueven el fondo fangoso.
- b) Las corrientes marinas se intensifican principalmente en verano por la proyección hacia el sur de la corriente de Cronwell asociadas a eventos “El Niño”, y en el invierno por la intensificación de los vientos alisios y maretazos.

c) La distribución del sedimento superficial está determinado por la topografía de la bahía, con pendiente suave, llegando a profundidades mayores de 30 m en la bocana. Entre la orilla y la bocana, se presenta fango sulfuroso, perjudicial para muchos organismos.

La parte central que comprende gran parte de la concesión presenta profundidades entre 10 – 15 m y esta constituida por un fango movedizo areno limoso (60 – 90 % de arena y 10 – 30 % de limo), con un espesor aproximado de 10 – 20 cm. Este sedimento presenta un ligero olor sulfuroso, con restos de bivalvos (conchas vacías de almeja y “concha de abanico”), y gran cantidad de holotúridos. Un tercer tipo de sedimento se observa en la parte sur de la concesión frente a la bocana de la bahía, con profundidades mayores de 15 m y compuesto por fango de material limo arcilloso (30 – 70 % de limo y 6 – 15 de arcilla), con fuerte olor sulfuroso, en donde no se observa signos de vida bentónica. El sedimento en esta área alcanza un espesor de 60 – 70 cm (Morón *et al.*,1997).

La bahía de Samanco se caracteriza por presentar dos zonas bien diferenciadas: una zona intermareal constituida por un sustrato arenoso, la cual gran parte del año queda parcialmente cubierta por grandes cantidades de algas, como *Ulva sp.*, *Gracilariopsis sp.*, y una zona intermareal de consistencia rocosa y arenofangosa donde se desarrollan algas como *Ulva sp.*, *Gigartina sp.*, *Gelidium sp.*, entre otras.

Rubio *et al.* (1994), reporta que la comunidad bentónica de la concesión es muy pobre, y que la composición de especies estuvo representada principalmente por dos especies de poliquetos *Chaetozone sp.* y *Capetillidae sp.*, especies propias de lugares sometidos a algún tipo de perturbación; mientras que en biomasa las más representativas fueron especies de mayor tamaño como el poliqueto *Diopatra sp.*, el equinodermo *Cucumaria sp.*, y los moluscos *Oliva peruviana* y *Mesodesma sp.*

En general la comunidad bentónica en la bahía de Samanco es muy pobre, se registraron 43 especies: equinodermos (55, 9 %), anélidos (29,5 %), moluscos (11,8 %), crustáceos (2,5 %) y otros (0,3 %); cuya representación en términos de densidad

numérica por especie fue de *Ophlactis kroyert* (35,04 %), *Diopatra* sp. (28,53 %), *Cucumaria* sp. (20,41%), *Nassarius gari* (3,38%), *Mitrella* sp. (2,63%), *Pagurus villosus* (2,00%) y *Tagela* sp. (1,45%) (Morón, 1993; Rubio *et al.*, 1994).

En la bahía de Samanco, se observa un flujo superficial de la corriente que ingresa por la parte norte de la bocana, se proyecta al interior en un recorrido semicircular y sigue la línea costera para salir por el lado sur de la bocana con velocidades que varían entre 7 y 26,5 cm s⁻¹. En el fondo, la circulación presenta un flujo que entra por la parte central de la bocana, se bifurca en dos ramales que salen por los márgenes laterales, permaneciendo parte de las aguas en el interior, formando un remolino que gira en sentido horario. Las intensidades de las corrientes en este nivel varían entre 7 y 19 cm s⁻¹ (fig. 1).

La temperatura superficial del agua en la bahía de Samanco presenta un rango anual de 15 a 27 °C y en fondo fluctúa entre 13 a 20 °C en condiciones normales; sin embargo, durante el evento “El Niño”, la temperatura puede alcanzar valores hasta de 33 °C a nivel superficial (Tapia, 2000).

Morón, 1993; Rubio *et al.*(1994), reportan que los niveles de clorofila “a” varían de 0,65 a 10,91 ug at. l⁻¹ en la superficie y de 0,70 a 4,38 ug at. l⁻¹ en el fondo; las mayores concentraciones se localizan entre Caleta Colorada y la Boquita.

La bahía de Samanco en general presenta salinidades propias de aguas subtropicales superficiales. Los valores oscilan entre los 35,18 y 35,32 ‰ y los más altos se registran a lo largo de la línea de la costa. En el fondo las concentraciones varían entre 35,08 y 35,21 ‰. Cabe destacar que en esta área no se presentan descargas de aguas provenientes de los ríos hacia el mar, y siendo la renovación del agua lenta, ello contribuye a que los tenores de salinidad se mantengan relativamente altos. El oxígeno disuelto en la superficie se presenta en forma homogénea, con valores entre 4,59 y 6,10 ml l⁻¹, aumentando de sur a norte. En el fondo se presenta concentraciones que varían entre 4,71 y 0,63 ml l⁻¹, disminuyendo mar adentro.



Fig. 1 Mapa de ubicación de la zona de estudio.

MARCO TEÓRICO

I. GENERAL

En Europa el cultivo de bivalvos se inició en el siglo XIII, de forma casual con el cultivo de mejillones mediante el sistema de cultivo natural y también sobre estacas (Montserrat, 1991), pero no fue hasta el siglo XIX que se extendió por toda Europa como Holanda, España, Inglaterra, etc. (Trissolloni, 1981). Es en Francia, en 1850, donde se inicia las primeras captaciones de semilla de *Ostrea edulis* "ostra plana" (Montserrat, 1991). Al mismo tiempo, un incidente generado por el transporte de semilla en el casco de los barcos cargueros, en el estuario de Gironde (Francia) permitió la implantación de *Crassostrea angulata* "ostra portuguesa" (Bautista, 1989), extendiéndose por todas las costas francesas; hasta la aparición en 1970 de una epidemia vírica que causó grandes mortalidades de *C. angulata* "ostra portuguesa" (Montserrat, 1991). Posteriormente *Crassostrea gigas* "ostra japonesa" reemplazó a la "ostra portuguesa". Según Montserrat (1991) y Walne (1974), esto se da por su buen crecimiento, rusticidad y otras características propias de esta especie.

Crassostrea gigas con una historia de cultivo que supera los 350 años en Japón, y con un sistema de cultivo conocido actualmente, se encuentra en Latinoamérica en una etapa de introducción; con producciones incipientes debido fundamentalmente a la transferencia de tecnología de cultivo y promoción (Hoyl & Uribe, 1990).

En base al análisis evolutivo, del nivel de desarrollo alcanzado por el cultivo de "ostra japonesa" en Latinoamérica, Chile representa un futuro potencial acuícola muy interesante. *C. gigas* fue introducida en 1977 y actualmente su cultivo representa una de las actividades más importantes de la maricultura en lo que a producción de semilla se refiere; ya que dispone de tecnología para su producción en laboratorio, y se han resuelto los problemas para su abastecimiento (Illanes *et al.*, 1990). Existen tres laboratorios productores de semilla de *C. gigas*, ubicados en la zona norte del país (Illanes *et al.*, 1990). En 1988 la producción de semilla en el laboratorio Tongoy Ltda fue de 40 millones de unidades con tallas promedios de

3,5mm; exportándose el 15%. Además la Universidad Católica del Norte, con sede en Coquimbo produce semilla en forma masiva, dependiendo los volúmenes de producción, de la demanda de los "ostricultores" (cultivadores de ostras) (Hoyl & Uribe, 1990; Illanes, 1991).

Actualmente Chile cultiva, a mediana escala *C. gigas* hasta su engorde y comercialización, en varios lugares, tales como: Coquimbo, Bahía la Herradura, Mejillones, Tongoy e Iquique. Todos estos centros experimentales privados de cultivo en ambientes naturales; en los cuales utilizan la técnica de cultivos suspendidos hasta su tamaño comercial, estuvieron basados en ensayos que se orientaron a determinar las mejores densidades de cultivo, periodos óptimos de crecimiento, necesidades de mano de obra y aceptación del producto en el mercado nacional chileno (Hoyl & Uribe, 1990).

En Chile, Disalvo & Martínez (1985), utilizando cultivos de fondo, reportan que después de 15 a 16 meses es posible obtener una ostra comercial, con una producción de 15 unid. Kg⁻¹. Por otro lado Illanes (1986) quien trabajó con *C. gigas* en la Bahía Tongoy (norte de Chile), bajo cultivo de sistema suspendido utilizando "pearl net" y linternas, logró resultados mucho más alentadores registrando crecimientos de 1cm promedio mensual, lográndose de esta manera obtener una ostra comercial a los 13 meses, aunque con un mayor costo de producción.

Brasil ha introducido recientemente *C. gigas* para la etapa de engorde en sistema suspendido con semilla procedente de Chile y por su gran crecimiento se le ha considerado como una alternativa económica para el pescador artesanal y posible complemento del cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* "camarón de río" (Hoyl & Uribe, 1990). Actualmente se construye un laboratorio artesanal con el cual buscan obtener un adecuado abastecimiento de semilla (Poli *et al.*, 1990), aún cuando se han registrado mortalidades muy altas, cuyas causas vienen siendo investigadas (Hoyl & Uribe, 1990).

En Ecuador, Colombia, Argentina y México el rubro de cultivo de *Crassostrea gigas* aún se encuentra en etapa de experimentación (Barnabé, 1991;

Cisneros & Argüelles, 1999, Dardignac, 1991; Gaboudan, 1991; Mora & Avila, 1990; Osorio, 1990; Pascual & Zampatti, 1990).

La maricultura de moluscos en el Perú se inicia en la década de los 70, momentos en que se implementan diferentes experimentos para el cultivo de los Ostreidos (*Crassostrea rizophorae*) y Mitylidos (*Aulacomya ater*), en ambientes naturales. En ambos casos, los experimentos corrieron por parte del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), con resultados pocos alentadores debido principalmente a la falta de comprensión de los pescadores del área de trabajo (Valdiviezo, 1990), quienes causaron pérdidas en parte o la totalidad de los implementos de cultivo. Además, en el caso de los ostreidos se sumó el hecho de la aparición de una proliferación de gasterópodos que predaban el recurso, asolando las áreas de cultivo. El gasterópodo más importante fue identificado como *Thais kiosquiiformis* pertenecientes a la familia Thaididae (Berger, 1989).

II. ESPECIFICO

En el Perú las investigaciones para el cultivo de *C. gigas*, al igual que para otros moluscos, no han avanzado significativamente o cuentan con resultados parciales, salvo para *A. purpuratus*, cuyos cultivos se han intensificado en los últimos años. Se tiene conocimiento que IMARPE en 1995 introdujo esta especie para su adaptación y acondicionamiento con fines de producción de semilla en laboratorio. En cultivos experimentales se ha logrado en cinco meses, obtener semillas de *C. gigas* con tallas promedio de 15 mm, pero con producciones aún no alentadoras. Además el Fondo de Desarrollo Pesquero (FONDEPES) está actualmente cultivando *C. gigas* encontrándose en un proceso de adaptación en el litoral de Casma, adaptando la tecnología de cultivo de Chile para la etapa de engorde (Cisneros *et al.*, 1995).

En general se desconocen estudios de *C. gigas* utilizando sistema suspendido, basados en densidades y profundidades de siembra, sólo se conocen estudios de cultivo utilizando el mismo sistema suspendido basados en densidades y profundidades de siembra de *A. purpuratus*, lo que se podría utilizar como referencia

dada la similitud en el uso de sistemas para cultivo de estas especies, en donde la densidad es una variable determinante en el crecimiento. Cisneros & Argüelles (1996) e Ysla (1987) manifiestan que en general, la variable densidad no incide tanto en la sobre vivencia de *A. purpuratus*, pero si advierten una relación: que a menor densidad el organismo crece mejor con un consiguiente mayor costo, mientras que a mayores densidades el proceso se invierte.

En relación a estudios sobre densidad y profundidad de siembra de *C. gigas*, Illanes (1991), manifiesta que en Chile estos cultivos han alcanzado niveles de producción muy importantes, basados en poli cultivos de *C. gigas* y *Gracilaria* sp., donde se llegó a trabajar con una densidad de siembra de 300 organismos por linterna. Por otro lado, Flores (1974) determinó que la densidad de siembra de "ostras" en ambientes naturales depende de la calidad y profundidad del área elegida. Así mismo, ello dependería del tamaño de las "ostras" sembradas y del grado de manejo que se adquiere con la experiencia, concluyendo en general que el número de "ostras" por hectárea debe ser hasta 3,7 millones de individuos. En relación a las profundidades, manifiesta que éstas dependen de las corrientes marinas, zonas de afloramiento y grado de la constitución de las ondas marinas, recomendando que deben sembrarse entre los 6 a 8 m de profundidad. Paralelamente, en España y Francia se vienen cultivando *C. gigas* en las zonas intermareales utilizando la modalidad de sistema suspendido en cajas de madera con parante de fierro, pero aún con problemas de orden técnico, ocasionados por la bajamar y pleamar. Las densidades de siembra registradas para tales países según Gouletquer *et al.* (1986) y Gouletquer & Bacher (1988), están en el orden de los 200 ind m⁻², aunque pueden disminuir de 30 a 50 ind.m⁻², dependiendo de la productividad del agua.

III. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

3.1 TAXONOMÍA

Phylum	: Mollusca
Clase	: Pelecypoda, Bivalvia
Orden	: Pterioida
Familia	: Ostreidae
Género	: <i>Crassostrea</i>
Especie	: <i>C. gigas</i>
Nombre común: "ostra del pacífico", "ostra japonesa"	

3.2. HÁBITAT NATURAL

C. gigas requieren zonas adecuadas para un buen crecimiento cuyas profundidades están comprendidas entre 1 – 20 m, con fondos duros, de conchuela o gravilla, limpias de fango en donde existan corrientes y mareas de fuerza media (Quayle, 1981).

Los rangos de temperatura durante su crecimiento oscilan entre los 10 a 30°C, y durante el desove y desarrollo larval la temperatura óptima es de 20°C (Pilay, 1997). El rango de salinidad tolerado oscila entre los 5 a 40 ‰, aunque para el desarrollo larval se consideran salinidades más bajas entre 15 y 16 ‰ (Bautista, 1989).

3.3. DISTRIBUCIÓN

Naturalmente la especie *C. gigas* esta distribuida por el Océano Pacífico; desde la costa Pacífica de América del Norte desde Alaska hasta Columbia Británica y en Estados Unidos hasta California. En la Unión Soviética (mar de Okhotsk, Vladivostok e isla de Sakhalin); en Japón (Sendai Razim y en las prefecturas de Iwate e Hiroshima). También se la encuentra en Corea. Debido a su potencialidad maricultural esta especie ha sido introducida recientemente en varios países: Francia, Italia, Inglaterra, Marruecos, Australia, Nueva Zelanda, Holanda, Noruega, Dinamarca, Alemania, Bélgica, España y en América del Sur (Chile, Brasil y Perú) (Barnabé, 1991; Corchard, 1998; Davy, 1990; Heral, 1991; Hoyl & Uribe, 1990; Monserrat, 1991 y Osorio, 1989).

3.4. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

La concha está compuesta por dos valvas casi circulares, articuladas en la parte dorsal a través de un ligamento. Las dos valvas son más alargadas en el sentido del eje dorsal-ventral, así como más gruesas, rugosas y excavadas, los anillos de crecimiento son escamosos y los bordes de las valvas son más frágiles que las especies del género *Ostrea* (Bautista, 1989).

La valva izquierda es de mayor tamaño y por lo general de forma acopada y la valva derecha ubicada a nivel superior es de menor tamaño y plana. Las dos valvas se hallan articuladas en su parte anterior, la cual generalmente termina en punta y es conocida como el extremo umbonal (fig. 2).

La concha se compone de tres capas: la capa interna, es una capa delgada, dura, por lo general brillante, denominada nácar o madreperla. La capa externa, es delgada, córnea, casi membranosa que se desgasta muy pronto. Entre estas dos capas hay una capa gredosa, la cual conforma la parte principal de la concha (Quayle, 1981).

Si se retira la valva superior derecha, el cuerpo de la ostra reposa con la boca hacia el extremo umbonal o extremo articulado y la parte posterior hacia el extremo redondeado. Por tanto, el eje largo constituye en realidad la altura, pero el uso común lo designa como la longitud. Cuando la valva izquierda se encuentra en la parte inferior y la articulación en el lado izquierdo, el lado superior es el dorsal y el inferior es el ventral (fig. 2).

3.5. ANATOMÍA INTERNA

Está conformada por el manto que cubre todo el cuerpo en ambos lados; el área ventral adopta la forma de dos faldillas delgadas, engrosadas en el borde y por lo general más oscuro que el área principal del manto; siendo el manto la parte que segrega la concha (fig. 3). Cuando se retiran las dos porciones libres del manto aparecen en el extremo anterior cuatro apéndices en forma de hoja que rodea la boca, estos son los palpos labiales, que son los encargados de seleccionar y rechazar las partículas alimenticias. A lo largo de toda la parte ventral del cuerpo se

encuentran cuatro apéndices alargados, finamente estirados, de color beige, llamadas branquias. Las branquias constan de "pelos" delgados o cilios que se baten rápidamente, creando una corriente de entrada de agua a través de la abertura ventral de la concha, funcionando como mecanismos respiratorios y de recolección de alimentos (Quayle, 1981).

Las partículas alimenticias pasan a través de la boca, hasta el estómago, donde el bastoncillo gelatinoso de color amarillento, llamado "estilo cristalino", concentra el alimento a la vez que produce secreciones enzimáticas. Las partículas no digeridas atraviesan rápidamente el tracto digestivo, siendo liberadas en forma de heces por el ano, el cual está debajo del músculo aductor (Bautista, 1989).

En cada lado del estómago aparecen una serie de tubos ramosos, que vienen a ser el hígado. Este es sumamente pigmentado y cuando la ostra está alimentándose en forma activa su color es verde oscuro o negro, de otra manera, su color es café oscuro. Cuando se retiran los tejidos anteriores al músculo aductor, se expone el corazón, que consta de un ventrículo y dos aurículas, los cuales se conectan con vasos sanguíneos de pared delgada, su sangre es incolora y fría. La ostra tiene un sistema nervioso simplificado que consiste en tres grupos distintos de células nerviosas en vez de un cerebro (AQUARIUS, 1985).

3.6. ALIMENTACIÓN

No obstante a los estudios realizados sobre diversas especies de ostras en el mundo, se sabe relativamente poco sobre lo que en realidad constituye un alimento utilizable para ellos. Las ostras por el hecho de permanecer inmóviles y de alimentarse por medio de un filtro, ellos aceptan cualquier tipo de materia que le llegue en el agua que habita; no obstante se ha podido establecer que tienen capacidad de seleccionar lo que ingieren. Aun cuando existen avances notables en otros rubros, no se han definido los valores nutricionales de los diversos ítems alimenticios de estos organismos (Quayle, 1981).

Cualesquiera que sean los alimentos, flagelados microscópicos, diatomeas o partículas orgánicas muy pequeñas (detritus) de la desintegración de animales y

plantas en el mar, existe por lo general un ciclo anual de crecimiento y engorde, que refleja un ciclo anual en la disponibilidad de alimento, relacionada con la abundancia de plancton (Bautista, 1989).

Según Barnabé (1991), las ostras se alimentan naturalmente de microalgas, siendo las especies de algas de mayor valor nutritivo las que pertenecen a los géneros *Isocrysis sp* y *Tetraselmis sp* (flagelados y sin conchas silíceas), así como también *Monochrysis sp*, *Dunaliella sp*, *Skeletonema sp* y *Phaeodactylum sp*.

3.7. REPRODUCCIÓN

En su hábitat natural, la madurez sexual ocurre a los 6 meses de edad y depende básicamente de la temperatura del agua, la cual debe fluctuar entre los 16 a 20 °C ; además de ello de la disponibilidad de alimento (Brown & Hartwick, 1988).

Durante la época de reproducción las gónadas se extienden sobre toda la superficie y son de color crema claro, sin que se pueda apreciar diferencias sexuales, ya que la ostra, cuando madura por primera vez se desarrolla como macho y una vez liberado el espermatozoide, se desarrolla como hembra; una alternancia sexual que persiste durante toda su vida. En las especies del género *Crassostrea* al principio se desarrollan como machos, pero posteriormente algunos individuos de la población permanecen como machos y otros individuos maduran como hembras, o unas y otras pueden cambiar de sexo en las etapas posteriores de su vida. Incluso pueden aparecer ocasionalmente individuos hermafroditas (Bautista, 1989 y Quayle, 1981).

La liberación de óvulos y espermatozoides es externa, siendo la fecundación y desarrollo larval en el estuario. Las larvas, llamadas veliger nadan activamente y son arrastradas por las corrientes durante unas dos o tres semanas, hasta que se adhieren mediante un pie pequeño a superficies limpias que permiten su fijación. A este estadio se denomina "semillas", y en él que inicia el desarrollo de la concha. En general, las zonas que son adecuadas para las puestas no son las idóneas para su crecimiento, de ahí que, una vez que se han fijado las "semillas" y al no encontrar buenas condiciones estas mueren o su crecimiento es lento, es por ello que el porcentaje de supervivencia y tasas de crecimiento es mínima (Heral, 1991).

3.8. COMPETIDORES Y PREDADORES

Durante el estado planctónico, las ostras larvales son consumidas por muchos organismos, entre estos están los invertebrados que se alimentan por filtros, como las propias ostras adultas, las almejas, y algunos peces pequeños con mecanismos de alimentación por filtros como el arenque. Asimismo las ostras adultas tienen varios tipos de predadores entre estos tenemos a: los peces, cangrejos, caracoles, estrellas de mar y lombrices planas (Quayle, 1981).

Entre los organismos asociados con las ostras que, aunque rara vez ocasionan su muerte, pero sí les causan irritaciones, compiten o les obstaculizan la obtención de alimento, se encuentran: las esponjas xilófagas, las lombrices xilófagas marinas (por lo general los que pertenecen al género *Polydora*), los moluscos xilófagos, las conchas "silpper", los cangrejos comensales o asociados, los tunicados, lapas y otros organismos "fouling" (Quayle, 1981).

3.9. ENFERMEDADES Y PARÁSITOS

Las enfermedades de las ostras, que han diezmando poblaciones enteras, se presentan en varias partes del mundo. Sin embargo, sus efectos no son por lo general permanentes, aunque la recuperación puede demorar varios años. Estas enfermedades se deben principalmente a virus, bacterias, hongos y protozoarios. La evidencia inicial de la mayoría de las enfermedades la constituyen la presencia de pústulas amarillentas sobre la superficie del cuerpo de la ostra, las cuales manchan la concha adyacente (Quayle, 1981).

Tanto las lombrices planas como las ahusadas se presentan en las ostras como parásitos en diversas regiones del mundo. En algunos casos puede haber mortalidad pero es raro que los parásitos sean la causa primaria, frecuentemente la interferencia es con el crecimiento o la reproducción.

Entre los principales organismos que causan enfermedades tenemos a los hongos del género *Dermocystidium*, que originan micelas en las branquias; el protozoo MSX *Minchina* sp que produce infección en las branquias, y los protozoos ameboides que causan tumores en el manto. Entre los principales parásitos tenemos

al crustáceo, copépodo *Mytilicola* sp, parásitos ciliados como *Ancistrocama* sp y *Trichodena* sp, el parásito *Polydora ciliata*, parásitos trematodos (*Bucephalus*) que causan infecciones en la gónada y el parásito *Arenicola* sp. que forma cápsulas en el manto (Pilay, 1987).

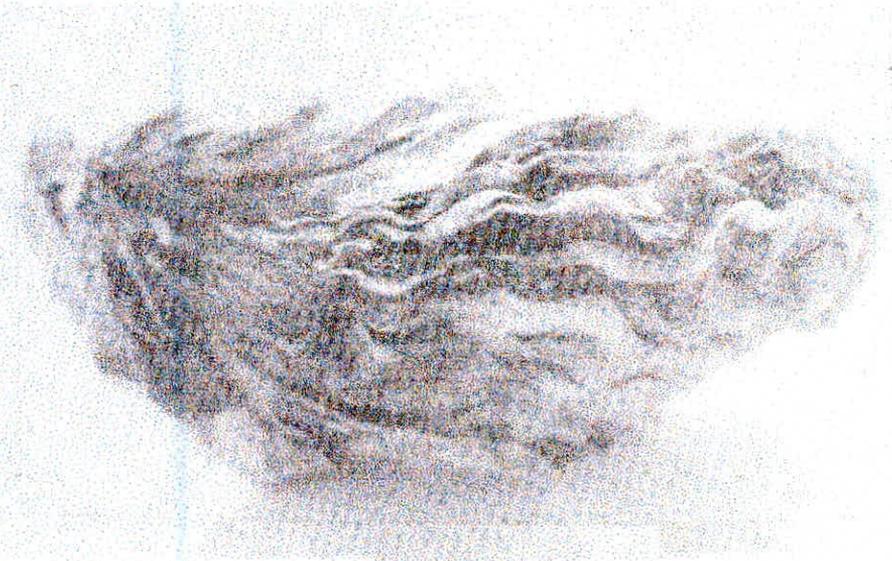


Fig. 2 Orientación y morfología externa de la "ostra japonesa" *Crassostrea gigas* (tomado de Spencer, 1990).

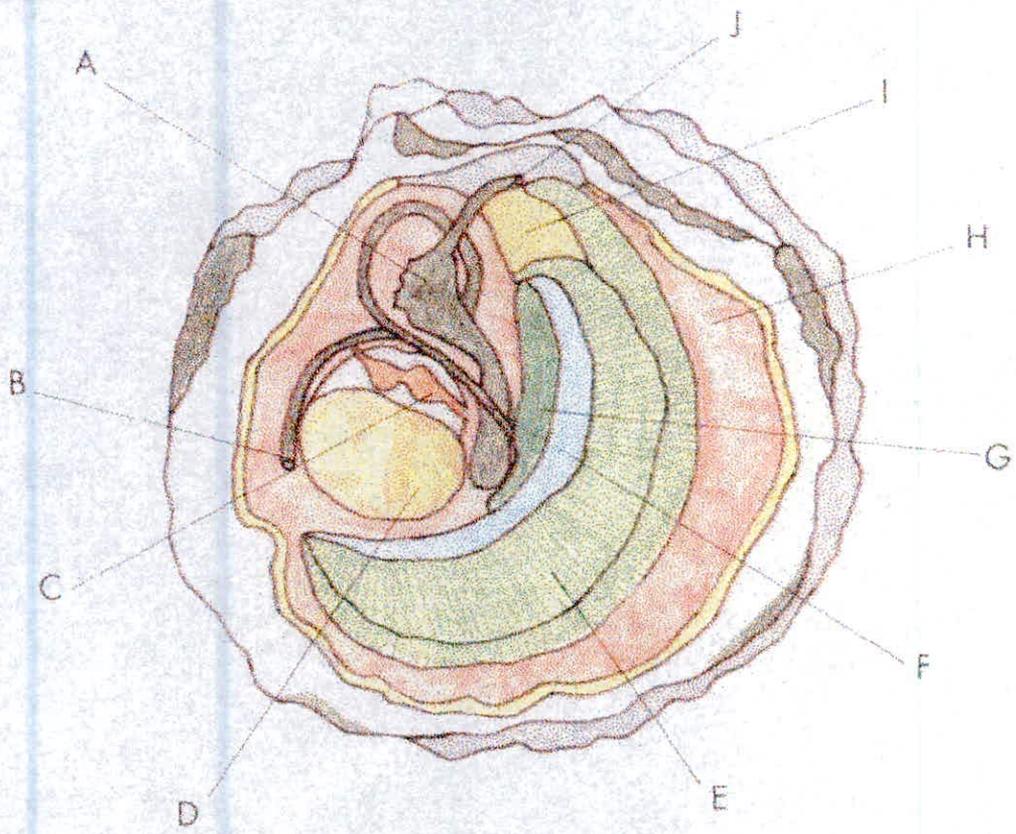


Fig. 3 Anatomía interna de la "ostra japonesa" *Crassostrea gigas* (tomado de Bonilla, 1969).

3.10. SISTEMA DE CULTIVO

C. gigas se la cultiva bajo dos sistemas el cultivo: suspendido de fondo.

3.10.1 Cultivo de fondo

El cultivo de fondo, como su nombre lo indica, se da cuando las ostras son cultivadas directamente en el fondo, ya sea intermareal o submarealmente (fig. 4). El cultivo intermareal requiere un fondo razonablemente firme de modo que las ostras no se hundan demasiado en él, que el piso esté al nivel mareal correcto de modo que las ostras se encuentren entre las dos terceras partes mas bajas del rango mareal. También se necesita protección contra la acción de las olas. Dado que la mayoría de las áreas potenciales, para el cultivo de las ostras se hallan en estuarios con fondos particularmente fangosos y blandos, este tipo de cultivo generalmente no resulta apropiado, así mismo la acción de los predadores en el fondo es por lo común muy alto.

En el cultivo submareal, el nivel mareal y la protección contra las olas no tienen importancia, por tanto, la consistencia del fondo y la acción de los predadores son los dos principales factores. Sin embargo, los problemas de recolección son mayores ya que necesitan tenazas manuales y rastras.

3.10.2 Cultivo alejado del fondo.

Con este método la ostra en crecimiento se mantiene alejada del fondo por distintos medios, las ostras suspendidas crecen además más rápidamente que las de fondo y poseen una mejor condición. Debido a que la ostra o su "semilla" deben estar encerrado de alguna manera para su cultivo suspendido, es por lo que este sistema es más costoso que el sistema de fondo. Sin embargo, la ventaja de un crecimiento rápido y de mejores condiciones, pueden compensar la diferencia de costos. El cultivo suspendido se puede dar por una gran cantidad de métodos:

a. Cultivo desde balsas o suspendidos.

En este sistema las ostras se cuelgan de estructuras flotantes como balsas. Las ostras se pueden colocar en bandejas o se pueden adherir a cuerdas verticales. Un método alternativo de flotación para las bolsas consiste en el sistema "long - line" (fig.

4) que consiste en una serie de flotadores pequeños unidos por un cabo que se fija por medio de anclas en los dos extremos; las bandejas o cordeles se suspenden del cabo.

En ambos casos las bandejas resultan costosas, en parte debido a la inversión inicial en bandejas y en parte a la necesidad de conservarlas libres de "fouling". Para el caso del cultivo en cuerdas, en alambre galvanizado se ensartan porciones individuales de colectores con "semillas" adheridas. También se utilizan otros materiales como cuerdas sintéticas, nylon monofilamentado, etc. Las piezas individuales de colectores se mantienen a una distancia de 8 a 12 pulgadas entre sí mediante separadores tales como pedazos de bambú o canutillos de plástico, si se utiliza alambre una torcedura los mantendrá separados.

b. Cultivo en perchas.

Este es un sistema mediante el cual las ostras, ya sea en bandejas, cordeles o adheridas a otros dispositivos como palos, se disponen sobre perchas las cuales se incrustan en el suelo en la ante-playa, ya sea a nivel intermareal o submareal. Las perchas se pueden construir de muchas formas (fig. 4). En la mayoría de los casos se fabrican de madera, debido a su disponibilidad y bajo costo, pero, igualmente se pueden hacer de metal. La principal limitación radica en la profundidad del agua, si esta es demasiado profunda se utilizará mucho material, en consecuencia la profundidad adecuada para el cultivo en perchas está entre los 2 y 3 m. Además de la ventaja de su bajo costo, la percha permite colocar las ostras en un nivel en el que puedan ser expuestas a la intemperie por períodos breves durante la mayoría de los ciclos maréales, controlando así en gran medida la acción del "fouling".

Se mencionó anteriormente la suspensión en bandejas y cuerdas, para el caso del cultivo en perchas también se utiliza el cultivo australiano en palos, el que consiste en hacer uso de varas de palos planos con un ancho de 1 a 2 pulgadas y una longitud de 4 pies. La ventaja de este sistema consiste en que las ostras pueden ser cultivadas a un nivel mareal seleccionado, están alejadas del fondo y la acción del "fouling" es mínima. La principal desventaja es el efecto del apiñamiento que puede tener como resultado un crecimiento ligeramente reducido y unas valvas no muy

bien conformadas; sin embargo, es menos costosa que la mayoría de los otros sistemas, es sencilla su operación y sus materiales por lo general de fácil obtención.

c. Cultivo en estaca.

Hay que distinguir entre el cultivo de estacas y el cultivo de palos. En el cultivo de palos, el palo constituye el sustrato; en el de estaca, ésta es el soporte. En este tipo de cultivo se hunde en el suelo una estaca corta con un clavo en el extremo superior. El clavo mantiene en su lugar un pedazo agujereado de colector con semilla (fig. 4). Las ostras que están en el segmento de colector (la mayoría de las veces una concha de ostra) crecen hacia fuera hasta formar un racimo, como sucede con las cuerdas en el cultivo de balsas.

El sistema es apropiado para zonas poco profundas, donde los fondos son demasiado blandos y donde el área generalmente no es apropiado para el cultivo en bolsas. Las ventajas son su bajo costo y el control del nivel mareal al cual se pueden criar las ostras, la acción del "fouling" puede ser mínima si se selecciona adecuadamente el nivel.

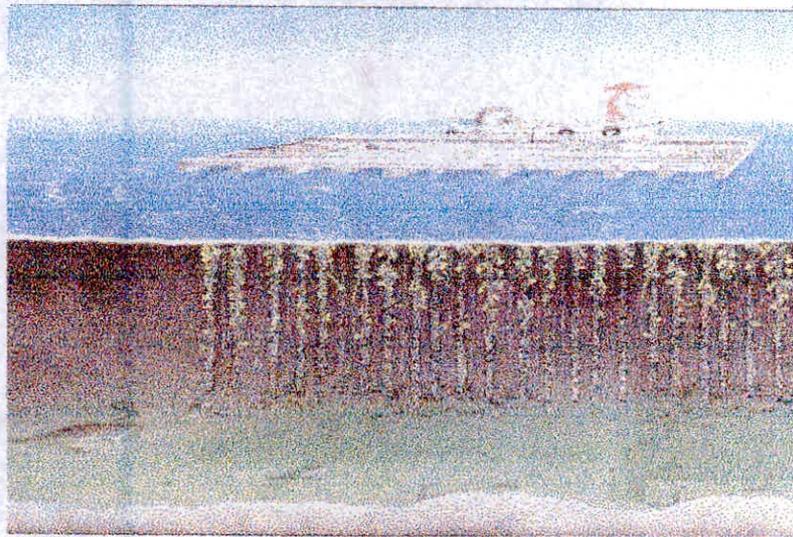


Fig. 4 Sistemas de cultivo empleados en la "ostra japonesa" *Crassostrea gigas*: cultivo de fondo y cultivos alejados del fondo: cultivos desde balsas o suspendidos(a), cultivos en perchas(b) y cultivos en estacas(c).

MATERIALES Y MÉTODOS

1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El presente estudio se realizó entre mayo y octubre de 1999, en la concesión de la empresa de cultivos marinos Capitán S.A, ubicado en la bahía Samanco (Ancash, Perú).

2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Las variables probadas en el presente estudio fueron la densidad y profundidad, sobre el crecimiento de *Crassostrea gigas* "ostra japonesa", cultivada en sistema suspendido tipo japonés ("long - line").

El diseño experimental aplicado fue el factorial de 3 x 3 con dos factores: La densidad con tres niveles (30, 50 y 70 ind piso⁻¹) y la profundidad con tres niveles (3, 7, 11 m), haciendo un total de nueve tratamientos, los que se ejecutaron con tres repeticiones; resultando 27 unidades experimentales (tabla 1).

Tabla 1 Diseño experimental factorial 3 x 3.

DENSIDAD	PROFUNDIDAD (m)		
	3	7	11
D ₁ (30 ind piso-1)	T ₁ x 3r	T ₄ x 3r	T ₇ x 3r
D ₂ (50 ind piso-1)	T ₂ x 3r	T ₅ x 3r	T ₈ x 3r
D ₃ (70 ind piso-1)	T ₃ x 3r	T ₆ x 3r	T ₉ x 3r

Donde: D : Densidades.

T : Tratamientos.

r : repeticiones.

3. SISTEMAS EXPERIMENTALES.

Las características de las estructuras y la forma de instalación de las mismas se detallan en la fig. 5, en donde se puede distinguir, la línea madre con tres líneas auxiliares, separadas cada una de ellas 10 m, en las que se instalaron las linternas (L_2) de 1,2 m de largo, las que están cubiertas de malla sintética (nylon).

El estudio consideró la etapa de engorde empleando tres densidades de siembra (30, 50 y 70 ind.piso⁻¹), utilizando un total de 2700 individuos, con una longitud total promedio entre 4,8 y 5,0 cm y un peso total promedio de 3,36 g. Estos ejemplares fueron recolectados por buzos en la bahía "Tortugas" (Casma), los que fueron acondicionadas en baldes plásticos con agua de mar para su traslado al lugar de estudio.

Los registros de los factores físicos (temperatura del ambiente y del agua, y transparencia), químicos (oxígeno disuelto en el agua y salinidad) y los factores biológicos (clorofila "a", muestras de *C. gigas* para la toma de talla y peso de las partes blandas), se registraron quincenalmente.

4. EVALUACIÓN DE LOS FACTORES ABIÓTICOS.

La temperatura ambiental y la temperatura superficial del agua se registró con un termómetro simple de sensibilidad de 0,5 °C; siendo la última a través del método del "balde". La temperatura de la columna de agua a los 3, 7 y 11 m de profundidad se registró con un termómetro de inversión RITHER & INLEST Berlín WEST Germany de 0,1 °C de sensibilidad. La transparencia del agua se registró con un disco Secchi de 30 cm de diámetro.

La cuantificación del oxígeno disuelto en el agua se realizó mediante el empleo del método de Winkler modificado con azida de sodio (APHA, AWWA & WPCF, 1992). La salinidad fue registrada con un refractómetro de 2% de sensibilidad.

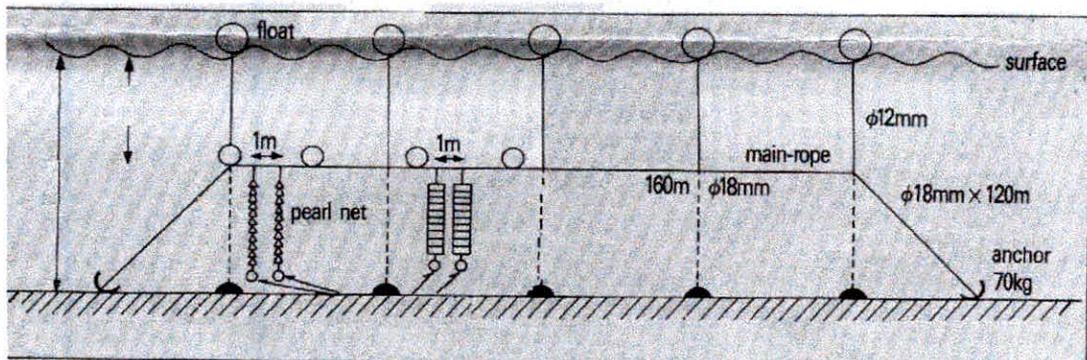
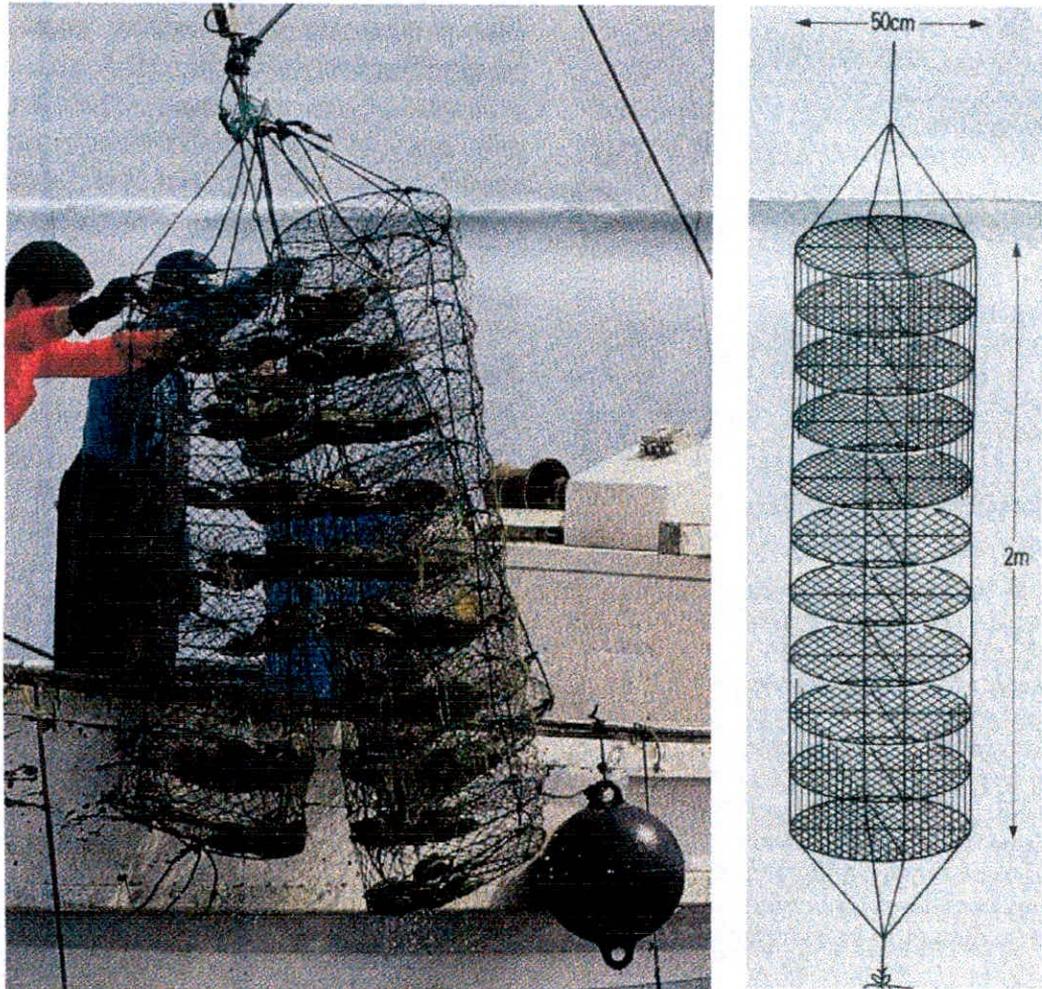


Fig. 5 Características del sistema suspendido en “long line” utilizado en el cultivo de la “ostra japonesa” *Crassostrea gigas*, en el presente estudio en la concesión de la empresa Capitán S.A.” (bahía de Samanco).

5. EVALUACIÓN DE LOS FACTORES BIOTICOS: CLOROFILA "a", TALLA Y PESO DE LAS PARTES BLANDAS DE *C. Gigas*.

La productividad primaria se registró mediante el método de la clorofila "a" (APHA, AWWA & WPCF, 1992)

Se registro *in situ* la talla del 30% de organismos de cada linterna. La talla se midió con un malacómetro de 1,0 mm de aproximación.

Para obtener el peso de las partes blandas de *C. gigas*, se tomaron 30 organismos de la linterna, diez por repetición (piso 2, 5 y 8). Estos organismos fueron colocados en bolsas plásticas etiquetadas con hielo para su transporte y posterior análisis en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Univ. Nac. del Santa. Este estudio consistió en abrir manualmente la valva, para luego extraer las partes blandas con un cuchillo y finalmente pesarlas en una balanza digital de 0,01 g de sensibilidad.

6. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El tratamiento estadístico de los resultados se hizo utilizando tablas y gráficas uni y bi dimensionales, así como la aplicación de análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Amplitud Múltiple de Duncan. También se aplicó el análisis de regresión y correlación para determinar el grado de asociación y dependencia de las variables (Sokal & Rohlf, 1980 y Steel & Torrie, 1985).

Para el crecimiento en longitud, se realizó un análisis de las tallas mensuales, determinándose las longitudes medias para cada periodo (mes).

El análisis de crecimiento se hizo mediante la ecuación de Von Bertalanffy (Cisneros & Argüelles, 1996):

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

Donde:

L_t – Longitud del individuo

L_{∞} = Longitud media teórica máxima alcanzada por el individuo, siendo el valor de L_t para el cual la tasa de crecimiento es igual a uno.

e – Base logarítmica neperiano

k = Coeficiente de crecimiento

t_0 – Edad teórica que tendría el individuo a la longitud cero.

En la etapa final del cultivo se determinó la tasa de supervivencia(S), mortalidad(Z), así como de biomasa(B) y producción final(P) para cada tratamiento, por periodo de muestreo, de acuerdo a las recomendaciones de Cisneros & Argüelles(1996).

$$S = e^{-Z}$$

Donde :

S = tasa final de sobrevivencia

Z = tasa instantánea de mortalidad final

e – base logaritmo neperiano.

$$Z = -\ln \left(\frac{N_{t+1}}{N_t} \right)$$

Donde :

Z – tasa instantánea de mortalidad

N_t = número de ejemplares al tiempo t

N_{t+1} = número de ejemplares al tiempo t+1

$$B = N_t \cdot W$$

Donde:

B = biomasa en gramos.

N_t = abundancia en número al tiempo t

W – peso promedio en gramos.

$$P = \left(\frac{N_t + N_{t+1}}{2} \right) \cdot (W_{t+1} - W_t)$$

18 AGO. 2003
0818



Donde :

- P = producción final en gramos
- N_t = número de ejemplares al tiempo t
- N_{t+1} = número de ejemplares al tiempo t+1
- W_{t+1} = peso promedio en gramos al tiempo t+1
- W_t = peso promedio en gramos al tiempo t

El valor calculado del peso se determinó mediante la relación longitud-peso (Cisneros & Argüelles, 1996):

$$W = aL^b$$

Donde:

- W = Peso individual
- L = Longitud individual promedio.
- a y b = Coeficiente alo métrica.

La variación de la carga total por tratamiento se calculó mediante la siguiente ecuación (Cisneros, 1984 in Cisneros *et al.*, 1996):

$$B_t = N_0 W e^{-zt} (1 - e^{-k(t-t_0)^3})$$

Donde:

- B_t = carga total
- N₀ = Número inicial
- W = Peso
- e = 2,718282
- z = Mortalidad
- t = Tiempo

Mensualmente se realizó el mantenimiento del "long line" y los sistemas de cultivo, para evitar el incremento en peso de los sistemas por el "fouling".

RESULTADOS

1. EVALUACIÓN DE LOS FACTORES ABIÓTICOS.

De acuerdo a los registros obtenidos, los máximos valores de temperatura (20,1 °C) se registraron en los meses de mayo y julio, mientras que la mínima (15,5 °C) estuvo presente a comienzo de julio. Con relación a la temperatura por estratos los muestreos señalan un mínimo patrón de comportamiento de este parámetro en los seis muestreos (tabla 1); observándose los máximos valores para el estrato superficial (entre 20,1 y 18,5 °C) y estrato medio (entre 18,5 y 16,0 °C) en mayo y junio de 1999 y los mínimos valores (entre 17,3 y 15,3 °C) en el estrato de fondo, en julio de 1999.

El oxígeno disuelto promedio tuvo una fluctuación entre 4,32 mg O₂ l⁻¹ (julio 1999) y 0,26 mg O₂ l⁻¹ (mayo 1999), registrándose los máximos valores en el estrato superficial y medio (4,32 y 1,70 mg O₂ l⁻¹), respectivamente y los valores mínimos en el estrato de fondo (1,82 a 0,26 mg O₂ l⁻¹). En general el oxígeno disuelto muestra una amplia variación, entre sus rangos mínimos y máximos (estrato superficial y fondo) durante el periodo de observación. En la figura 6 se puede observar la relación existente entre la temperatura y el oxígeno disuelto.

En relación a la salinidad los máximos valores se registraron en el estrato superficial y medio (36 y 35‰, respectivamente) y los valores mínimos en el estrato de fondo (34‰).

Con respecto a la transparencia, los registros están referidos a valores que fluctúan entre 2,60 y 2,40 m en las horas de muestreos(12m).

Tabla 2 Registro de los factores físicos y químicos obtenidos en la playa "El Dorado" (Bahía de Samanco) entre mayo y octubre de 1999.

Muestreo	Estratos	Salinidad (S‰)	Transparencia (m)	Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (mg l⁻¹)	Clorofila "a" (ug at l⁻¹)
	Ambiente			19,5		
08-05-99	Superficial	35,5		20,1	4,18	
	Medio	35,0	2,50	18,5	3,61	4,217
	Fondo	34,4		17,9	0,26	
	Ambiente			18,0		
21-05-99	Superficial	35,0		18,5	3,61	
	Medio	35,0	2,60	17,3	3,56	3,487
	Fondo	35,0		16,4	0,31	
	Ambiente			19,0		
05-06-99	Superficial	35,0		18,5	4,32	
	Medio	35,0	2,40	17,0	3,76	3,193
	Fondo	34,5		16,5	1,76	
	Ambiente			18,2		
03-06-99	Superficial	35,0		18,6	2,40	
	Medio	35,0	2,60	17,6	1,93	3,714
	Fondo	34,0		16,5	0,72	
	Ambiente			16,8		
31-07-99	Superficial	36,0		16,6	2,16	
	Medio	35,5	2,40	16,0	1,70	1,364
	Fondo	35,0		15,3	1,20	
	Ambiente			16,4		
21-07-99	Superficial	36,0		18,5	4,17	
	Medio	35,0	2,40	18,0	3,45	4,010
	Fondo	34,0		17,3	0,62	
	Ambiente			17,5		
13-08-99	Superficial	35,0		18,0	4,02	
	Medio	34,0	2,45	17,0	3,96	4,582
	Fondo	34,0		16,3	1,02	

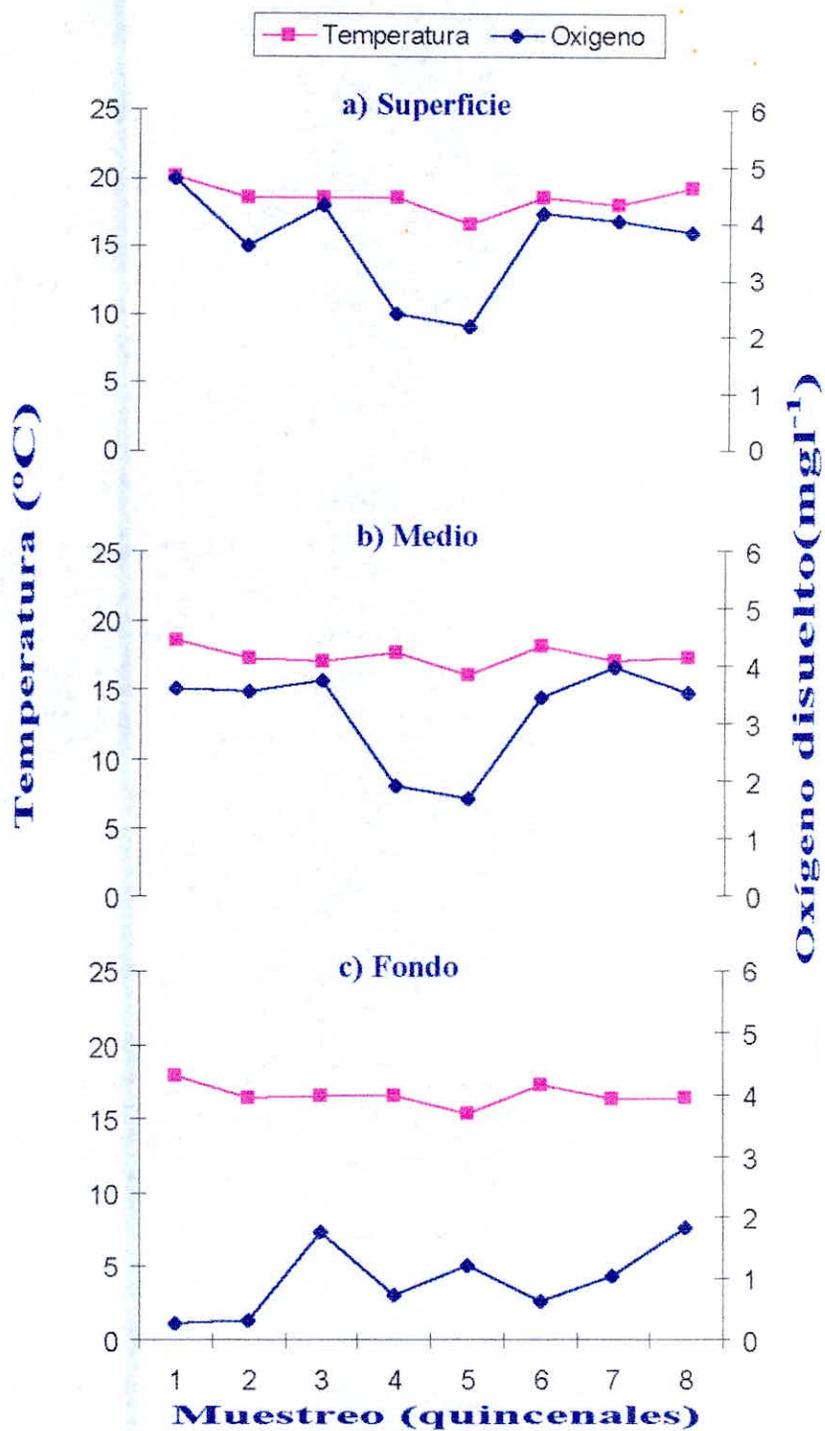


Fig. 6 Variación de oxígeno disuelto ($\text{mg O}_2 \text{l}^{-1}$) en relación a la temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$), a diferentes profundidades: superficial (3m), medio (7m) y fondo (11m), en la playa "El Dorado" (bahía de Samanco).

2. EVALUACIÓN DE LOS FACTORES BIOTICOS: CLOROFILA "a", TALLA Y PESO DE LAS PARTES BLANDAS DE *C. gigas*.

Los valores registrados de clorofila "a" (tabla 1) corresponden al estrato medio (7m de profundidad), los que fluctuaron entre 1,364 a 4,217 $\mu\text{g at l}^{-1}$, registrándose el valor máximo en mayo de 1999 y el valor mínimo en julio de 1999. En las figuras 7 y 8 se puede observar como el oxígeno y la temperatura presentan una relación directa sobre los valores de clorofila, así tenemos que en el quinto muestreo los valores de la temperatura y el oxígeno disminuyen a 16,0 $^{\circ}\text{C}$ y 1,70 $\text{mg O}_2 \text{l}^{-1}$; de igual forma ocurre con la clorofila que disminuyó a 1,364 $\mu\text{g.at.l}^{-1}$, para luego incrementarse los valores a partir del sexto muestreo con un incremento también del oxígeno y la temperatura.

En la tabla 3 se presentan los valores promedios por muestreo de la longitud (cm) y peso de la parte blanda (g), de *C. gigas* a diferentes densidades (30, 50 y 70 ind. piso^{-1}) y profundidades (3, 7, 11 m). El crecimiento en talla en los nueve tratamientos mostró un rápido incremento a partir del segundo muestreo (fig. 9), el mismo comportamiento se observó en el peso de las partes blandas (fig. 10)). En ambos casos, de mayo a septiembre de 1999 la talla y peso de la ostra, pasó 4,79 a 9,13 cm y 6,36 a 19,47 g, respectivamente (tabla 3).

En la tabla 4 se presentan los valores del análisis de crecimiento teórico obtenido mediante la ecuación de von Bertalanffy, de longitud y peso de las partes blandas y estas se encuentran graficadas en las figuras 9 y 10, observándose que en los nueve tratamientos un rápido incremento a partir del segundo muestreo (Tabla 5).

En las figuras 11, 12 y 13 se encuentra graficado el análisis de regresión y correlación entre la longitud(cm) y el peso(g), observando que existe una relación lineal, y una correlación positiva o directa ($r > 0$).

El crecimiento de la "ostra japonesa" en los tratamientos 1, 7 y 4, fue mayor al de los tratamientos 2, 3, 5, 6, 8 y 9, lo que se confirma con el ANOVA (tabla 6) aplicado a la longitud de *C. gigas* mostró diferencia significativa dada por la

densidad, profundidad y la interacción de ambos factores; es decir la densidad esta influenciada por la profundidad. Al aplicar la prueba de Amplitud Múltiple de Duncan a la talla tabla 7) para probar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos a diferentes densidades en función de la profundidad, se obtuvo que a los 3 y 7m profundidad en la D_2 (50 ind.piso⁻¹) y D_3 (70 ind.piso⁻¹) existe diferencia significativa, en cambio en la D_1 (30 ind.piso⁻¹) a los 3 y 11 m de profundidad no existe diferencia significativa ($p > 0,05$). En la interacción de D_1 - D_2 y D_1 - D_3 existe diferencia significativa a los 7m de profundidad, y en la D_2 - D_3 a los 3 - 7m, 3 - 3m, 7 - 7m y 11 - 11m de profundidad, no existe diferencia significativa.

El incremento en peso de *C. gigas* en los tratamientos 1, y 4, fue mayor al de los tratamientos 5, 2, 8, 3, 6 y 7 y 9, tal y como se puede apreciar en la tabla 3 Al aplicar el ANOVA (tabla 9) este mostró efectos dados por la profundidad, densidad y la interacción de ambos sobre el incremento del peso de las partes blandas. Al aplicar la prueba de Amplitud Múltiple de Duncan al peso de las partes blandas (tabla 10) para determinar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos a diferentes densidades en función de la profundidad, se obtuvo que no hay diferencia significativa a los 3 - 7 m, 7 - 11 m y 3 - 11 m profundidad para la D_2 (50 ind.piso⁻¹), en cambio con D_1 (30 ind. piso⁻¹) y D_3 (70 ind.piso⁻¹) si existe diferencia significativa para todas las profundidades ($p > 0,05$). En la interacción de D_1 - D_2 no existe diferencia significativa en los 7 - 11m, 7 - 7m y 11 - 11m de profundidad y en la interacción de D_2 - D_3 y D_1 - D_3 si existe diferencia significativa en todas las profundidades.

En relación a la tasa de mortalidad (tabla 11), el menor porcentaje de mortalidad se observo en los tratamientos T_7 , T_5 y T_8 con 4,3%, 4,0% y 5,7% y los mayores porcentajes de mortalidad en los tratamientos T_3 , T_9 y T_6 , con 13,3%, 11,4% y 10,0% respectivamente; es decir a los 11m de profundidad y a densidades de 30, 50 y 70 ind. piso⁻¹ se presenta un mayor porcentaje de mortalidad; en comparación a los 3 y 7m de profundidad con densidades de 50 y 70 ind. piso⁻¹, que presenta las mayores tasas de sobre vivencia (fig. 14).

Con respecto a la biomasa y carga total representados en la tabla 12 los tratamientos 7, 8, 5 y 4 presentan los más altos valores y los tratamientos 3, 6 y 2 los valores más bajos(fig. 15).

El mismo comportamiento se observó para el caso de la producción (fig. 16), a excepción de que una mayor producción se registró en los tratamientos 9, 7, 8 y 5. De lo que deducimos que la mayor biomasa, carga, producción y mortalidad se registra entre los 7m y los 11m de profundidad con una densidad de 50 y 70 ind. m^{-3} y los menores valores a los 3m de profundidad con una densidad de 30 ind. m^{-3} y a 11m de profundidad con una densidad de 30 y 50 ind. m^{-3} (tabla 8 y 9).

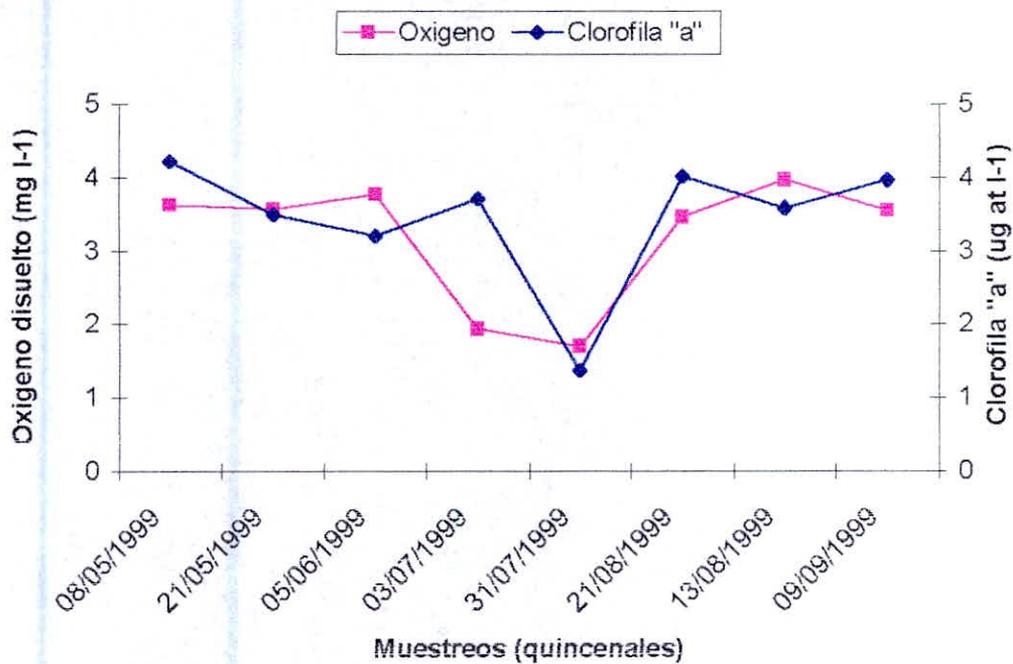


Fig. 7 Variación de la clorofila "a" ($\mu\text{g at l}^{-1}$) en relación al oxígeno disuelto ($\text{mg O}_2 \text{l}^{-1}$) a 7m de profundidad en la concesión de la empresa Capitán S.A.(bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.

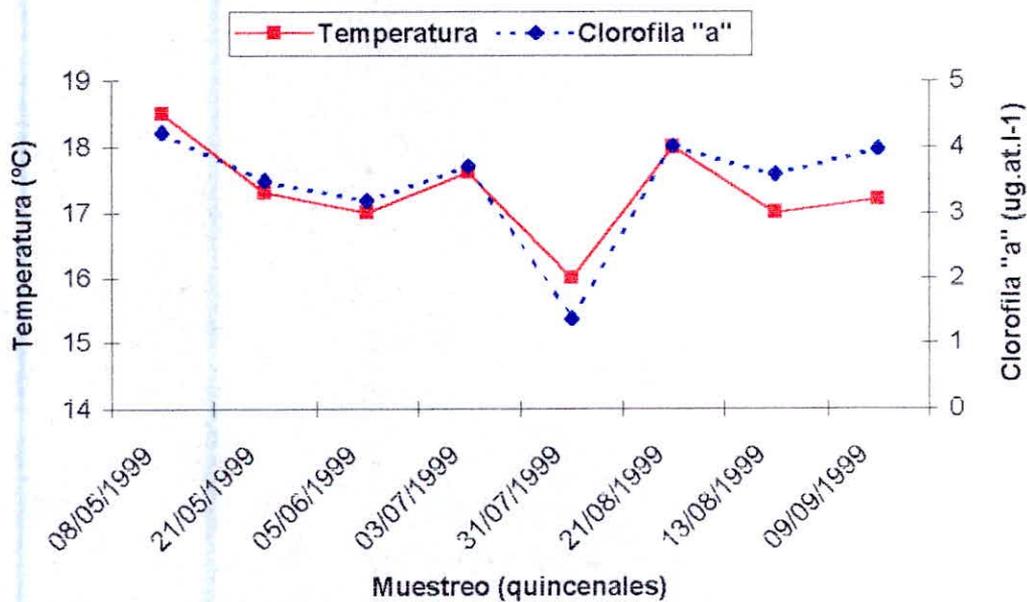


Fig. 8 Variación de la clorofila "a" ($\mu\text{g at l}^{-1}$) en relación a la temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$) a 7m de profundidad en la concesión de la empresa Capitán S.A. (bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.

Tabla 3 Talla (cm) y peso (g) de *Crassostrea gigas* a diferentes densidades (30, 50 y 70 ind. piso⁻¹) y profundidades (3, 7 y 11 m) registrados en la concesión de la empresa Capitán S.A., Bahía de Samanco, entre mayo y octubre de 1999.

Profundidad (m)	Densidad					
	30		50		70	
	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)
3	5,61	6,36	5,46	6,36	5,37	6,36
	6,44	10,18	6,07	9,04	5,96	8,32
	8,04	14,24	7,69	12,07	7,25	10,69
	8,56	17,66	8,24	14,34	7,88	12,26
	8,94	22,26	8,77	16,57	8,70	15,02
	10,04	25,49	9,16	18,89	9,08	17,80
I. P. M	0,89	3,83	0,74	2,51	0,74	2,29
I. P. T	4,43	19,13	3,70	12,53	3,71	11,45
7	5,06	6,36	4,71	6,36	4,44	6,36
	5,86	9,41	5,12	8,06	5,08	7,61
	6,93	11,26	6,68	10,17	6,59	9,42
	8,32	14,06	7,26	12,78	7,62	11,37
	8,98	17,50	8,39	17,96	8,16	14,87
	9,32	19,46	9,05	19,16	8,89	16,78
I. P. M	0,85	2,62	0,87	2,56	0,89	2,08
I. P. T	4,26	13,1	4,34	12,80	4,45	10,42
11	4,11	6,36	4,11	6,36	4,11	6,36
	5,83	9,83	5,62	7,72	5,19	7,91
	7,13	12,39	6,59	9,51	6,52	8,82
	8,03	13,90	7,46	13,39	7,03	11,06
	8,85	15,74	7,90	16,29	7,43	15,18
	9,89	17,67	8,49	18,78	8,21	16,23
I. P. M	1,16	2,26	0,88	2,48	0,82	1,97
I. P. T	5,78	11,31	4,38	12,42	4,10	9,87

I. M. P : Incremento promedio por muestreo.

I. T. P : Incremento promedio total.

Tabla 4 Análisis del crecimiento mediante la ecuación de Von Bertalanffy para obtener la curva de crecimiento teórico en longitud y peso, en la etapa de engorde de *C. gigas*.

Tratamiento	$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$	$W = aL_t^b$
T ₁ (30 ind.[3m])	14,32 $(1 - e^{-0,14(t-2,44)})$	0,1158 $L_t^{2,35245}$
T ₂ (50 ind.[3m])	11,20 $(1 - e^{-0,21(t-2,14)})$	0,2579 $L_t^{1,91774}$
T ₃ (70 ind.[3m])	13,39 $(1 - e^{-0,12(t-3,21)})$	0,3179 $L_t^{1,793467}$
T ₄ (30 ind.[7m])	13,22 $(1 - e^{-0,15(t-2,23)})$	0,4504 $L_t^{1,66555}$
T ₅ (50 ind.[7m])	13,48 $(1 - e^{-0,13(t-2,07)})$	0,4754 $L_t^{1,6743}$
T ₆ (70 ind.[7m])	15,36 $(1 - e^{-0,10(t-2,26)})$	0,8387 $L_t^{1,336788}$
T ₇ (30 ind.[11m])	13,55 $(1 - e^{-0,19(t-0,82)})$	1,2157 $L_t^{1,17214}$
T ₈ (50 ind.[11m])	9,68 $(1 - e^{-0,30(t-0,78)})$	0,6455 $L_t^{1,5204}$
T ₉ (70 ind.[11m])	10,06 $(1 - e^{-0,23(t-1,22)})$	0,6115 $L_t^{1,56667}$

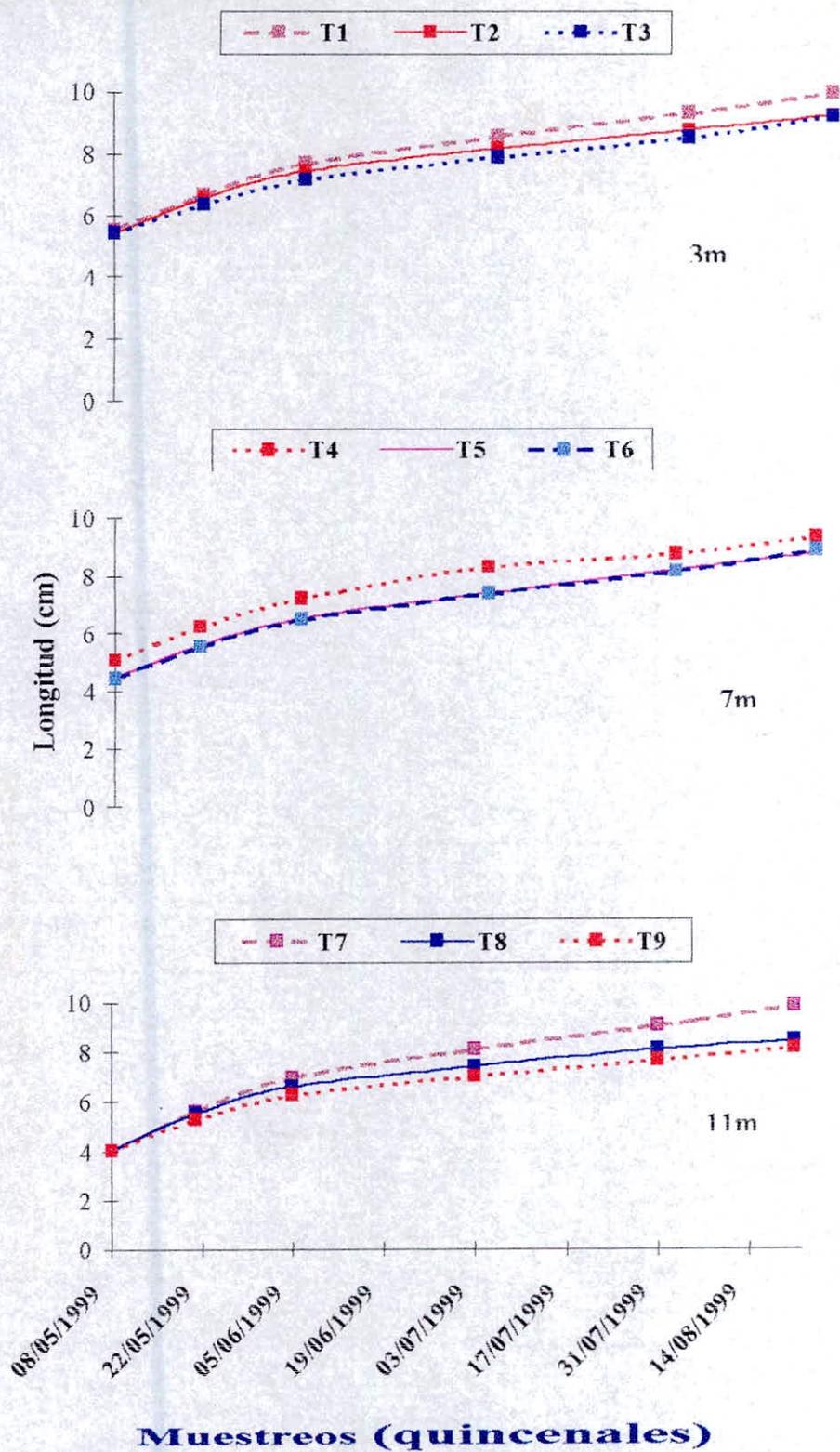


Fig. 9. Curvas del crecimiento en longitud (cm) de "ostra japonesa" *Crassostrea gigas* en función de los tratamientos (profundidad vs densidad), en la concesión de la empresa Capitán S.A., "El Dorado" (bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.

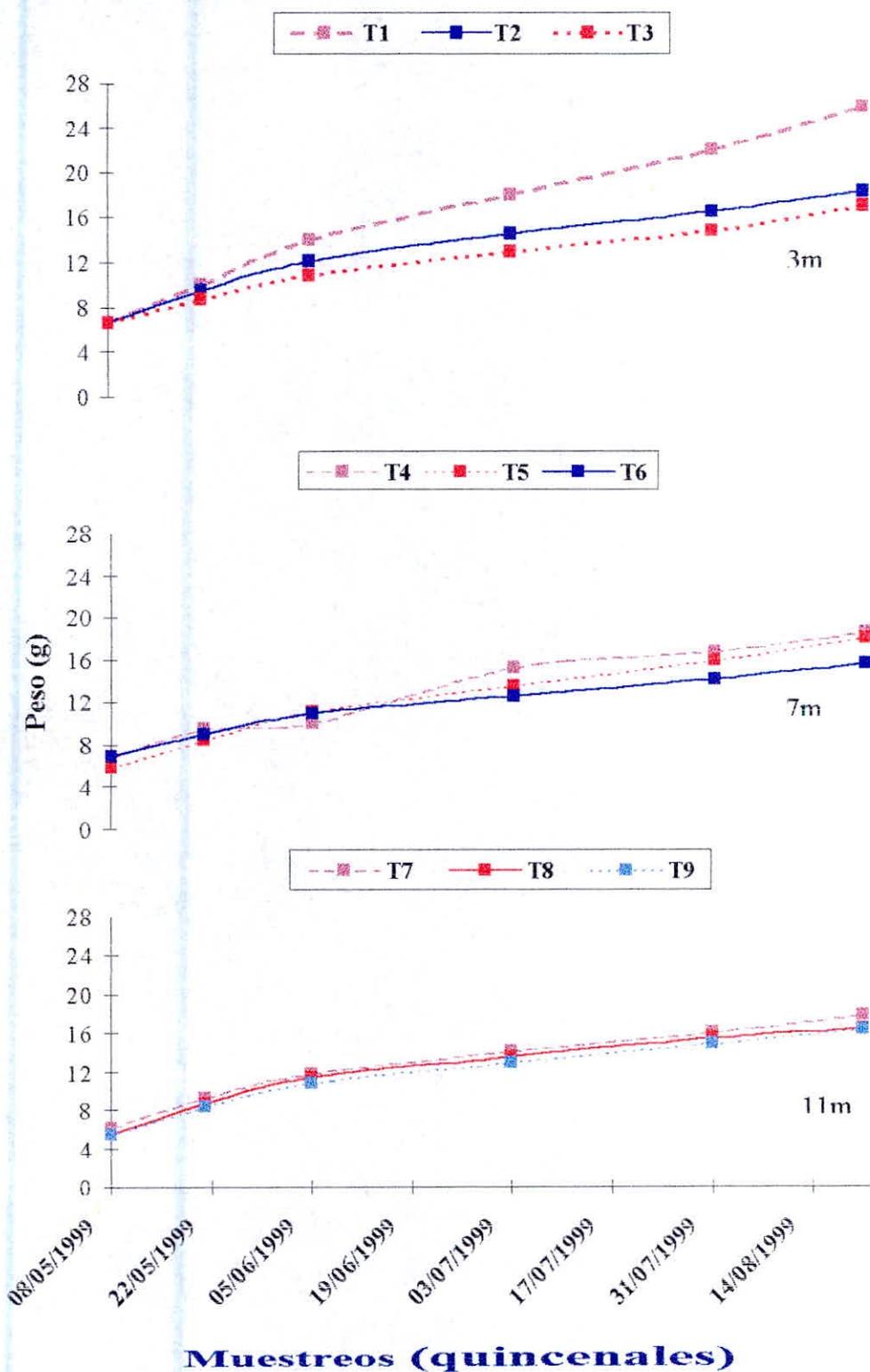


Fig. 10 Curvas de crecimiento del peso de las partes blandas (g) de "ostra japonesa" *Crassostrea gigas* en función de los tratamientos (profundidad vs densidad) en la concesión de la empresa Capitán S.A., playa "El Dorado" (bahía de Samanco), entre mayo y septiembre de 1999.

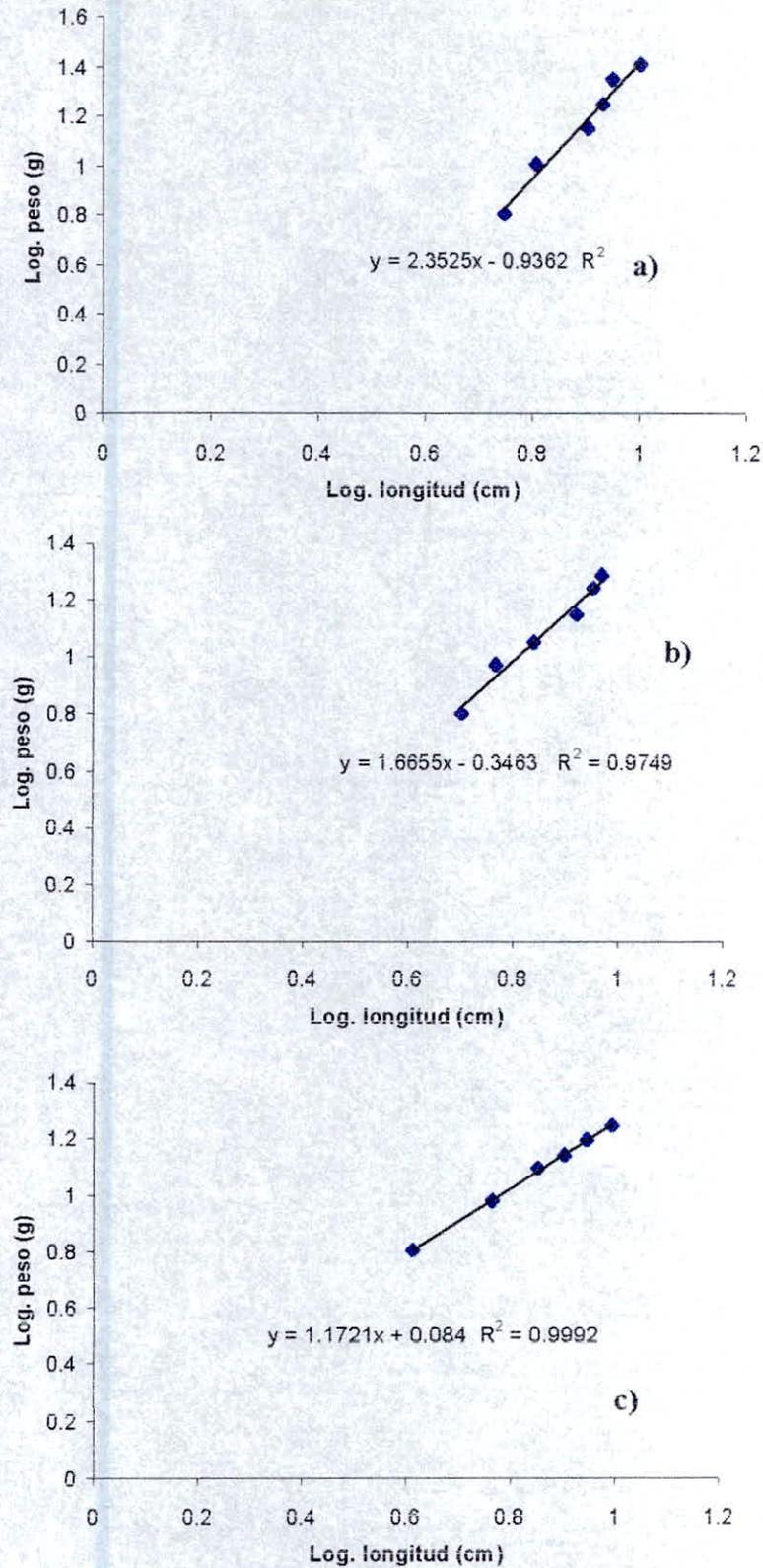


Fig. 11 Análisis de regresión y correlación de *C. gigas* con una densidad de 30 ind. piso^{-1} a 3 (a), 7 (b) y 11m (c) de profundidad.

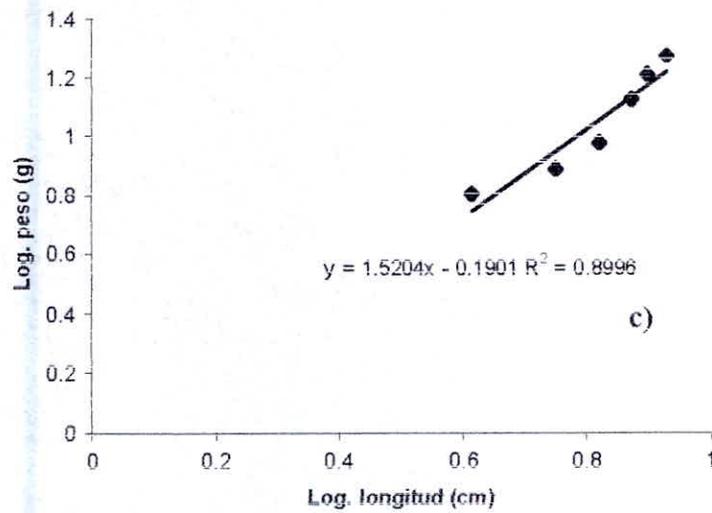
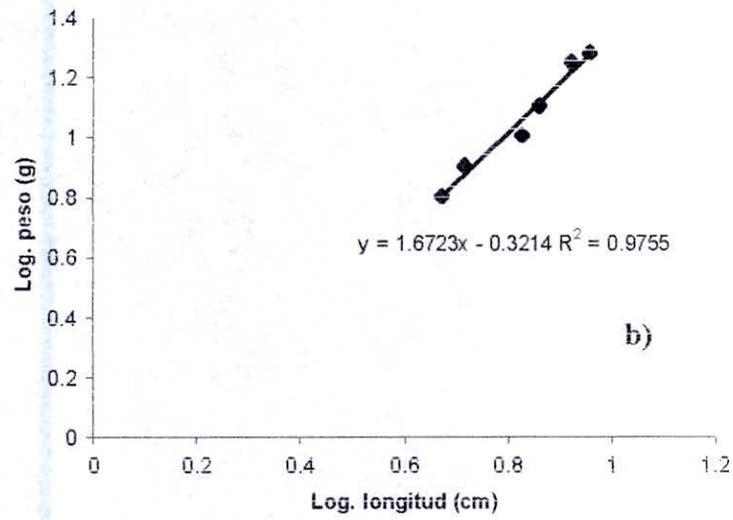
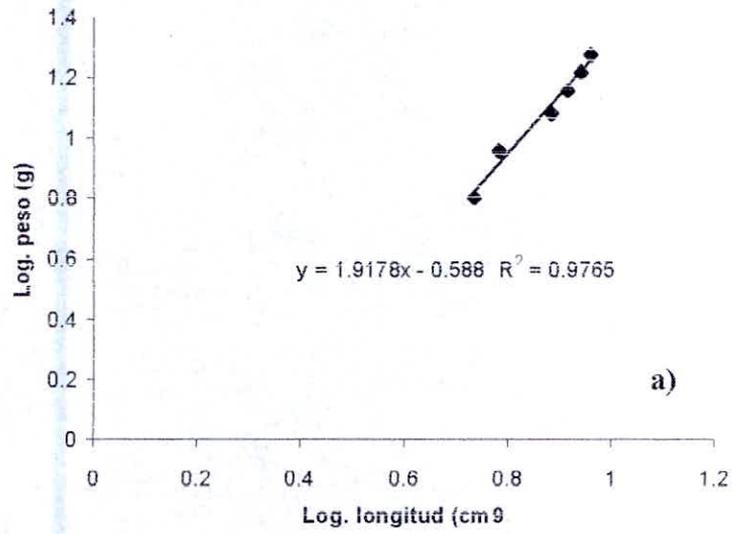


Fig. 12 Análisis de regresión y correlación de *C. gigas* con una densidad de 50 ind. piso⁻¹ a 3 (a), 7 (b) y 11m (c) de profundidad.

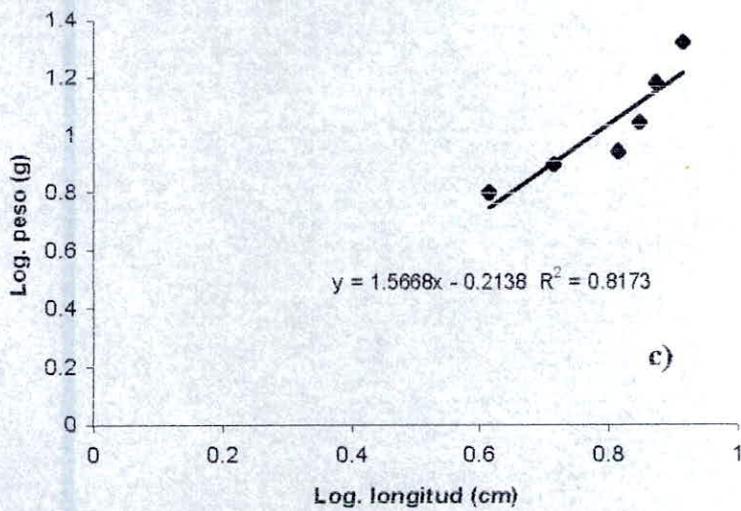
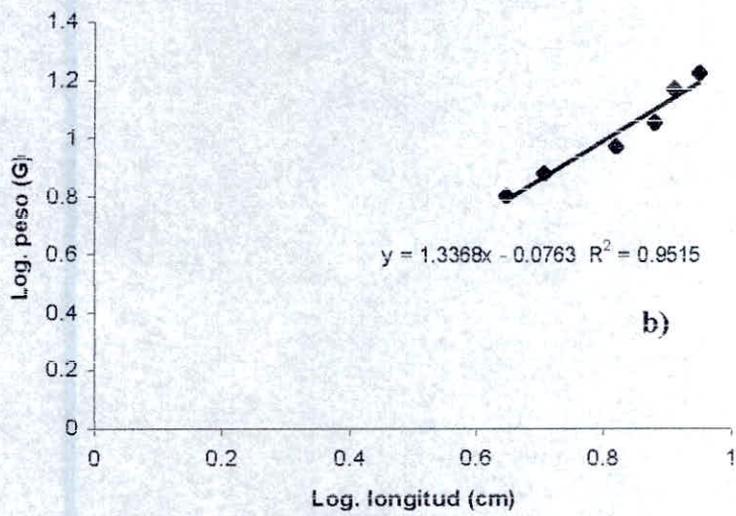
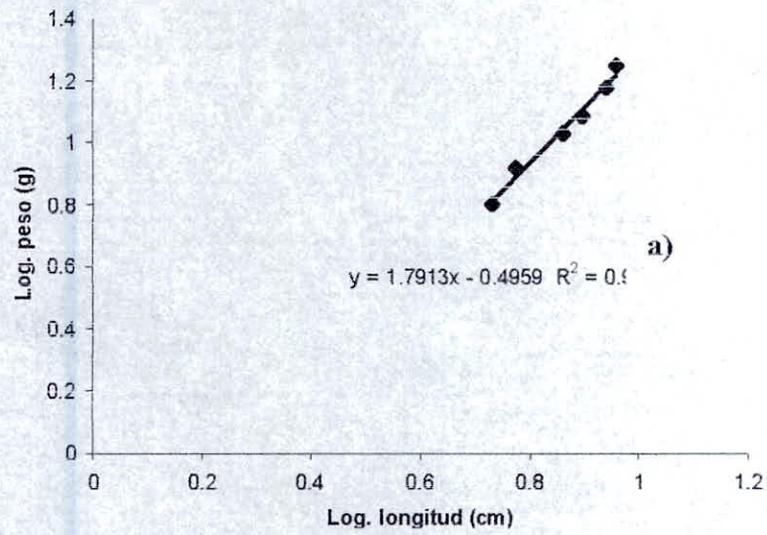


Fig. 13 Análisis de regresión y correlación de *C. gigas* con una densidad de 70 ind. m^{-3} a 3 (a), 7 (b) y 11m (c) de profundidad

Tabla 5 Análisis de varianza de la talla promedio (cm) de *C. gigas* sometida a las variables densidad (30, 50 y 70 ind. piso⁻¹) y profundidad (3, 7 y 11m) en la concesión de la empresa Capitán S.A., "El Dorado" (bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.

Densidad	Profundidad (m)		Repeticiones			Total
			I	II	III	
30	3	T1	10,08	10,12	9,88	30,08
	7	T4	9,40	9,62	8,94	27,96
	11	T7	9,72	10,21	9,74	29,67
						87,71
50	3	T2	9,14	9,28	9,30	27,72
	7	T5	8,96	9,06	9,12	27,15
	11	T8	8,21	8,62	8,64	25,47
						80,34
70	3	T3	9,12	9,21	8,83	27,16
	7	T6	8,69	8,96	9,02	26,67
	11	T9	8,60	8,03	8,00	24,63
						78,46
Total			81,92	83,11	81,48	246,51

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Repeticiones	3	0,158	0,053	1,019 ns
Densidad (D)	2	5,321	2,656	51,077 *
Profundidad (P)	(2)	1,522	0,761	14,635 *
PL	1	1,497	1,497	28,788 *
PC	1	0,025	0,025	0,481 ns
Interacción	(4)	1,434	0,359	6,894 *
DxPL	2	0,442	0,221	4,250 *
DxPC	2	0,992	0,496	9,538 *
Error	15	0,787	0,052	
Total	26	9,212		

F (2,15) = 3,14

F (4,15) = 3,55

C: cuadrática

* = Significativo

L: lineal

ns = No significativo

Tabla 6. Análisis de los efectos simples aplicado a la talla de *C. Gigas*, para probar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos densidad 30, 50 y 70 ind. piso⁻¹ vs. la profundidad (3, 7 y 11m), en la concesión de la empresa Capitán S.A., "El Dorado" bahía de Samanco.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados		F
D en P ₁	1	1,601	1,601	30,21 *
D en P ₂	1	0,283	0,283	5,34 ns
D en P ₃	1	4,861	4,861	91,72 **
P en D ₁	1	0,843	0,843	15,91 *
P en D ₂	1	0,912	0,912	17,21 *
P en D ₃	1	1,200	1,200	22,64 *
Error	18	0,053		

F (2,15) = 3,14

F (4,15) = 3,55

C.V 8,52%

** Pares de tratamientos significativamente diferentes al nivel de 0,05

D₁ - Densidad 30 ind.

D₂ - densidad 50 ind.

D₃ = densidad 70 ind

** = Significativo

ns = No significativo

Tabla 7. Resultado de la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan aplicado a la talla de *C. gigas*, para probar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos densidad 30, 50 y 70 ind. piso⁻¹ vs. la profundidad (3, 7 y 11m), en la concesión de la empresa Capitán S.A., "El Dorado", bahía de Samanco.

PROFUNDIDAD	D ₁	D ₂	D ₃	D ₁ - D ₂	D ₂ - D ₃	D ₁ - D ₃
3 - 7 m	*	ns	ns	*	ns	*
7 - 11 m	*	*	*	*	*	*
3 - 11 m	ns	*	*	*	*	*
3 - 3 m	-	-	-	*	ns	*
7 - 7 m	-	-	-	ns	ns	ns
11 - 11 m	-	-	-	*	ns	*

* Pares de tratamientos significativamente diferentes al nivel de 0,05

ns No significativo

D₁ - Densidad 30 ind.

D₂ = densidad 50 ind.

D₃ = densidad 70 ind.

D	P		
	P ₁	P ₂	P ₃
D ₁	10.03 ^a	9.32 ^b	9.89 ^a
D ₂	9.24 ^{bc}	9.05 ^{bc}	8.49 ^d
D ₃	9.05 ^{bc}	8.89 ^c	8.21 ^d

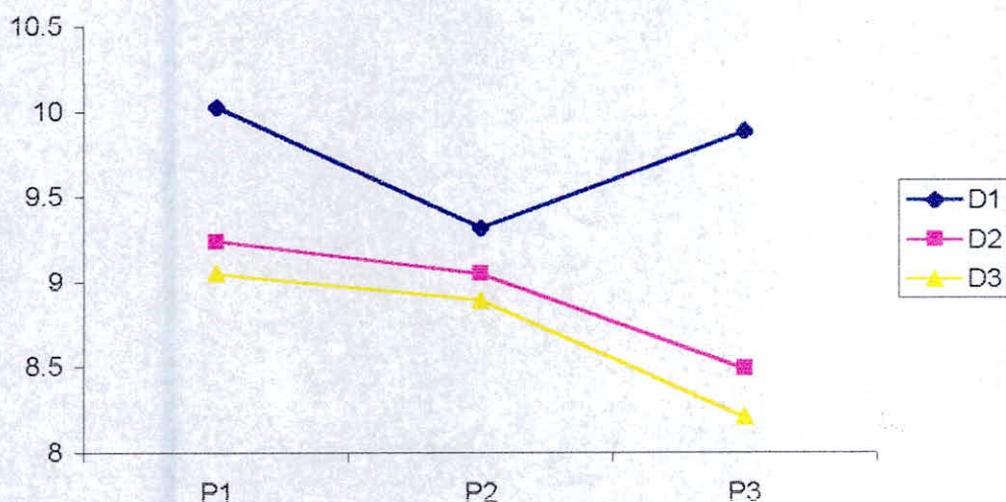
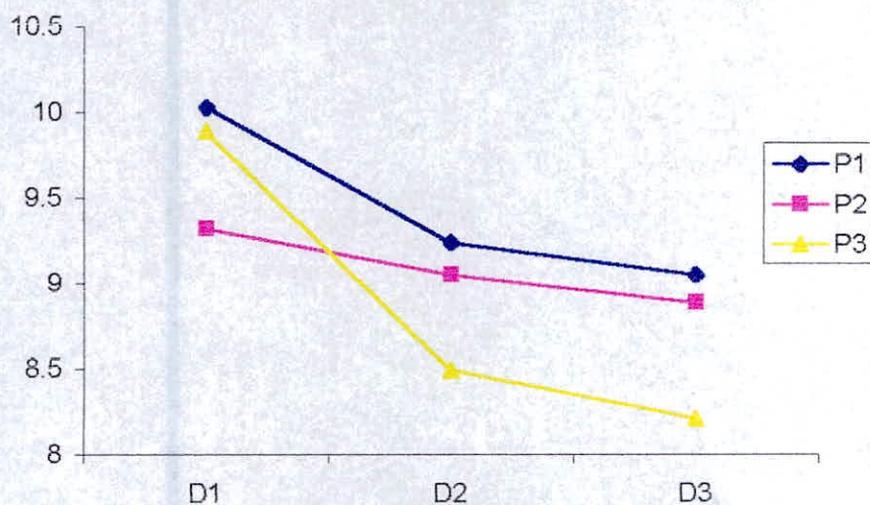


Fig. 14. Resultado de la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan aplicado a la talla de *C. gigas*, para probar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos densidad 30, 50 y 70 ind. piso-1 vs. la profundidad (3, 7 y 11m), en la concesión de la empresa Capitán S.A., "El Dorado", bahía de Samanco.

Tabla 8 Análisis de varianza del peso promedio de las partes blandas de *C. gigas* sometida a las variables densidad (30, 50 y 70 ind.piso⁻¹) y profundidad (3, 7 y 11m) en la concesión de la empresa Capitán S.A., (bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.

Densidad	Profundidad (m)		Repeticiones			Total
			I	II	III	
30	3	T1	25,01	26,04	25,42	76,47
	7	T4	20,15	19,21	19,02	58,38
	11	T7	17,80	18,80	17,03	53,63
						188,48
50	3	T2	18,26	19,06	19,35	56,67
	7	T5	19,05	19,47	18,96	57,48
	11	T8	18,05	19,13	18,36	55,54
						169,69
70	3	T3	17,96	17,06	18,40	53,42
	7	T6	17,03	16,96	16,36	50,35
	11	T9	20,87	22,06	20,76	63,69
						167,46
Total			174,18	177,79	173,66	525,63

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Repeticiones	3	1,124	0,375	0,856 ns
Densidad (D)	2	29,625	14,813	33,819 *
Profundidad (P)	(2)	23,927	11,964	27,315 *
PL	1	10,427	10,427	23,806 *
PC	1	13,500	13,500	30,822 *
Interacción	(4)	106,076	26,519	60,546 *
DxPL	2	94,309	47,155	107,659 *
DxPC	2	38,136	5,884	13,434 *
Error	15	6,567	0,438	
Total	26	167,319		

F (2,15) = 33.14

F (4,15) = 3,55

* = Significativo

C: cuadratica

ns = No significativo

L: lineal

Tabla 9 Análisis de los efectos simples aplicado al peso de las partes blandas de *C. gigas*, para probar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos densidad 30, 50 y 70 ind. piso⁻¹ vs. la profundidad (3, 7 y 11m), en la concesión de la empresa Capitán S.A.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados		F
D en P ₁	1	103,77	103,77	306,11***
D en P ₂	1	12,90	12,90	38,05 *
D en P ₃	1	8,33	8,33	24,57 *
P en D ₁	1	96,83	96,83	285,63*** *
P en D ₂	1	0,63	0,63	1,86 ns
P en D ₃	1	3,84	3,84	11,33 *
Error	18	6,11	0,34	

F (2,15) = 33.14

F (4,15) = 3,55

C.V 6.08%

= **Significativo**

D₁ = Densidad 30 ind.

ns = **No significativo**

D₂ = densidad 50 ind.

D₃ = densidad 70 ind.

** Pares de tratamientos significativamente diferentes al nivel de 0,05

Tabla 10 Resultado d la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan aplicado al peso de las partes blandas (g) de *C. gigas*, para probar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos densidad 30, 50 y 70 ind. piso⁻¹ vs. la profundidad (3, 7 y 11m), en la concesión de la empresa capitán S.A.

PROFUNDIDAD	D ₁	D ₂	D ₃	D ₁ - D ₂	D ₂ - D ₃	D ₁ - D ₃
3 - 7 m	*	ns	*	*	*	*
7 - 11 m	*	ns	*	ns	*	*
3 - 11 m	*	ns	*	*	*	*
3 - 3 m	-	-	-	*	*	*
7 - 7 m	-	-	-	ns	*	*
11 - 11 m	-	-	-	ns	*	*

• Pares de tratamientos significativamente diferentes al nivel de 0,05

• ns No significativo

D₁ = Densidad 30 ind.

D₂ = densidad 50 ind.

D₃ = densidad 70 ind.

Tabla 11 Variación de la carga total por tratamiento de *Crassostrea gigas* mediante la expresión en Csirke (1989), procesado entre el periodo de abril y octubre de 1999 en la concesión de la empresa Capitán S.A., "El Dorado" bahía de Samanco.

Tratamiento	Nº (Ind.)	Wt (g)	Z _i (%)	$Bt = NoWe^{-zt} (1 - e^{-k(t-t_0)^3})$ (g piso ⁻¹)
T ₁	30	26,68	6,7	535,32
T ₄	50	18,47	6,0	644,16
T ₇	70	22,09	4,3	1194,47
T ₂	30	18,91	6,7	379,42
T ₅	50	18,69	4,0	734,99
T ₈	70	15,65	5,7	777,72
T ₃	30	17,70	13,3	238,95
T ₆	50	16,63	10,0	456,16
T ₉	70	16,44	11,4	577,66

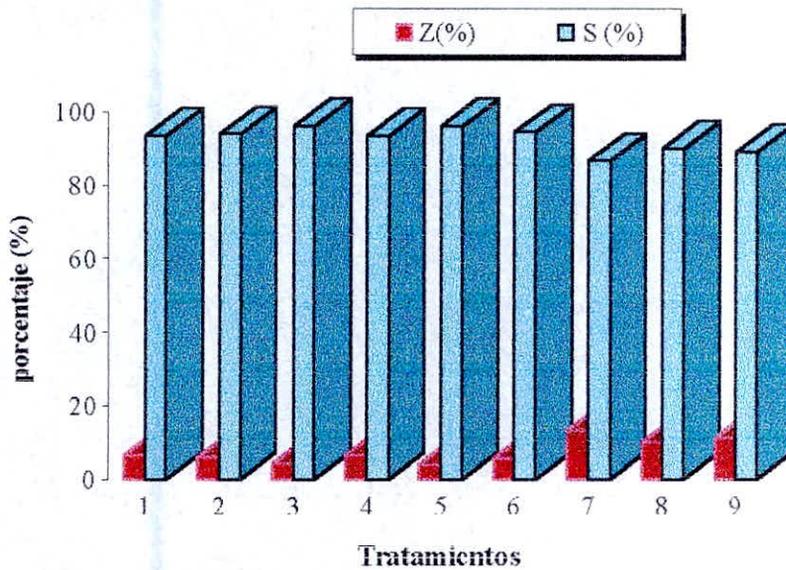


Fig. 14 Representación grafica de la mortalidad (%) y sobre-vivencia (%) presente en *C. gigas* en función de los tratamientos en la concesión de la empresa Capitan S.A., (bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.

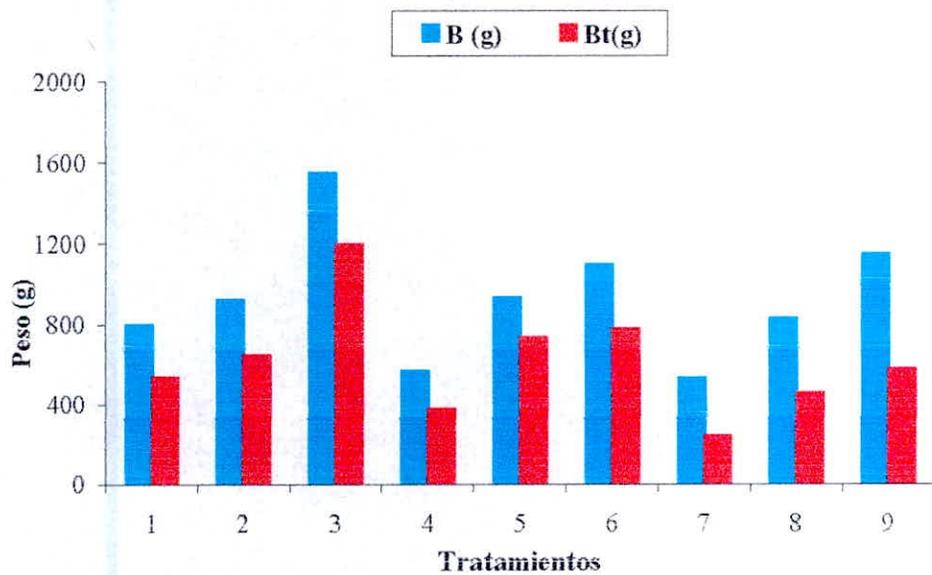


Fig. 15. Representación grafica de la biomasa (g) y carga total (g) presente en *C. gigas* en función de los tratamientos en la concesión de la empresa Capitan S.A.,(bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.

Tabla 12 Valores de los parámetros de la ecuación de biomasa (B), sobre vivencia (S), y producción (P) de *Crassostrea gigas*. en función de los tratamientos (profundidad vs densidad) en la concesión de la empresa Capitán S.A., playa "El Dorado" (bahía de Samanco), entre mayo y septiembre de 1999.

Tratamiento	N ₀	S (%)	B (g)	P (g)
T ₁	30	93,34	800,4	554,77
T ₄	50	93,99	923,5	607,71
T ₇	70	96,00	1546,3	783,64
T ₂	30	93,34	567,3	379,90
T ₅	50	96,00	934,0	627,20
T ₈	70	94,29	1095,5	708,56
T ₃	30	86,67	531,0	316,68
T ₆	50	89,99	831,5	589,95
T ₉	70	89,00	1150,8	981,42

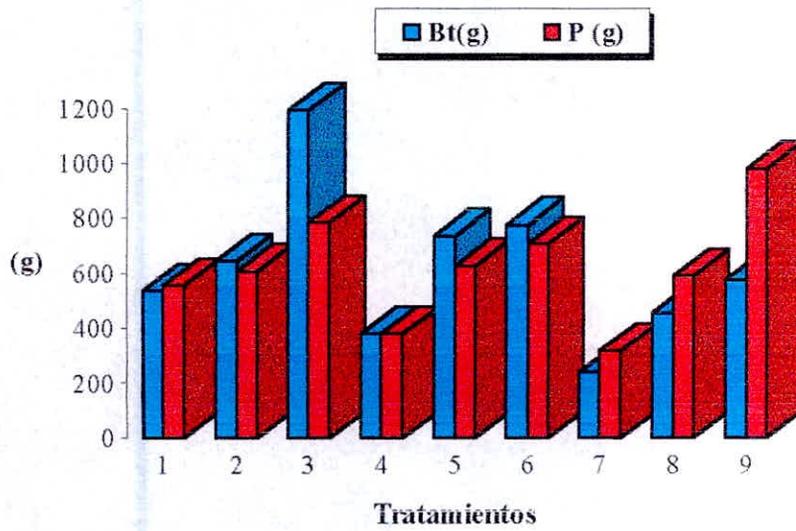


Fig. 16 Representación grafica de la producción (g) y carga total (g) presente en *C. gigas* en función de los tratamientos en la playa "El Dorado" (bahía de Samanco), entre mayo y octubre de 1999.

DISCUSIÓN

El crecimiento de *Crassostrea gigas* "ostra japonesa" está en función de los factores ambientales que condicionan la cantidad y calidad del alimento disponible (por ejemplo, la presencia de aguas ricas en nutrientes), o influyen en la actividad general del organismo (por ejemplo, la turbidez, oxígeno, pH, etc), o bien influyen en ambos tipos de factores (por ejemplo la temperatura), sin olvidar el estado general de salud del organismo que permita utilizar alimento y llevar a cabo adecuadamente su crecimiento (Pérez & Cuña, 1991).

De acuerdo a Baulista (1989) la temperatura para el buen crecimiento de *C. gigas* oscila entre los 6 y 24 °C y que cuando la temperatura desciende o se eleva respecto a dichos valores, aumenta la mortalidad. De igual forma Quayle (1981) señala que las amplias fluctuaciones estacionales de las aguas templadas tienen efectos profundos sobre el crecimiento y la reproducción, asimismo, Bonilla (1969), señala que la temperatura no sólo actúa sobre la reproducción sino también sobre las actividades alimenticias; demostrando experimentalmente que "ostra japonesa" *C. gigas* presentó temperaturas óptimas de alimentación a los 25 °C y a temperaturas de 6 a 7 °C, disminuyó la velocidad de filtración.

Durante el estudio el rango de temperatura fluctuó entre 15,8 °C y 20 °C (tabla 2) valores que se encuentran dentro del rango señalado, razón por la que este parámetro no habría ejercido influencia significativa sobre el crecimiento de *C. gigas*.

En relación a la influencia del oxígeno disuelto y de la salinidad, Pilay (1997) señala que las ostras del género *Crassostrea* viven en una gama más amplia de condiciones ecológicas. Pueden crecer en zonas con bajas salinidades a menudo entre 5 a 32 ‰ y bajo tenor de oxígeno disuelto, viviendo en aguas cuyos valores oscilan entre 0 a 5,5 ml O₂ l⁻¹ siendo los valores registrados en el presente estudio entre 0,62 y 4,32 ml O₂ l⁻¹ y salinidades de 34,0 a 36,0 ‰. La influencia de la salinidad parece ser menos importante, así, en Japón *C. gigas* vive y se reproduce, sea cual sea la salinidad, no obstante, parece existir una correlación entre temperatura

y salinidad para obtener una buena reproducción (Quayle, 1981 y Bautista, 1989). El óptimo de salinidad fue determinado por Chung (1993) en 25‰ lo que se ha verificado experimentalmente en Francia (Bahía de Arcuchon). Pero parece que la tolerancia de *C. gigas* le permite obtener un buen reclutamiento de semillas incluso a 20‰, como sucede en Gironde (Francia). Si nos enmarcamos en esta realidad y teniendo presente la gran adaptación de *C. gigas* a aguas peruanas (Cisneros *et al.*, 1995) y por los resultados obtenidos (Tabla 2); no obstante que la reproducción y el desarrollo larvario se fija en tenores de salinidad óptimos, también se produce estos proceso en un rango muy amplio de salinidad como lo observado en resultados.

Quayle(1981), manifiesta que los valores de transparencia del agua pueden ser causados por la carga de sedimentos, por la cantidad de detritus (materia carga suspendida) presente, por el plancton (expresado en clorofila) o por una combinación de las tres, y que estos representan la calidad del medio en la que habitan los moluscos filtradores. En la tabla 2 se observa que los valores de la transparencia fluctúan entre los 2,40 y 2,50m de profundidad valores que se encuentran dentro del rango considerado normal en la bahía de Samanco (3,0 m) (Morón *et al.*, 1997). Sin embargo, si relacionamos éstos con los tenores de clorofila "a", presentan una concordancia positiva, ya que, mientras que al aumentar la productividad, la transparencia del agua disminuye y los tenores de clorofila "a" aumenta tabla 2; según Valdivieso (1990) esto es normal en aguas frías, que por efectos de temperatura se produce un evento de turbulencia el cual trae consigo una remoción de los nutrientes y con ello una proliferación de plancton.

Calienes *et al.* (1985), señalan que las concentraciones de clorofila "a" alcanzan su máximo a mediados de verano y comienzos de otoño, disminuyendo notablemente en invierno (julio). La distribución vertical de la clorofila "a" cerca de la costa es irregular. Por otro lado lejos de la costa los valores son bajos y la distribución es homogénea, probablemente debido a la falta de nutrientes y mayor estabilidad de la columna de agua. En la superficie el rango dentro de las 300 millas es de 0,02 a 12,69 $\mu\text{g l}^{-1}$, registrándose concentraciones mayores de 2,0 $\mu\text{g l}^{-1}$ dentro de las 50 millas a lo largo de la costa. Esto se da por el grado de afloramiento que es mayor dentro de las 50 a 80 millas marinas (Valdivieso, 1991). La variación de

clorofila "a" en la capa eufótica fue similar a la superficie. De igual manera Morón *et al.* (1997), señalan que los máximos valores de clorofila "a" oscilan de 3 a 6,5 $\mu\text{g l}^{-1}$ y a una profundidad de 5 y 10m. Ambos autores refieren que la distribución de valores de 1,0 $\mu\text{g l}^{-1}$ de clorofila "a" está relacionada con valores bajos de temperatura entre 14 a 21 $^{\circ}\text{C}$. Los valores antes señalados coinciden con los obtenidos durante el estudio, realizados entre otoño invierno, cuyos datos fluctuaron entre 1,364 a 4,217 $\mu\text{g l}^{-1}$ (tabla 1) con temperaturas entre 15 y 20 $^{\circ}\text{C}$ (figs. 7 y 8).

Pérez & Cuña (1991) refieren que el crecimiento de la ostra está influenciado por la densidad a la que se realiza el cultivo. De esta manera a mayor densidad, menor es el crecimiento, el crecimiento también dependerá de la época en que se realice el cultivo. Estos mismos autores, trabajaron con densidades de 20, 40 y 60 ind. cesta $^{-1}$ obteniendo que el crecimiento en peso de 20 ostras cesta $^{-1}$ es 7% superior a 40 ostras cesta $^{-1}$ y un 24% mayor a los 60 ostras cesta $^{-1}$; sin embargo, señalan que a densidad de 20 ostras cesta $^{-1}$ las ostras están muy sueltas y se golpean entre sí, rompiéndose los bordes, por la cual su crecimiento en longitud es menor que la cultivada a densidades más altas.

Según la experiencia del Fondo de Desarrollo Productivo (1988) en su reporte de Desarrollo de Nuevas Técnicas de Crecimiento para Ostra Chilena, trabajaron con densidades de cultivo de 60, 80 y 100 ind. piso $^{-1}$ de linterna, observaron que a 80 ind. piso $^{-1}$ de linterna hay un mayor crecimiento que a 100 ind. piso $^{-1}$ de linternas, para un periodo de seis meses

Asimismo Cisneros & Argüelles (1996) realizaron estudios sobre el cultivo de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* a diferentes densidades (20, 40 y 80 ind. piso $^{-1}$ de linterna) y profundidades (7, 12 y 17 m), encontrando que el crecimiento presenta valores similares en las tres densidades, por lo que concluyeron que el crecimiento fue independiente de la densidad, a diferencia de la profundidad que tuvo mayor influencia en todos los tratamientos de la experiencia. Estos resultados difieren de los obtenidos por Yslas (1987) quienes utilizaron densidades similares, en una experiencia de cultivo suspendido de "concha de abanico" en la bahía de Paracas, encontrando que individuos sembrados a menor densidad crecieron

algo más rápido que los sembrados a densidades mayores (no mencionan valores). En este contexto los resultados obtenidos en la presente experiencia señalan que los valores de talla y peso fueron similares entre densidades de 50 y 70 ind.piso⁻¹, sin embargo los tratamientos de menores densidades, representaron un ligero mayor crecimiento, pero con una menor carga y por consiguiente una menor producción; Así, también registrándose a esas densidades los menores porcentajes de mortalidad (fig. 14) variando significativamente en función a la profundidad.

Quayle (1981) refiere sobre estudios de cultivo de *C. gigas* a diferentes profundidades, indicando que se puede aprovechar toda la columna de agua, pero Flores(1974) y Cisneros & Argüelles(1996) é Yslas (1987) reportan que las áreas de la columna de agua donde no se tienen problemas con el crecimiento y el "fouling" (organismos incrustantes) esta entre los 5 y 7m de profundidad. De igual forma Cisneros & Argüelles (1996) señalan que *A. purpuratus* tiene un mayor crecimiento a menor profundidad (6m) lo que coinciden con los resultados obtenidos donde el mayor crecimiento se observa entre los 3 y 7 m de profundidad, esto se vio influenciado probablemente por que las condiciones abióticas son mas favorables a estas profundidades (tabla 2).

En la etapa de la experiencia se observa que el parámetro de crecimiento presenta valores muy variables en todos los tratamientos, por lo que remarcamos que el crecimiento es dependiente de la densidad y la profundidad de cultivo; estos resultados son similares a los de Islas *et al.*(1988), quienes compararon densidades y profundidades en el cultivo de *Argopecte purpuratus* en la bahía de Paracas, encontrando que individuos sembrados a menor densidad crecieron algo más rápido que los de densidades mayores.

En cuanto a la mortalidad, las menores tasas se registran entre los 3 y 7 m de profundidad, no variando significativamente con relación a la densidad, lo que no es coincidente con lo reportado por Cisneros & Arquelles (1996), quienes señalan que los profundidades mayores y alta densidad, contribuyen a que la mortalidad sea mayor. Perez & Cuña (1991) reportan que la tasa de supervivencia durante la etapa de engorde de *C. gigas* oscila entre 60 y 70%, sin señalar las posibles causas de la mortalidad, la presente experiencia registró porcentajes de supervivencia por encima

de 90% (94,29%) (tabla 8), no se observó que esta dependiera de la densidad, pues los mejores resultados se obtuvieron en densidades mayor y menor Hernández & Singh(1988), quienes realizaron experimentos con *Argopecten circularis* también en cultivo suspendido a diferentes densidades en la ensenada de la Paz, Baja California, señalan que la densidad es causa de mortalidad solo dentro de un estrecho rango y que la causa de mortalidad más importante es la condición fisiológica de cada individuo.

En Chile la etapa de engorde de *C. gigas* dura de unos 10 a 12 meses, obteniendo ostras de 7 cm de longitud y unos 60 g de peso (Perez & Caña, 1991), Santa Cruz *et al.*(1978), trabajando con *C. gigas* bajo cultivo de fondo, en Chile, por un periodo de 15 a 16 meses, reportan que es posible obtener una ostra comercial (8 cm). Por otro lado Illanes (1986) , quien trabajó con *C. gigas* en bahía Tongoy (norte de Chile) en cultivo de sistema suspendido utilizando "pearl net" y linterna, logró mejores resultados, al registrar crecimiento de 1cm de promedio mensual, obteniendo una ostra comercial a los 13 meses; en cambio Akabochi (1975) quien trabajó con *C. gigas* en Ubatuba, Brasil, reporta un crecimiento de 1,3 cm por mes. De igual forma Ostini & Rogeiro (1990) para la misma especie en Cananéia, Brasil, encontró incrementos de 1,05 cm por mes, Cisneros *et al.* (2000), quienes trabajan con *C. gigas* en cultivo natural obtuvieron un crecimiento mayor de 16 mm por mes debido a las altas temperaturas que se presentaron durante el fenómeno El Niño de 1997-98. Otras experiencias, en Cabo Frío (Río de Janeiro, Brasil), reportan un crecimiento de 9 mm por mes, asimismo Osorio (1990) reporta un incremento de 6,3 mm por mes en Salinas (Guayaquil, Ecuador).

Los resultados obtenidos muestran un incremento de aproximadamente 0,87cm en talla y de 2,65g de peso por mes. Se obtuvieron ostras de 9cm y 20g (peso partes blandas) a los 4 meses de cultivo correspondiente a la etapa de engorde, siendo la talla y peso iniciales de 4,8 cm y 3,36 g respectivamente.

Al evaluar los tratamientos en función a la carga obtenida (fig. 15 y 16), que en términos económicos interesa al acuicultor, se encuentra que la mayor densidad

CONCLUSIONES

El crecimiento de *C. gigas* difiere significativamente ($P > 0,05$) con la densidad y no con la profundidad, siendo mayor el crecimiento de *C. gigas* a los 3 – 11 m con 30 ind. piso⁻¹.

El mayor peso de las partes blandas se registró en el tratamiento T₁ (3m con, 30 ind. piso⁻¹).

La mayor talla se registró en los tratamientos T₁ (3m con 30 ind. piso⁻¹) y T₇ (11m con 30 ind. piso⁻¹).

RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios sobre el crecimiento de *C. gigas* a profundidades mayores de 11 m.
2. Determinar el máximo incremento en talla y peso volumétrico de *C. gigas*.
3. Realizar estudios que permitan determinar la influencia de la clorofila "a" (productividad primaria en los diferentes estratos sobre el crecimiento de *C. gigas*).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKABOSHI, L. 1975. Cultivo de *Crassostrea gigas* en Ubatuba, Sao Paulo – Brasil. *In Inf. Prog. Mar Perú* 116:1 – 16.
- AMBLER & URIBE 1999. Por que el crecimiento lineal de la concha de ostión del norte *Argopecten purpuratus*, no debe ser usado como un parámetro válido para manejar un cultivo comercial en Chile *In* Resumen, IV Congreso Latinoamericano de Malacología (IV COIACMAR). Universidad Católica del Norte. Coquimbo, Chile. 10p.
- APHA-AWWA-WPCF. 1992. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Díaz de Santos S.A. España 1056p.
- AQUARIUS, 1985. Aspectos generales de la ostra. *Bol. Inf. Urb. Latinoamericana de Desarrollo Pesquero*. Lima, Perú (27): 2-3.
- BAUTISTA, P. 1989. Incidencia y análisis de los diversos factores implicados en la rentabilidad de las empresas acuícola. *In Acuicultura y economía*. R. Esteve, A. Narváez & G. Ruiz (eds.). Edic. Edita. España. pp.81-83
- BAUTISTA, C. 1989. *Moluscos tecnología de cultivo*. Edic. Mundi – Prensa. Madrid, España. 67p.
- BARNABE, G. 1991. *Acuicultura*. G. Barnabé (ed.). Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.
- BERGER, J. 1989. Maricultura en el Perú, Marco General y Breve Descripción de los Cultivos Marinos. Libro de Resúmenes del Curso Internacional “Actividad Prioritaria del Tercer Milenio”, FONDEPES (ed), pp:3-5, Lima, Perú.
- BONILLA, J. 1969. Notas sobre aspectos biológicos de la ostra. *Lagena* (23 & 24): 48-68.

- BROWN, J. & E. HARTWICK. 1988. Influence of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the pacific oyster, *Crassostrea gigas*, I. Absolute and allometric growth. *Aquaculture* 70: 231 – 251.
- CALIENES, R., O. GUILLÉN & N. LOSTAUNAU. 1985. Variabilidad espacio – temporal de clorofila, producción primaria y nutrientes frente a la costa peruana. *Bol. Inst. Mar Perú* 10(1): 1-34.
- CIGARRÍA, J. FERNÁNDEZ. 1993. Crecimiento de la ostra japonesa *Crassostrea gigas*, en la ría de Eo (No España). *European Acuaculture Society, Especial publication*. 19: 1-22
- CISNEROS, R & J. BAUTISTA 1995 Adaptación y reproducción de la ostra japonesa *Crassostrea gigas* en ambiente controlado. *Infor. Prog. Inst. Mar, Perú* 13:1-8
- CISNEROS, R. & J. ARGÜELLES. 1996. Cultivo experimental de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* (L.) a diferentes profundidades y densidades en sistema suspendido. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* (22): 1-16.
- CISNEROS, R., J. BAUTISTA & J. ARGÜELLES. 1999. Cultivo de la ostra del Pacifico *Crassostrea gigas* (THUNBERG 1775) en ambiente natural. *Inst. Mar Perú* 123-124.
- CISNEROS, R. & J. ARGÜELLES. 1999. Cultivo de la ostra del Pacifico *Crassostrea gigas*, Thunberg 1775, en ambiente natural. *Resumen del Congreso Internacional COLACMAR*. Trujillo , Perú.
- COCHARD, J. 1998. Oyster culture in European Union: CURRENT STATUS AND TRENDS. Frenner. Centr de Brest. Plouzanc, Francia. 70p.
- CHUNG, S.1993. Salinity tolerance of some tropical marine molluscs. *Acta Ciet. Venezolana*. 34: 245 – 247.

- DARDIGNAC, M. 1991. La miticultura francesa tradicional *In Acuicultura*. Vol I. G. Barnabe (ed.), pp. 925 - 933. Edic. OMEGA S.A. Barcelona, España.
- DAVY, B. 1990. Mariculture - un Japan Development of an industry; The first in Athee-part series. *Word Acuicultura*. 21 (4): 36-47
- DISALVO, L. & E. MARTINEZ. 1985. Cultivo de *Ostrea chilensis* Philippi 1845 en una Bahía de la Costa Norte - Centro de Chile. *Bol. Pesq.* (14) :16-22.
- FLORES, C. 1974. Aspectos generales sobre cultivos de ostras en ambientes naturales. *Lagena* (33): 15-28
- FONDEPES, 1999. Memoria Descriptiva del Centro de Acuicultura La Arena, Etapa I. Casma, Perú, 4p.
- GABAUDAN, J. 1991. La Acuicultura en los Estados Unidos *In Acuicultura*. Vol. II. G. Barnabé (ed.), pp. 1037 - 1054. Edic. OMEGA S.A. Barcelona, España.
- GOULLETQUER, P., M. MEDDHIF & M. HERAL. 1986. Perspectives de developpement de l'elevage de la Palourde Japonaise *Ruditapes philippinarum* dans le bassin ostreicole de Marennes - Olaron. Conseil international pour l'Exploration de la Mer. Comité de la Mariculture, Francia 13p.
- GOULLETQUER, P. & C. BACHER. 1988. Emperical modeling of the grow the of *Ruditapes philippinarum* by means of non linear regrestion in factorial coordinates. *Aquat living resour* 1: 141 - 154.
- HERAL, M. 1991. La ostricultura francesa tradicional *in acuicultura* Vo.I. G. Barnabé (ed.), pp. 295-331. Edic. OMEGA S.A. Barcelona, España.
- HERNÁNDEZ, A & J. SINGH. 1988. Rendimientos de producción de "Almeja Catarina" (*Argopecten circularis*) a diferentes densidades de cultivo. *Rev. Lat. Acui.* Lima, Perú, 36: pp 49-88.

- MORA, O. & G. AVILA. 1990. Cultivo de moluscos Bivalvos en Panamá *In Cultivo de moluscos en América Latina*. A. Hernández (ed.), pp: 173 - 189. Edit. Guadalupe. LTDA. Bogotá, D.E., Colombia.
- OSORIO, V. 1990. Cultivo de moluscos en Ecuador. *In Cultivo de moluscos en América Latina*. A. Fernández (ed.), pp: 297-310. Edit. Guadalupe. LTDA. Bogotá, D.E., Colombia.
- OSORIO, C. 1989. Las Pesquerías del Molusco en el Pacífico Sud Este. Memoria del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sud Este. Viña del Mar, Chile 9p.
- OSTINI, S. & C. ROGERIO. 1990. Situación de cultivo de moluscos en Brasil *In Cultivo de moluscos en América Latina*. A. Fernández (ed.), pp: 137-173. Edit. Guadalupe. LTDA. Bogotá, D.E. Colombia.
- PASCUAL, M. & C. ZAMPATTI. 1990. El cultivo de la ostra plana (*Ostrea puelchana*) en Argentina. *In cultivo de moluscos en América Latina*. A. Hernández (ed.), pp:129-137. Edit. Guadalupe. Ltda., Bogotá, D.E., Colombia.
- PEREZ, A. & M. CUÑA. 1991. Cultivo de bivalvos en bateas. *Xunta de Galicia* (103): 7-26.
- PILAY, T. 1997. Acuicultura principios y practicas.. Noriega (ed.). *Limusa*. España pp.567 - 626.
- POLY, C., N. SILVEIRA & F. DA SILVA. 1990. Introducción de la ostra del Pacífico *Crassostrea gigas* en el sur de Brasil. *Bol. Red de Acuicultura* 4(1): 14-15.

- VALDIVIEZO, V. 1990. El cultivo de moluscos en Perú *In cultivo de moluscos en América Latina*. A. Hernández (ed.). pp. 329-344. Edit. Guadalupe LTDA. Bogotá, D.E. Colombia.
- VELEZ, A. 1989. Cultivo de la Ostra Japonesa. En la IV y X Regiones. *IV Taller de Acuicultura, Santiago de Chile, Chile*. 7p.
- WAINE, P. 1988. *Determinación de moluscos, 50 años de experiencia en Conwy*. Edit. ACRIBIA., Zaragoza, España. 159p.
- WIDMAN, J. & W. RHODES, 1991. Nursery culture of the bay scallop, *Argopecten irradians*, in suspended mesh nets. *Aquaculture, Holanda* 99: 257-267.
- YSLA, L. 1987. Determinación de la densidad y profundidad óptima de crianza en cultivo suspendido para la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*). Tesis Ing. Univ. Agr. La Molina. Lima, Perú 68p.
- YSLA, L., V. VENTURI & H. NAVA. 1988. Efectos de la densidad y profundidad en la crianza de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* en cultivos suspendidos. Memorias del 2^{do} Congreso sobre Ciencias del Mar. (COIACMAR), pp 17-21. Lima, Perú.
- YSLA, L. 1999. La acuicultura en el Perú. Perspectivas. Curso Internacional "Actividad Prioritaria del Tercer Milenio". Libro de Resúmenes, FONDEPES (eds). Lima, Perú. 26P.
- YURIHIRA, H. & A. ALARCON. 1989. Ensayos sobre reproducción artificial de *Crassostrea Rhizophorae*, Guiliding, 1982 (*Pelecypoda : Ostreidae*). *Rev. Acui Lat.* ORDEPESCA (41): 1 - 10.