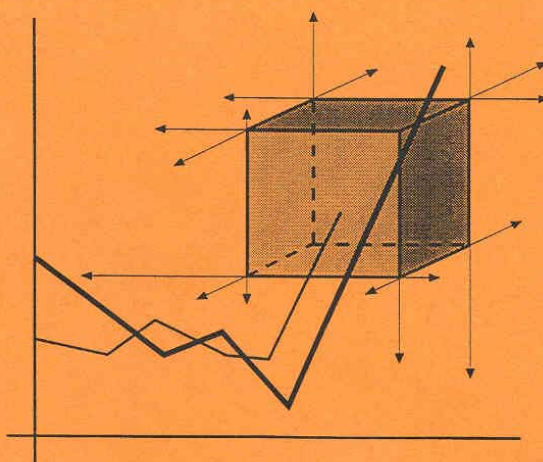


# INFORMES TÉCNICOS Nº 93

## ESTUDIO DE LOS RECURSOS DE ALMEJA Y BERBERECHO EN MUNDAKA Y PLENTZIA (1998-2000)

D. Juan Bald Garmendia  
Dr. Algel Borja Yerro  
Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente  
AZTI



Vitoria-Gasteiz, 2001

**EUSKO JAURLARITZA**



**GOBIERNO VASCO**

NEKAZARITZA  
ETA ARRANTZA SAILA

DEPARTAMENTO DE  
AGRICULTURA Y PESCA

BALD GARMENDIA, Juan

Estudio de los recursos de almeja y berberecho en Mundaka y Plentzia : (1998-2000) / autores Juan Bald Garmendia, Angel Borja Yerro. - Vitoria-Gasteiz : Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia = Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 2001. - 80 or. : graf. kol., fot. ; 30 cm. - (Informes Técnicos / Eusko Jaurlaritza, Nekazaritza eta Arrantza Saila = Gobierno Vasco, Departamento de Agricultura y Pesca; Nº 93).

Azalean: Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente Marino, AZTI

L. G.: VI-496-2001 - ISBN: 84-457-1776-6

1. Txirlak - Arrantza - Mundaka - 1998-2000 2. Txirlak - Arrantza - Plentzia - 1998-2000 3. Itsaskiak - Arrantza - Mundaka 1998-2000 4. Itsaskiak - Arrantza - Plentzia 1998-2000 I. Borja Yerro, Angel II. Euskadi. Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia. III. Euskadi. Nekazaritza eta Arrantza Saila IV. AZTI. V. Izenburua VI. Seriea 639.28(460.152)"1998-2000"

1. Almejas - Pesca - Mundaka - 1998-2000 2. Almejas - Pesca - Plentzia - 1998-2000 3. Mariscos - Pesca - Mundaka - 1998-2000 4. Mariscos - Pesca - Plentzia - 1998-2000

Depósito Legal: VI-496-2001

ISBN: 84-457-1776-6

Imprime: Recursos Generales

Donostia-San Sebastián, 1

01010 Vitoria-Gasteiz

**Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia**

Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

**P.V.P. 425 ptas.**

# INFORME TÉCNICO N.º 93

## ESTUDIO DE LOS RECURSOS DE ALMEJA Y BERBERECHO EN MUNDAKA Y PLENTZIA (1998-2000)

### AUTORES

D. Juan Bald Garmendia  
Dr. Angel Borja Yerro  
Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente  
AZTI

**EUSKO JAURLARITZA**



**GOBIERNO VASCO**

NEKAZARITZA  
ETA ARRANTZA SAILA

DEPARTAMENTO DE  
AGRICULTURA Y PESCA

**Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia**

Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

Vitoria-Gasteiz, 2001

## **AGRADECIMIENTOS**

Un trabajo como el que presentamos aquí requiere de la participación y el entusiasmo de una gran cantidad de gente que debe hacer un trabajo duro y penoso de campo (hasta 12 personas trabajando simultáneamente en el estuario). En él han participado tantas personas que no nos atrevemos a poner los nombres de todos para evitar olvidos involuntarios. Baste decir que nuestro agradecimiento va dirigido a los analistas del Departamento de Oceanografía, al personal de muestreo, a los becarios de diferentes orígenes y al personal en prácticas. Por otro lado, la colaboración de Inspección Pesquera ha sido imprescindible en algunas fases del estudio.



---

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. METODOLOGÍA	10
2.1 Evaluación y cartografía de los recursos de almeja y berberecho	10
2.2. Parámetros poblacionales de la almeja	10
2.3. Modelización de la explotación de la almeja en Plentzia	13
3. RESULTADOS	19
3.1. Evaluación de los recursos	19
3.1.1. Evaluación de almeja	19
3.1.2. Evaluación de berberecho	28
3.2. Composición de tallas y edades en almeja	36
3.3. Evolución de los <i>stocks</i> de almeja y berberecho en Mundaka y Plentzia	45
3.4. Modelización de la explotación de almeja en Plentzia	47
CASO 1: Ajuste del modelo	48
CASO 2: Extendiendo el modelo a 10 años	50
CASO 3: Regulando el número de mariscadores	51
CASO 4: Regulando la apertura y cierre de la veda	57
CASO 5: Incrementando la biomasa mínima sostenible	62
CASO 6: Aumentando la superficie de marisqueo	65
CASO 7: Modificando la talla legal de captura	65
4. DISCUSIÓN	69
5. CONCLUSIONES	77
6. REFERENCIAS	79



## 1.- INTRODUCCIÓN

La especie-objetivo principal del marisqueo a pie en el País Vasco es la almeja fina (*Ruditapes decussatus*), que es explotada tanto por pescadores profesionales como por no profesionales de Mundaka (Urdaibai), Plentzia o Txingudi. Otras especies explotadas en menor medida son: la almeja babosa (*Ruditapes pullastra*), el berberecho (*Cerastoderma edule*) y la navaja (varias especies entre las que destacan: *Ensis ensis*, *Ensis siliqua*, *Solen marginatus*, etc).

El marisqueo en cada uno de estos estuarios es muy diferente. Así, por ejemplo, en Mundaka en los últimos años<sup>1</sup> se ha tendido a una cierta profesionalización del sector, lo que ha reducido mucho la presión marisquera que encontraba GARCÍA-PLAZAOLA (1996) hace unos años. De hecho, según BORJA y BALD (2000) la recuperación del *stock* de almeja de este estuario (por comparación con los datos de 1988 incluidos en BORJA, 1989, 1991) parece bien establecida, achacándolo también a la vigilancia ejercida por Inspección Pesquera. En cambio, en Plentzia es mayoritario el sector de pesca deportiva y en Txingudi, su adscripción al *Convenio con Francia sobre Pesca en el Bidasoa y Bahía de Higer* (BOE nº 28, 2-2-1965), que otorga la facultad de dar permisos de marisqueo a los alcaldes y al Comandante de Marina, hace que los permisos sean excesivos para la conservación del *stock* y su explotación sostenible.

La problemática creada por el marisqueo, y la necesidad de disponer de datos científicos de los *stocks* para su regulación, hizo que la Dirección de Pesca encargara en 1998 a AZTI un proyecto de investigación sobre el marisqueo, cuyo primer informe fue publicado en 2000 (BORJA y BALD, 2000). La estructura del proyecto incluye:

- La cartografía y evaluación estival e invernal de la distribución espacial de los moluscos de interés comercial, comparando su situación con los datos obtenidos en 1988 y a partir de 1998.
- Cálculo y actualización de la relación talla-edad .
- La modelización de la explotación de la almeja, de modo que se puedan simular distintos escenarios de actuación, y que traten de resolver cuestiones como: ¿cuántos pescadores puede soportar este sistema sin que quiebre? (= explotación sostenible de los recursos); ¿es posible modificar las fechas de apertura y cierre de la veda? (= gestión administrativa); ¿qué sucede si se modifican las tallas de explotación? (= actuaciones sobre la reproducción); ¿es posible mantener una biomasa mínima sostenible que provea sustento a otros compartimentos del ecosistema, como las aves? (= equilibrio ecológico); etc.

---

<sup>1</sup> Incluso antes de la promulgación de la *Ley 6/1998, de 13 de marzo, de Pesca Marítima* (BOPV nº 62) y del *Decreto 304/1998, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Pesca Marítima Recreativa* (BOPV, nº 226).



El objetivo principal de este proyecto estriba en que la Dirección de Pesca disponga de datos para conocer cuál es la situación real de los recursos; en qué medida éstos se ven afectados por la explotación y cuál es la herramienta más adecuada para gestionar la explotación de estos recursos.

En el primer informe (BORJA y BALD, 2000) la simulación se basó en el estuario de Mundaka, mientras que en éste se ha trabajado con Plentzia.

---

## 2.- METODOLOGÍA

### 2.1.- Evaluación y cartografía de los recursos de almeja y berberecho

Los muestreos se realizaron en los meses de marzo y julio de 2000 en Mundaka y en febrero y agosto de 2000 en Plentzia para las épocas de invierno y verano respectivamente en ambos estuarios. Las posiciones de las estaciones muestreadas en Mundaka y Plentzia se pueden observar en las Figuras 1 y 2, respectivamente.

Para la evaluación de los recursos se procedió a utilizar la metodología clásica del muestreo estratificado al azar mediante cuadrados<sup>2</sup> de 40 x 40 cm. En cada estación se tomó una muestra profundizando hasta 15 cm, mediante una pala de bordes rectos (BORJA, 1989). El sedimento se tamizó a través de una malla de 1 mm. Las muestras se conservaron para su traslado al laboratorio, donde fueron separadas, identificadas las especies de interés comercial, contados los individuos y calculada la biomasa en peso seco, mediante secado en estufa a 105°C durante 24 horas.

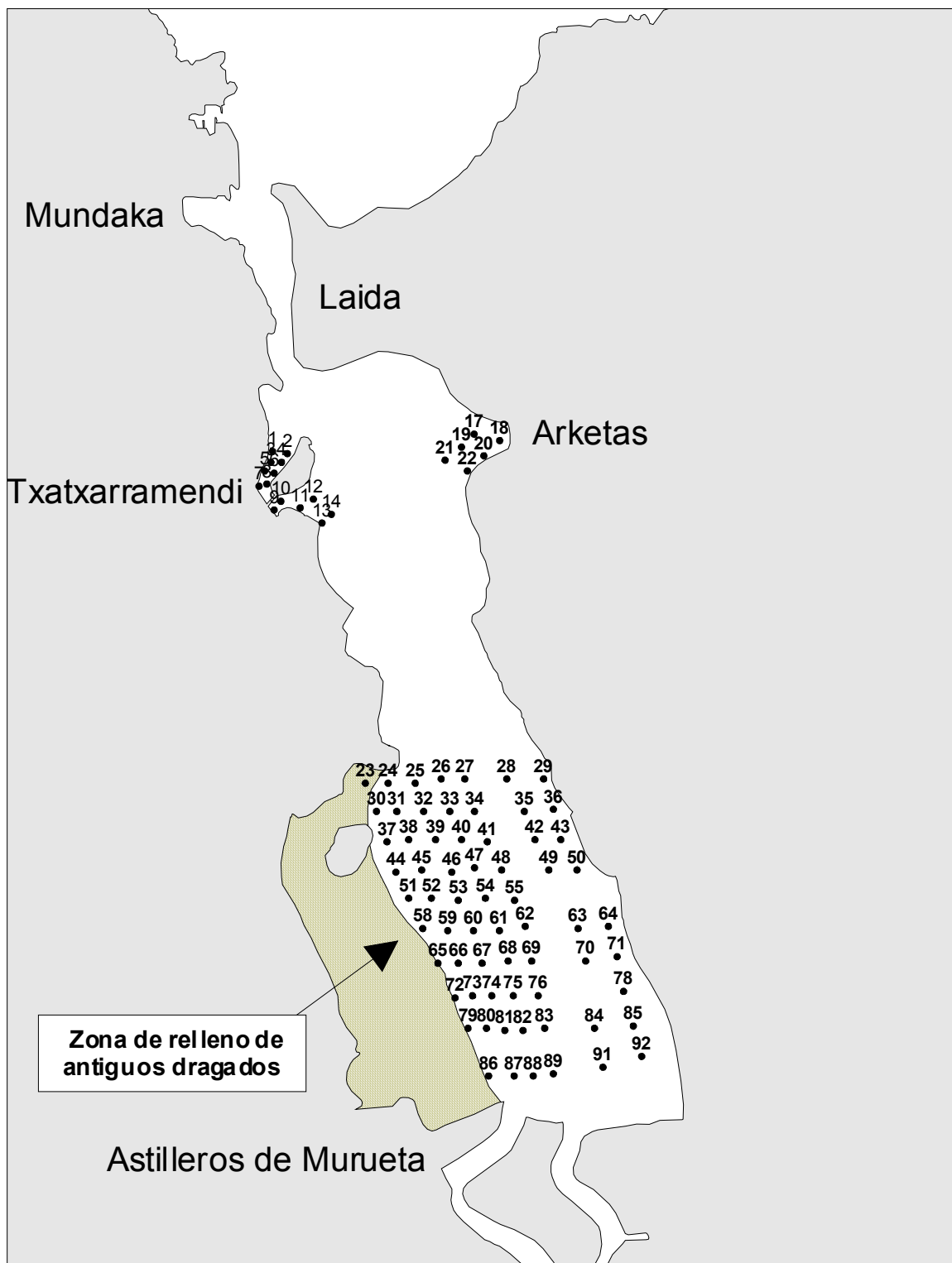
En este informe se estudia también la evolución, desde 1998, de los *stocks* y biomasa de almeja y berberecho en los dos estuarios estudiados, y se compara con la situación hallada en 1988 (BORJA, 1989).

### 2.2.- Parámetros poblacionales de la almeja

Los parámetros controlados fueron la talla, medida en el eje más largo mediante un calibre al milímetro inferior; la biomasa, calculada según lo expuesto en el apartado anterior; y la edad, calculada a partir de los anillos de crecimiento. En este último caso se han seguido las metodologías utilizadas por otros autores, como PEREZ-CAMACHO (1979) o GARCIA (1993).

---

<sup>2</sup> A este respecto, cabe decir que en el informe de Borja y Bald (2000) se ha detectado un error, ya que en él se decía que la muestra era de 50x50 cm. Esto hace que el cálculo de la biomasa y del *stock* difieran en, aproximadamente, un 50%, en cambio las relaciones talla-peso-edad permanecen igual, al no ser dependientes de la superficie. En el presente informe este error se ha corregido, por lo que los datos de evolución de ambos parámetros a lo largo del periodo de estudio difieren de lo que en dicho informe se mostraba. En todo caso, cabe decir que las conclusiones allí expuestas siguen siendo válidas (incluso reforzadas en el sentido de la recuperación de los *stocks*), por cuanto los valores de comparación relativos entre estuarios o épocas siguen siendo similares.



**Figura 1:** Área de estudio y estaciones de muestreo correspondientes en Mundaka.

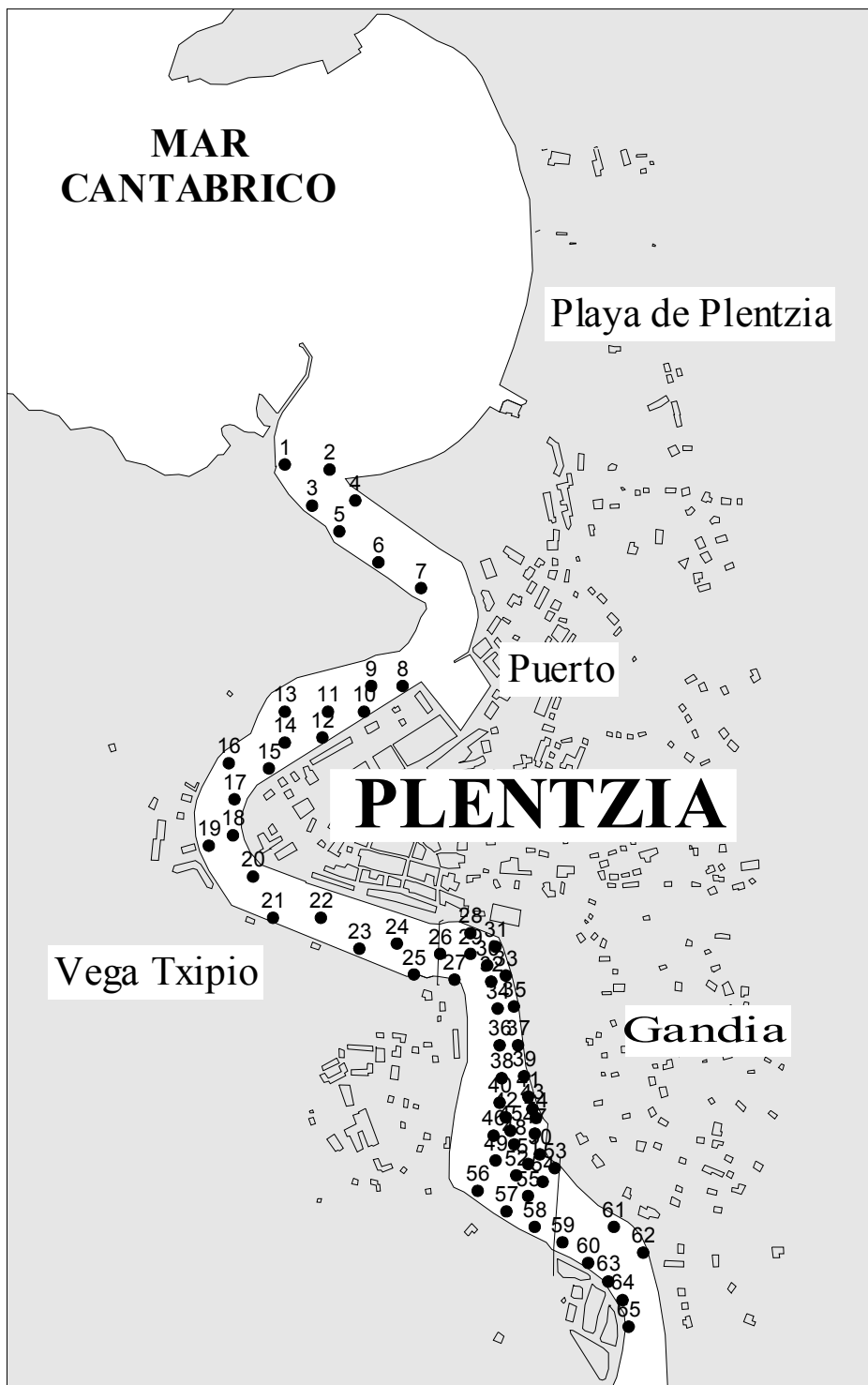


Figura 2. Área de estudio y posicionamiento de las estaciones de muestreo en Plentzia.

### 2.3.- Modelización de la explotación de la almeja en Plentzia

La modelización de la explotación de la almeja se ha basado en la metodología descrita en BORJA y BALD (2000), incluyendo mejoras referidas a dos aspectos fundamentales, por un lado, la presentación del modelo en un entorno más amigable y por otro, la inclusión de nuevas capacidades de análisis y modelización.

Para ello se ha empleado una nueva versión (versión 4.1) del software VENSIM© cuyo objetivo es la capacidad de desarrollo, análisis y trabajo con modelos de gran calidad dinámica. Dicha versión incluye funciones dinámicas, análisis de sensibilidad de Monte Carlo, optimización, aplicación de interfaces y otras.

La presentación del modelo en un entorno amigable se ha basado en la estructuración del mismo en diferentes vistas, cada una de las cuales, permite acceder a las diversas partes de que está constituido el modelo. El acceso de unas a otras se hace mediante hipervínculos establecidos entre las mismas, pinchando con el ratón en los puntos indicados. Esta disposición en vistas a permitido ordenar la estructura del modelo así como crear nuevas vistas en las que se han introducido nuevas capacidades de análisis y modelización.

Así, se parte de una primera vista general a partir de la cual se puede acceder a tres grandes apartados del modelo: la consulta de la estructura general del mismo, la consulta de los resultados de la modelización en relación con los principales parámetros de gestión del recurso y una vista en la que se puede llevar a cabo la modelización de diferentes “casos” o posibilidades de gestión del recurso, modificando los parámetros de entrada al modelo (número de mariscadores, duración de la época de capturas, establecimiento de vedas, etc) (Figura 3).

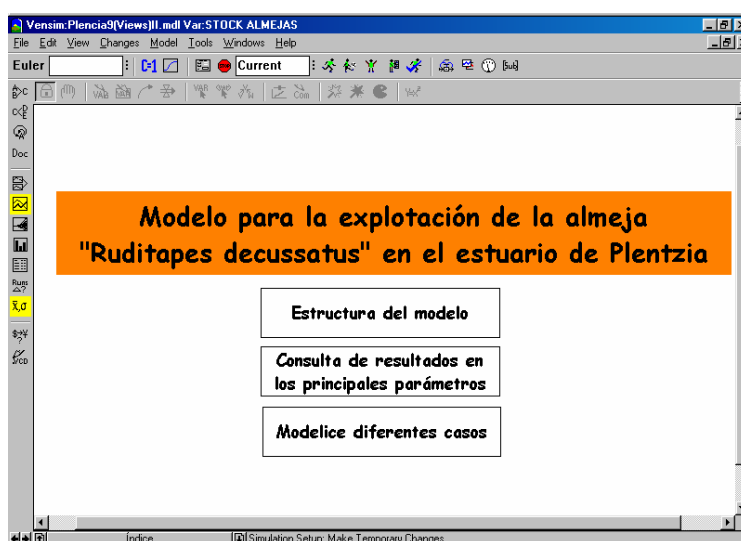


Figura 3. Vista principal del modelo de explotación de almeja.

En la vista correspondiente a la consulta de la *Estructura del modelo*, se tiene acceso a los diversos “módulos” que permiten modelizar diferentes aspectos, tanto de la gestión (capturas y su control mediante el establecimiento de vedas, incrementos o decrementos del número de mariscadores así como su relación con la biomasa de recurso disponible, etc.), como de la dinámica natural del recurso (composición de tallas y edades, nacimientos, etc) (Figura 4).

La vista correspondiente a la *Consulta de los resultados en los principales parámetros* permite visualizar de forma sencilla mediante gráficos y tablas los resultados de la modelización en relación con cada uno de los principales parámetros a tener en cuenta en la gestión del recurso; *stock* y biomasa de almeja, capturas realizadas y número de mariscadores (Figura 4).

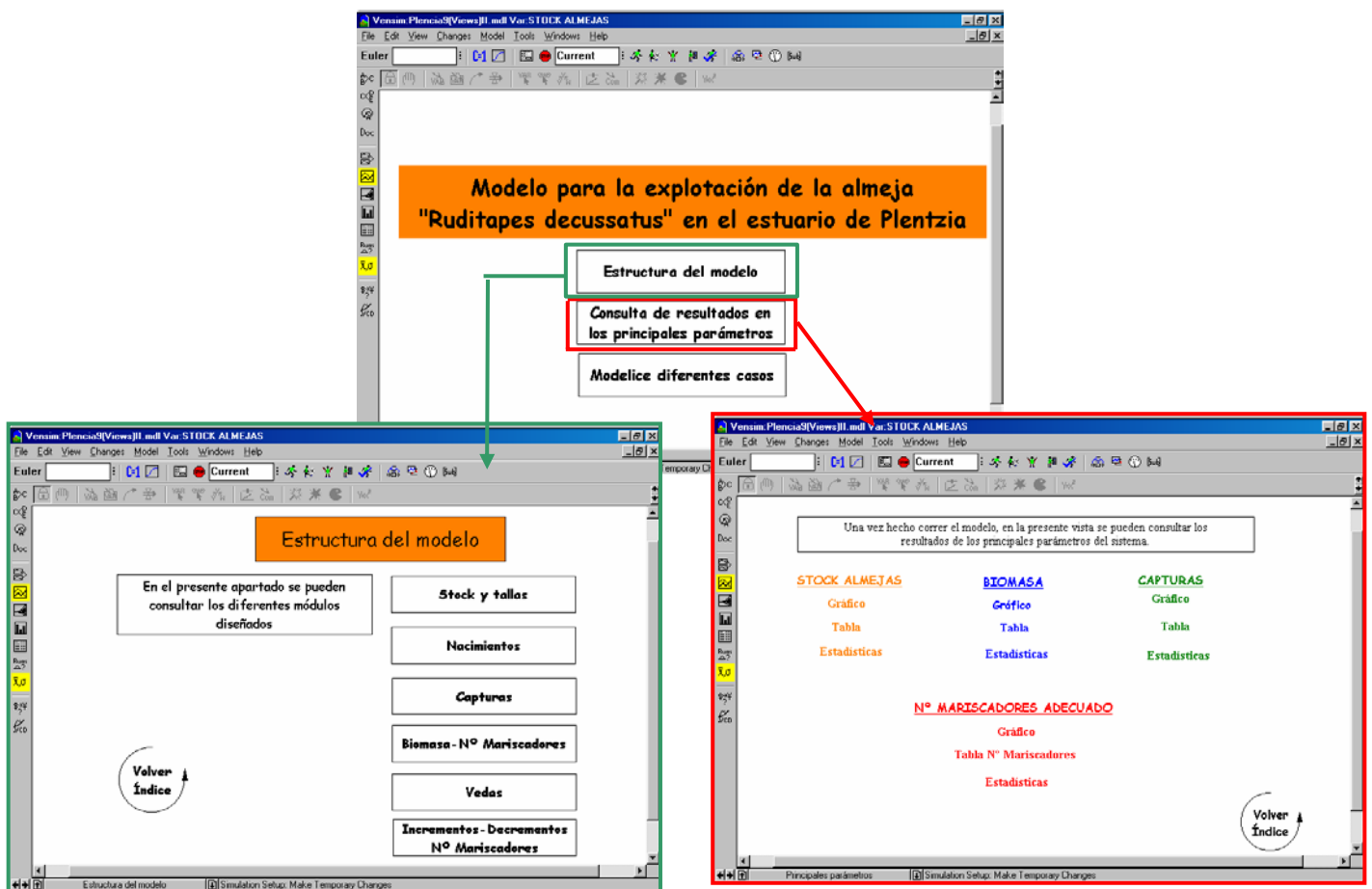
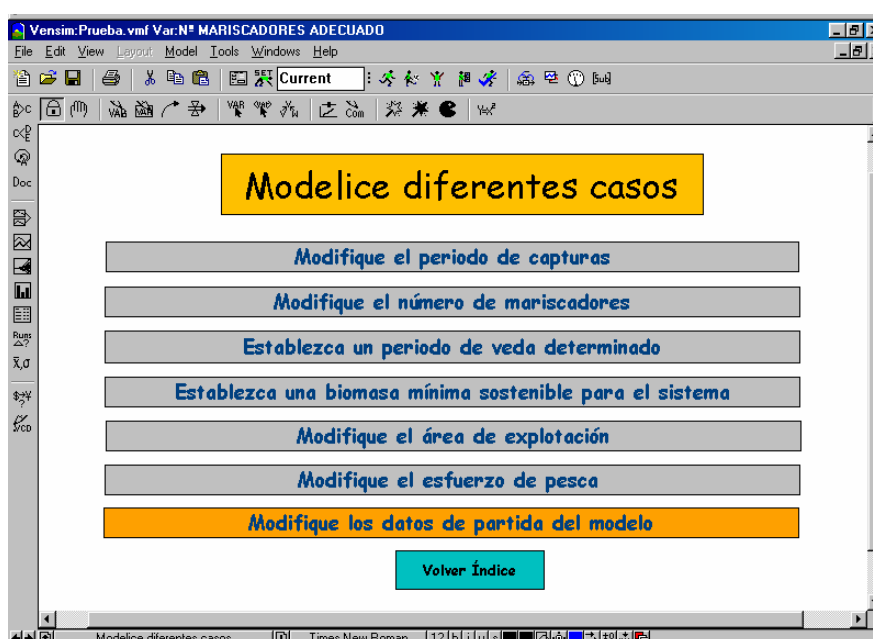


Figura 4. Vista correspondiente a la estructura del modelo y consulta de los resultados en los principales parámetros.

En la vista correspondiente a la modelización de diferentes casos (Figura 5), se accede a los módulos que permiten simular las diversas situaciones que pueden darse en la gestión del recurso, tales como, la introducción de vedas, el aumento o disminución del número de mariscadores, la modificación de las fechas de apertura y cierre de la época de capturas, el establecimiento de objetivos de gestión tales como una biomasa mínima sostenible del recurso que siempre hay que respetar, así como la modificación de parámetros básicos de partida del modelo descritos en BORJA y BALD (2000).



**Figura 5.** Vista referida al acceso a los diferentes módulos que permiten la modelización de diferentes “casos” o posibilidades de gestión del recurso de almeja.

Es en este punto donde se encuentran las principales mejoras del modelo, al introducir nuevas capacidades de análisis y modelización, destacando entre ellas:

a) La capacidad de establecer periodos de veda cada 2 o 5 años, o la introducción de un único periodo de veda a voluntad en el año que se desee mediante la eliminación de las capturas en el periodo de marisqueo habitual de este recurso. Para ello basta con acceder al modulo correspondiente “Establezca un periodo de veda determinado” (Figura 6a) por medio de la vista descrita en la figura 5.

b) La capacidad de establecer un aumento o disminución del número de mariscadores, de forma regular cada uno de los años de la modelización, o de forma puntual en un año determinado establecido de forma arbitraria (Figura 6b). La magnitud del aumento o disminución del número de mariscadores se establece arbitrariamente por medio de un factor de multiplicación que actúa sobre el número habitual de mariscadores que faenan en la zona, el cual depende de la biomasa disponible en el medio. Esta relación se ha establecido gracias a la información aportada por los

inspectores del Servicio de Pesca del Gobierno Vasco y a las diversas campañas de muestreo que AZTI viene realizando en el estuario desde 1998.

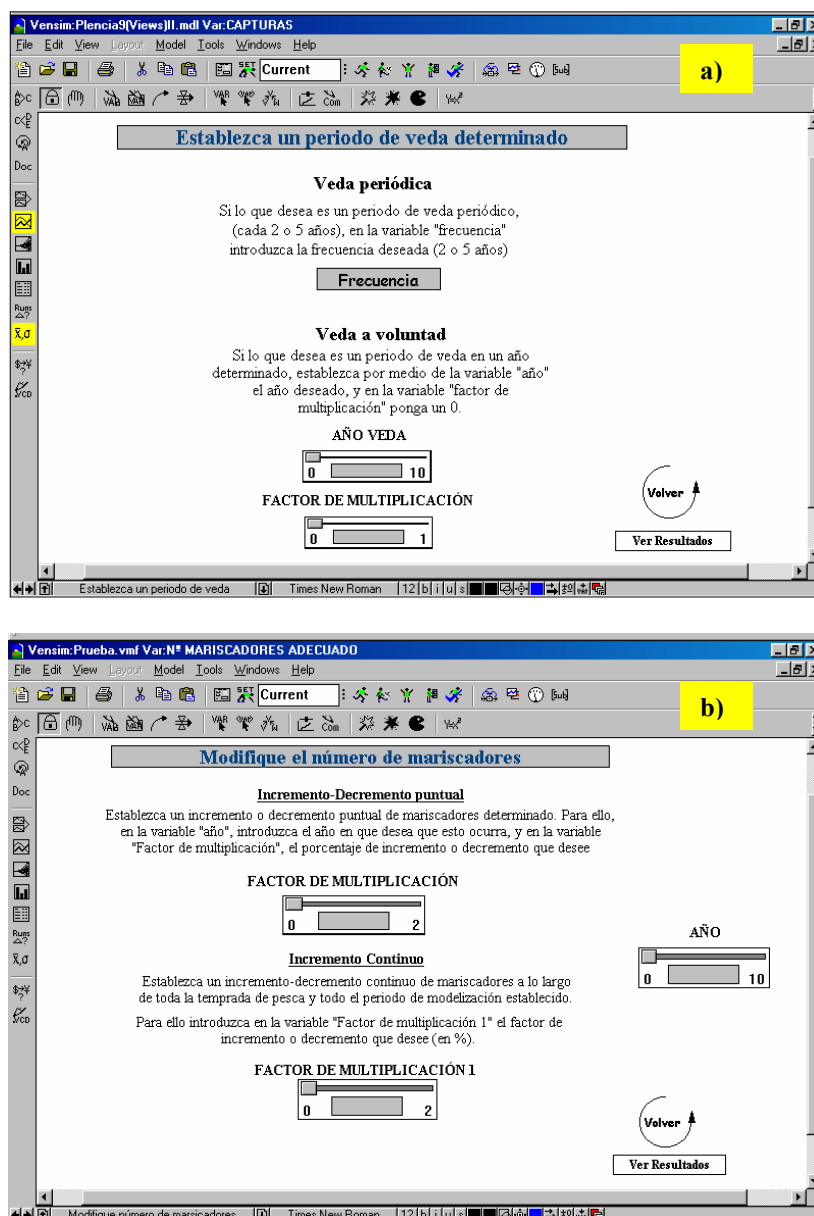


Figura 6. (a) Modulo correspondiente al establecimiento voluntario de periodos de veda y (b) Modulo correspondiente al establecimiento del número de mariscadores.



c) La capacidad de modificar los parámetros de salida del modelo, algunos de los cuales tienen gran importancia en la gestión del recurso, tales como, las tasas de mortalidad por pesca, la tasa de días hábiles para el marisqueo, la población inicial de partida del modelo, el área de explotación del estuario, etc (Figura 7).

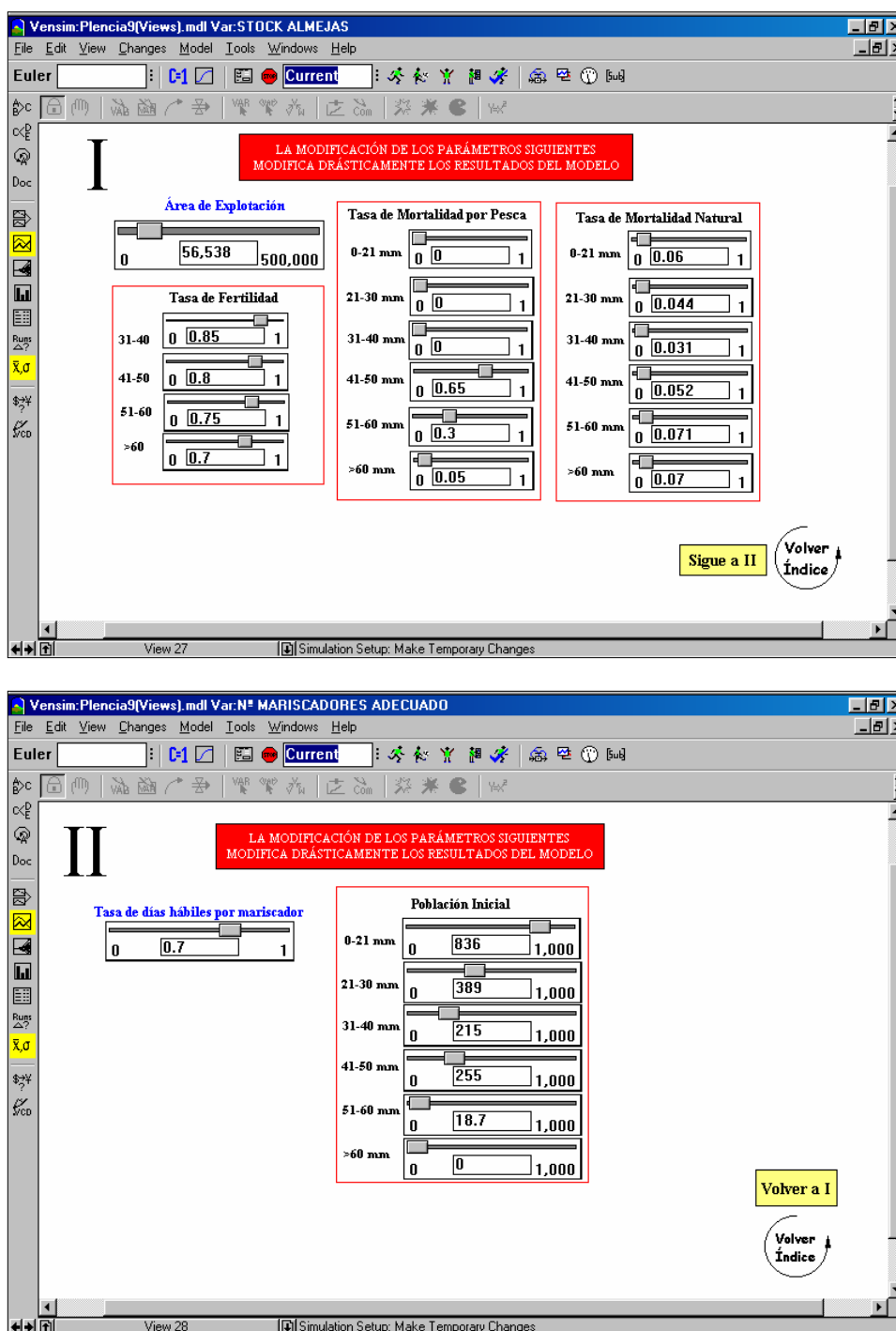


Figura 7. Vista correspondiente al módulo que permite modificar los datos de partida del modelo.

Con objeto de validar el modelo nos hemos basado en los resultados obtenidos por los trabajos de campo que desde 1998 AZTI viene realizando en el estuario de Plentzia, mencionados más arriba, usando la metodología de BORJA (1989, 1991), que ha permitido obtener datos de: *stock* y biomasa de verano de 1998 y 2000 e invierno de 1999, 2000 y 2001; área ocupada por la especie en verano de 1998 (56.538 m<sup>2</sup>) y distribución de las clases de talla y peso (Tabla 1); época de capturas (octubre-diciembre); porcentaje de días de captura (70%); número de pescadores (alrededor de 40-50 a comienzo de temporada) y biomasa media capturada por los pescadores (alrededor de 3 kg·día<sup>-1</sup> a comienzo de temporada y 1 kg·día<sup>-1</sup> a finales). Por otra parte, se han obtenido de la bibliografía (PEREZ CAMACHO, 1979) datos como la mortalidad natural por clase de talla, maduración, tasa de fertilidad, etc. La Tabla 1 muestra los datos arriba mencionados.

Tabla 1: Datos iniciales utilizados para el modelo, obtenidos de la población real de Plentzia en 1998 y de la bibliografía.

VARIABLES	CLASES DE TALLA (mm)					
	0-20	21-30	31-40	41-50	51-60	>60
<b>Población inicial (kg)</b>	1504	502	333	333	41	0
<b>Tasa de Mortalidad Natural</b>	0,060	0,044	0,031	0,052	0,079	0,070
<b>Tasa de Mortalidad por Pesca</b>	0	0	0	0,65	0,30	0,05
<b>Tasa de Fertilidad</b>	0	0,90	0,85	0,80	0,75	0,7

Los resultados obtenidos aquí son válidos únicamente para la gestión del *stock* en el estuario de Plentzia, la aplicación a cualquier otro lugar requiere la obtención de datos específicos de campo con objeto de validar los resultados para el área.

En el estudio que se ha hecho, además de validar el modelo se ha actuado sobre diversos compartimentos del sistema con objeto de establecer cómo responde éste ante políticas de gestión que pudieran ser decididas por la Dirección de Pesca y que pudieran basarse en aspectos tanto biológicos como sociales.



### 3.- RESULTADOS

#### 3.1.- Evaluación de los recursos

Como ya se ha dicho en la metodología, en el verano e invierno de 2000, se efectuaron los muestreos necesarios para establecer la densidad (número de individuos por metro cuadrado), biomasa (peso por metro cuadrado) y *stock* (peso total existente) de la almeja y el berberecho en las dos áreas principales de marisqueo en la costa vasca: Plentzia y Mundaka.

##### 3.1.1.- Evaluación de almeja

En la Tabla 2 se presentan los datos obtenidos para la almeja en ambos estuarios, en verano e invierno de 2000. Las estaciones muestreadas fueron 92 en Mundaka y 65 en Plentzia, de ellas en 18 y 26 estaciones respectivamente se encontraron almejas en verano y en 9 y 18 en invierno.

El stock invernal para Mundaka en el año 2000 (6,54 t) es similar al encontrado en el mismo estuario para la misma época en 1999 (7,03 t) (BORJA y BALD, 2000)<sup>3</sup>, extendiéndose sobre una superficie de 173.240 m<sup>2</sup>. La densidad es de 24,1 ind·m<sup>-2</sup> y la biomasa de 106,3 g·m<sup>-2</sup>. Tal y como se aprecia en las Figuras 8 y 9, al igual que en años anteriores, la zona de Txatxarramendi sigue presentando las mayores abundancias tanto en densidad de individuos como en biomasa en ambas estaciones del año. Así, se observa que un lugar vedado debido a la mala calidad de sus aguas (Txatxarramendi) tiene una densidad y una biomasa muy superior al resto del estuario, contando con la mitad del *stock* para una superficie muy inferior. De esto se deduce que medidas restrictivas en determinadas zonas o por épocas conducen a una mejora del recurso que puede estar actuando de generador de semilla para otras áreas del estuario. En este sentido, carece de fundamento que se diga que es necesario “trabajar” el recurso para que no se extinga: es en Txatxarramendi donde más almeja hay y donde mayor tamaño, densidad y biomasa alcanza (BORJA y BALD, 2000).

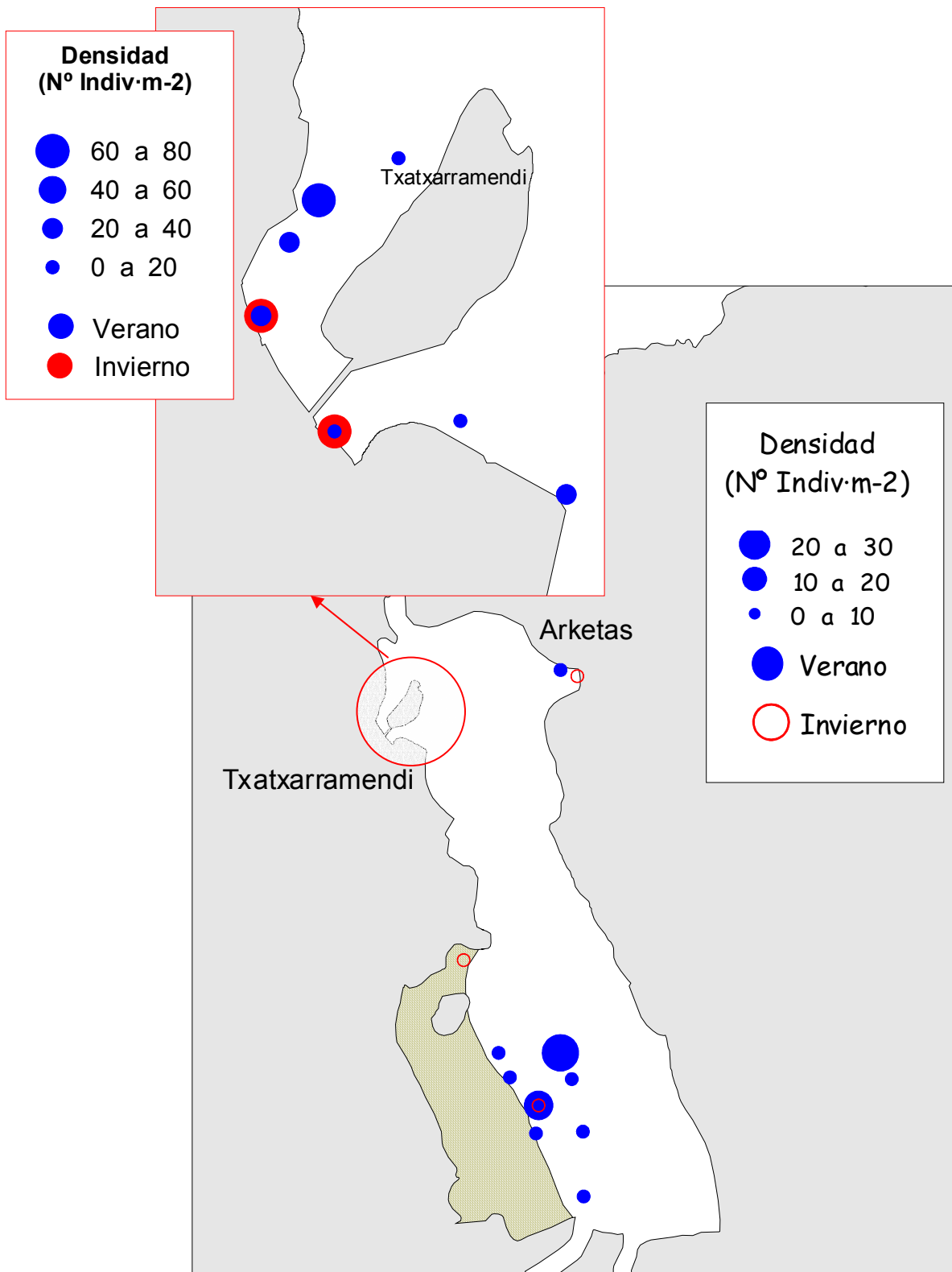
Del mismo modo, el *stock* estival de 2000 (11,3 t) es similar aunque ligeramente inferior al establecido en 1998 para la misma época (12,2 t), extendiéndose sobre una superficie de 199.634 m<sup>2</sup>, un 13% superior a la superficie invernal. La densidad es de 21,5 ind·m<sup>-2</sup> y la biomasa de 87,8 g·m<sup>-2</sup>.

Hay que hacer notar que mientras en años anteriores (BORJA y BALD, 2000) no se encontraron almejas en Arketas (posiblemente debido a los dragados realizados años anteriores a 1998 y el consiguiente vertido de arena en la zona), en el año 2000 ya comienzan a aparecer individuos, aunque todavía con baja densidad y biomasa (6,2 ind·m<sup>-2</sup> y 1 g·m<sup>-2</sup> aproximadamente).

<sup>3</sup> Recuérdese la Nota 2, sobre la corrección de errores.

		INVIERNO 2000						VERANO 2000					
		ESTACIONES MUESTREADAS	ESTACIONES CON ALMEJA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	DENSIDAD (n <sup>o</sup> ·m <sup>-2</sup> )	BIOMASA (g·m <sup>-2</sup> )	STOCK (t)	ESTACIONES MUESTREADAS	ESTACIONES CON ALMEJA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	DENSIDAD (n <sup>o</sup> ·m <sup>-2</sup> )	BIOMASA (g·m <sup>-2</sup> )	STOCK (t)
MUNDAKA	Txatxarramendi	14	3	11.131	50,00	287,87	3,20	14	9	63.943	34,02	140,40	8,98
	Arketas	8	1	6.207	6,25	1,93	0,01	8	1	6.207	6,25	0,06	0,00
	Interior	66	4	145.197	9,37	22,96	3,33	66	8	129.484	9,38	18,38	2,38
	San Antonio	4	0	10.705	0,00	0,00	0,00	4	0	0	0,00	0,00	0,00
	<b>TOTAL 2000</b>	<b>92</b>	<b>9</b>	<b>173.240</b>	<b>24,21</b>	<b>106,38</b>	<b>6,54</b>	<b>92</b>	<b>18</b>	<b>199.634</b>	<b>21,53</b>	<b>87,85</b>	<b>11,36</b>
PLENTZIA	Exterior	7	5	9.527	15,00	22,02	0,21	7	6	12.227	22,91	42,13	0,52
	Medio	20	5	12.317	20,00	23,00	0,28	20	10	32.683	12,50	35,38	1,16
	Interior	38	8	12.887	7,03	26,87	0,35	38	10	19.707	8,12	67,12	1,32
	<b>TOTAL 2000</b>	<b>65</b>	<b>18</b>	<b>34.731</b>	<b>12,84</b>	<b>24,45</b>	<b>0,84</b>	<b>65</b>	<b>26</b>	<b>64.617</b>	<b>13,22</b>	<b>49,15</b>	<b>2,99</b>

**Tabla 2.** Densidad, biomasa y stock de almeja en Mundaka y Plentzia, en invierno y verano de 2000.



**Figura 8.** Densidad de almeja (Nº Individuos·m<sup>-2</sup>) encontrada en Mundaka en invierno y verano de 2000.

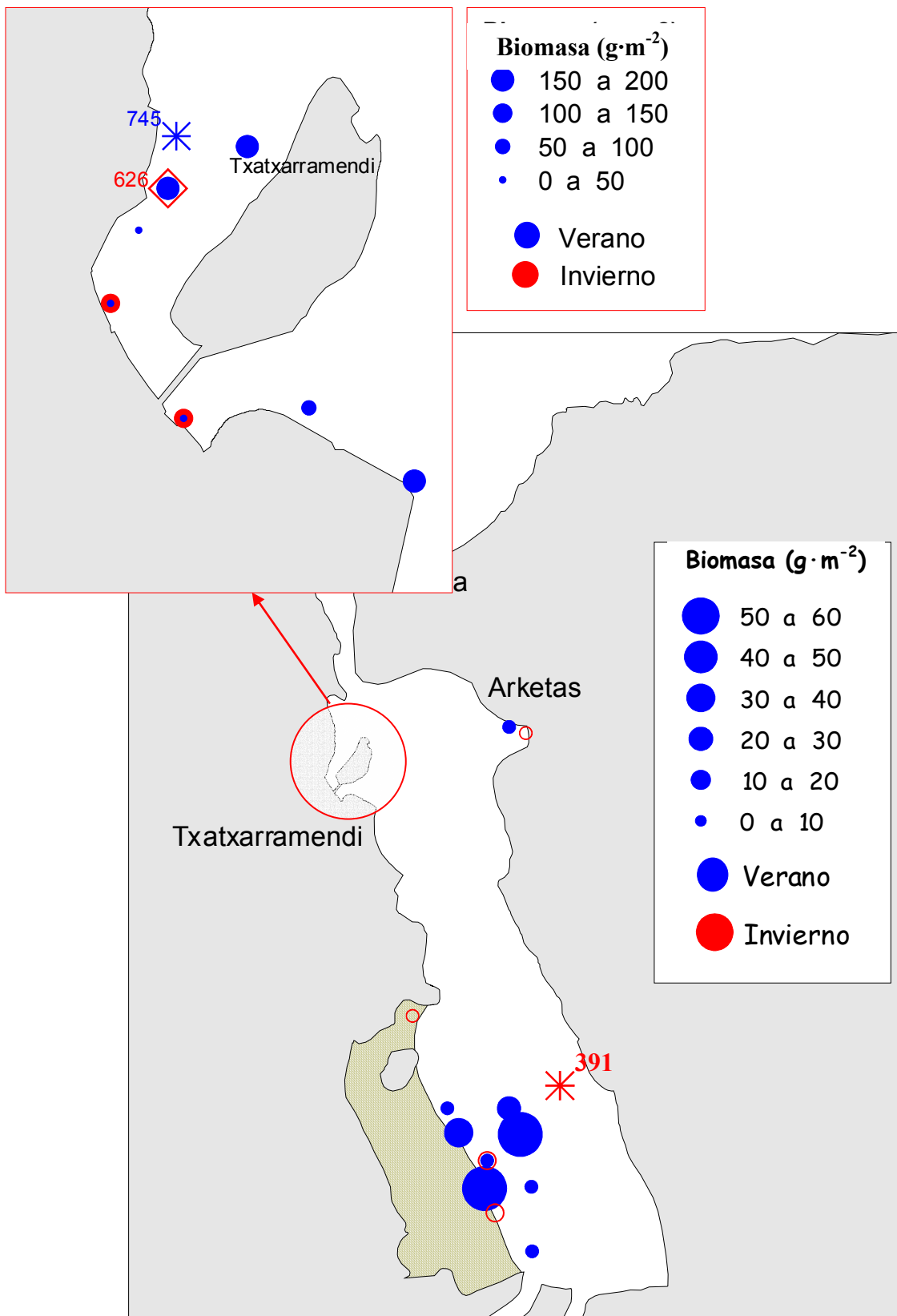
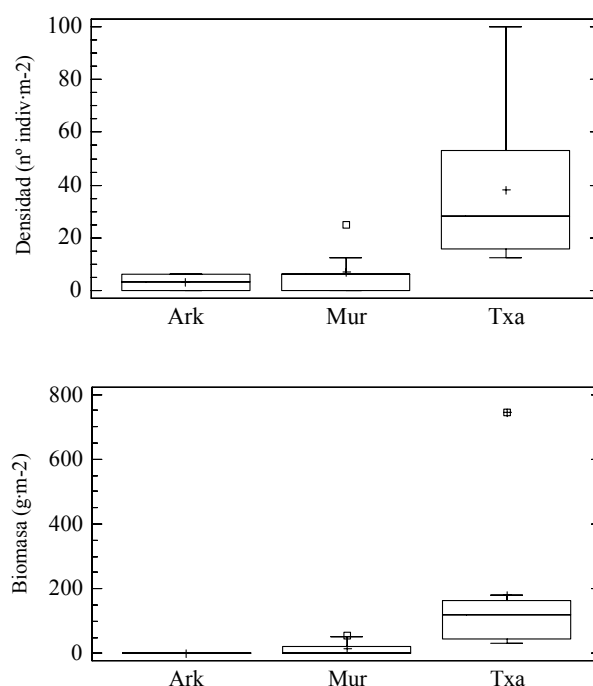


Figura 9. Biomasa de almeja en g·m<sup>-2</sup> en el estuario de Mundaka en invierno y verano de 2000.

La comparación de la biomasa y la densidad en las dos épocas consideradas (invierno y verano) entre cada una de las zonas estudiadas (Txatxarramendi, Arketas y Murueta) detectó abundancias significativamente mayores ( $p < 0,05$ ) para los dos parámetros en la zona de Txatxarramendi durante la época estival (Figura 10). En invierno en cambio no se detectó ninguna diferencia significativa entre ninguna zona.

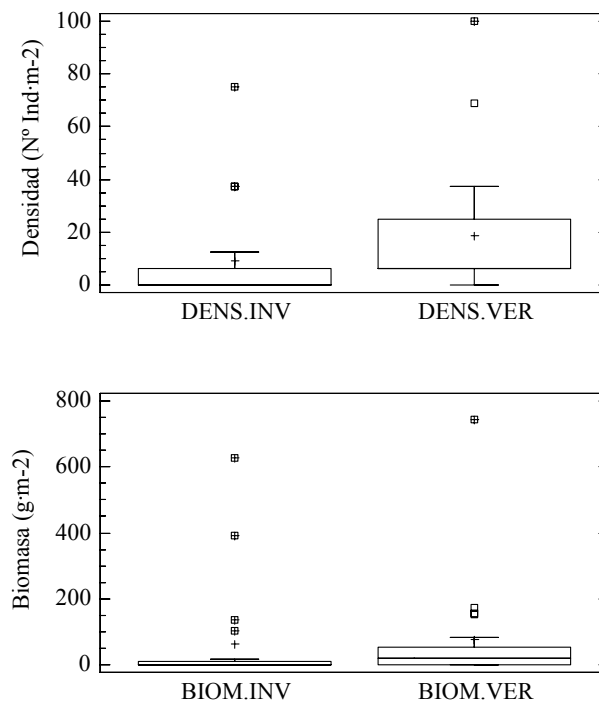


**Figura 10.** Box and Whisker Plot de la densidad (N° Ind·m<sup>-2</sup>) y biomasa (g·m<sup>-2</sup>) de almeja durante la época estival de 2000 en las diferentes zonas de estudio del estuario de Mundaka.

Asimismo, y de forma global para todo el estuario de Mundaka, se encontraron abundancias significativamente mayores ( $p < 0,05$ ) para los dos parámetros durante la época estival (Figura 11), poniendo en evidencia el efecto de la explotación ejercida sobre el recurso, el cual se ve mermado en invierno tras la época de captura de otoño y la mortalidad natural.

El *stock* invernal para el estuario de Plentzia (0,84 t) es similar al encontrado en 1999 en el mismo estuario durante la misma época (0,88 t) extendiéndose sobre una superficie de 34.731 m<sup>2</sup> (Tabla 2). La biomasa fue de 25,4 g·m<sup>-2</sup> y la densidad de 12,8 ind·m<sup>-2</sup>.

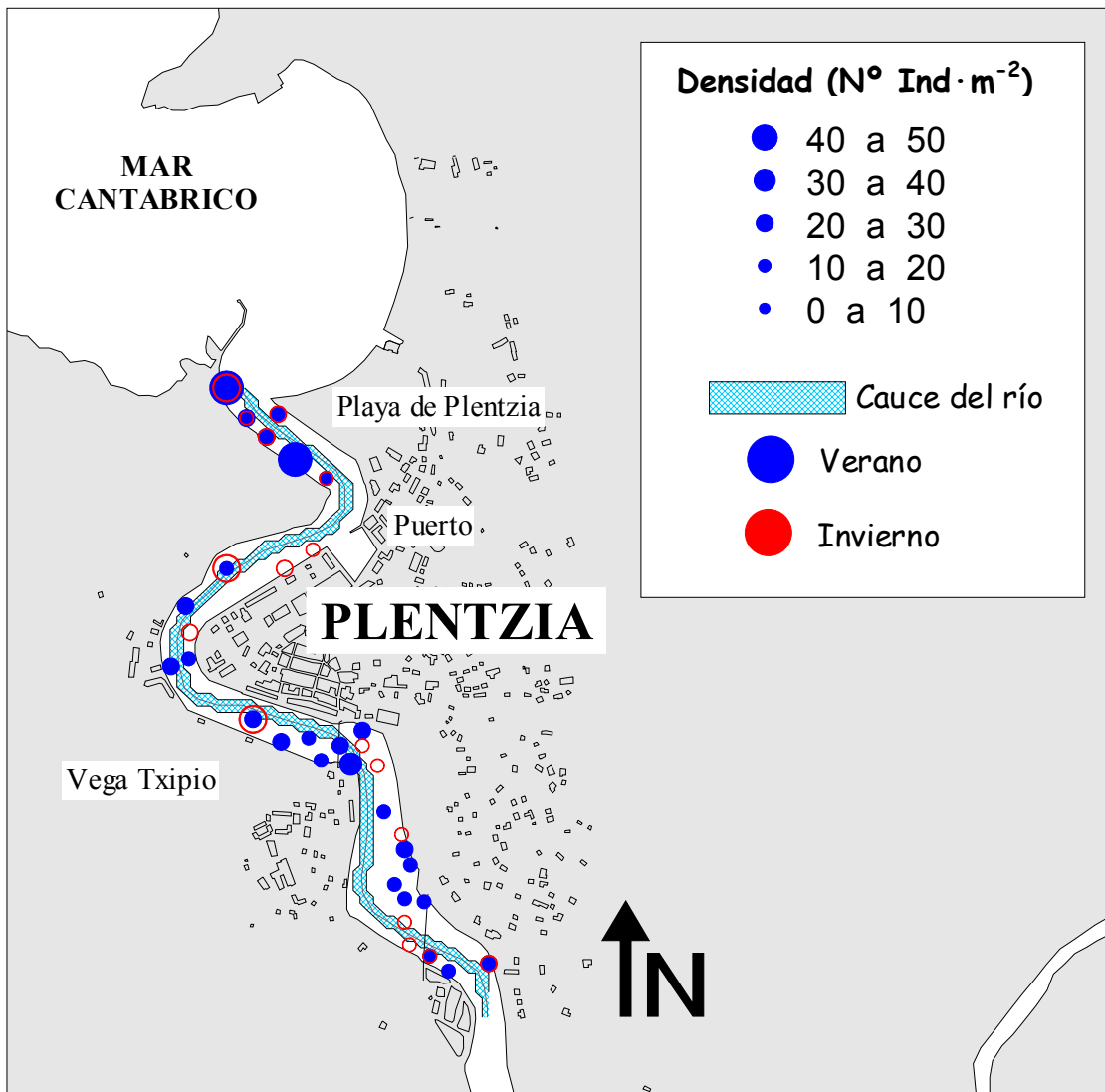




**Figura 11.** Box and Whisker Plot de la densidad ( $\text{N}^\circ \text{Ind}\cdot\text{m}^{-2}$ ) y biomasa ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) de almeja en verano e invierno de 2000 en el estuario de Mundaka.

Durante el verano de 2000, se encontró almeja en 26 de las 65 estaciones muestreadas, estimándose el *stock* para esta época en 2,9 t, muy similar al encontrado en 1998 para la misma época (2,7 t), y extendiéndose sobre una superficie de 64.617  $\text{m}^2$ , un 12,5 % mayor que en verano de 1998. La biomasa fue de 49,1  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$  (el doble que en 1998) y la densidad de 13,2  $\text{ind}\cdot\text{m}^{-2}$ , muy similar a la de 1998, lo cual indica que las almejas han doblado su peso.

Tal y como se aprecia en la Figura 12, la menor densidad de individuos tanto en invierno como en verano se da en la parte interna y media del estuario, precisamente en las zonas donde se concentra la mayor actividad marisquera. Sin embargo, al contrario que la densidad, la mayor biomasa se encuentran en la zona interior lo cual indica que las almejas tienen ahora un tamaño mayor posiblemente debido a una pesca más responsable o selectiva (Figura 13).



**Figura 12.** Densidad de almeja (Nº Individuos·m<sup>-2</sup>) en el estuario de Plentzia en verano e invierno de 2000.

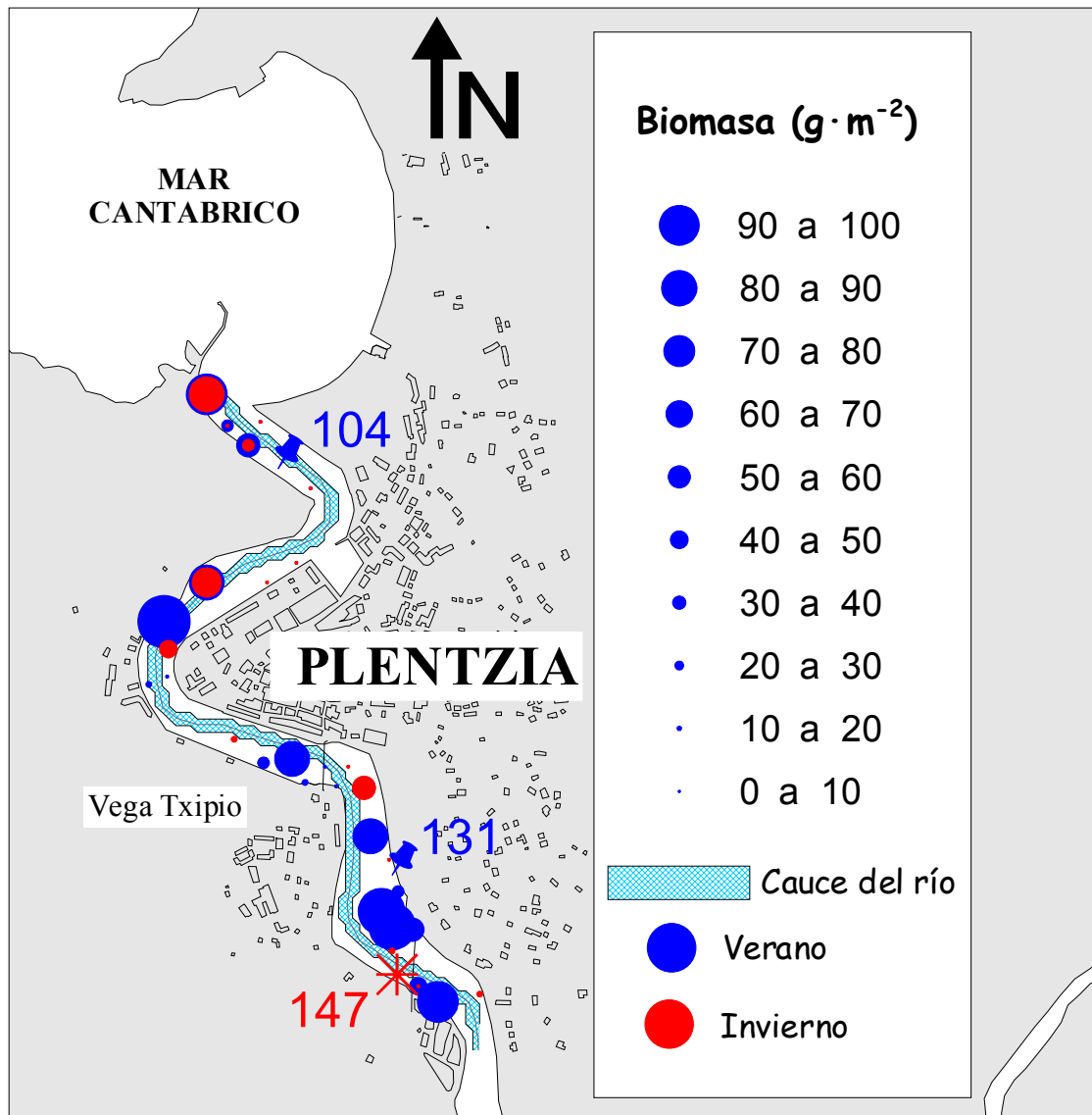
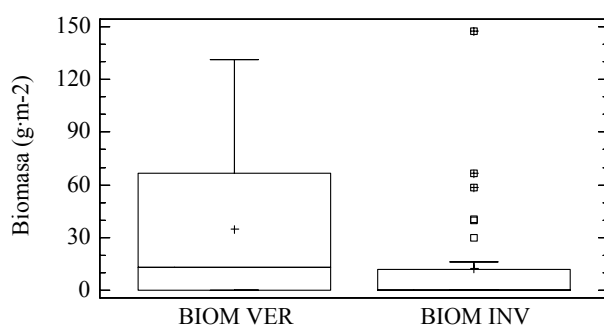


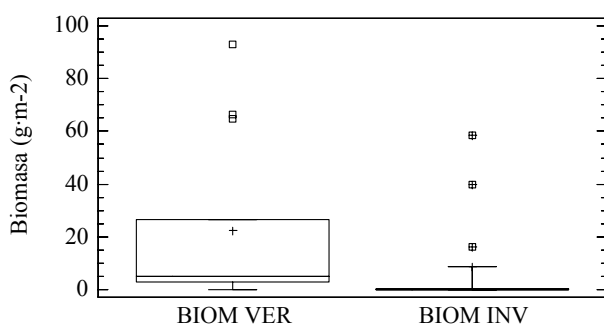
Figura 13. Biomasa ( $g \cdot m^{-2}$ ) de almeja en el estuario de Plentzia en verano e invierno de 2000.

De forma global para todo el estuario de Plentzia, se encontraron diferencias significativas en la abundancia de biomasa entre las dos épocas consideradas, siendo ésta significativamente mayor durante el verano ( $p < 0,01$ ) (Figura 14). La densidad de individuos en el estuario no presentó diferencias significativas entre las dos épocas consideradas.



**Figura 14.** *Box and Whisker Plot* de la biomasa ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) de almeja en el estuario de Plentzia en invierno y verano de 2000.

Esta diferencia se debe a un aumento significativo ( $p < 0,05$ ) de la biomasa de almeja en la zona media del estuario (Figura 15) mostrando que es esta zona la que se encuentra sometida a un mayor esfuerzo de pesca, fundamentalmente por su fácil accesibilidad desde el casco urbano de Plentzia. El resto de las zonas no presentaron diferencias significativas ni en biomasa ni en densidad de individuos entre ninguna de las épocas estudiadas.



**Figura 15.** *Box and Whisker Plot* de la biomasa ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) de almeja en la zona media del estuario de Plentzia en verano e invierno de 2000.

### 3.1.2.- Evaluación de berberecho

En la Tabla 3 se presentan los datos obtenidos para el berberecho en ambos estuarios, en verano e invierno de 2000. En Mundaka, de las 92 estaciones muestreadas, se encontró berberecho en 15 durante la época invernal y 35 durante la estival (Tabla 3). Los *stocks* para el año 2000 en ambas estaciones se han reducido del orden de 3 veces comparados con los que se encontraron para el mismo estuario en invierno de 1999 y verano de 1998 (BORJA y BALD, 2000).

Así, en invierno de 2000, el *stock* global para todo el estuario es de 1,9 t, repartido sobre una superficie de 274.345 m<sup>2</sup>. El 77% de dicho *stock* se encuentra en la zona interior (1,4 t), a pesar de que su biomasa es la menor (6,1 g·m<sup>-2</sup>). Este hecho se debe a la extensa superficie de dicha zona (252.166 m<sup>2</sup>). En el resto de las áreas, aunque su *stock* sea netamente inferior al de la zona anterior, su biomasa es claramente superior. Así, la mayor biomasa se encuentra en la zona de Txatxarramendi (14,8 g·m<sup>-2</sup>), seguida de Arketas y San Antonio (12,1 y 12 g·m<sup>-2</sup> respectivamente) y finalmente la zona interior.

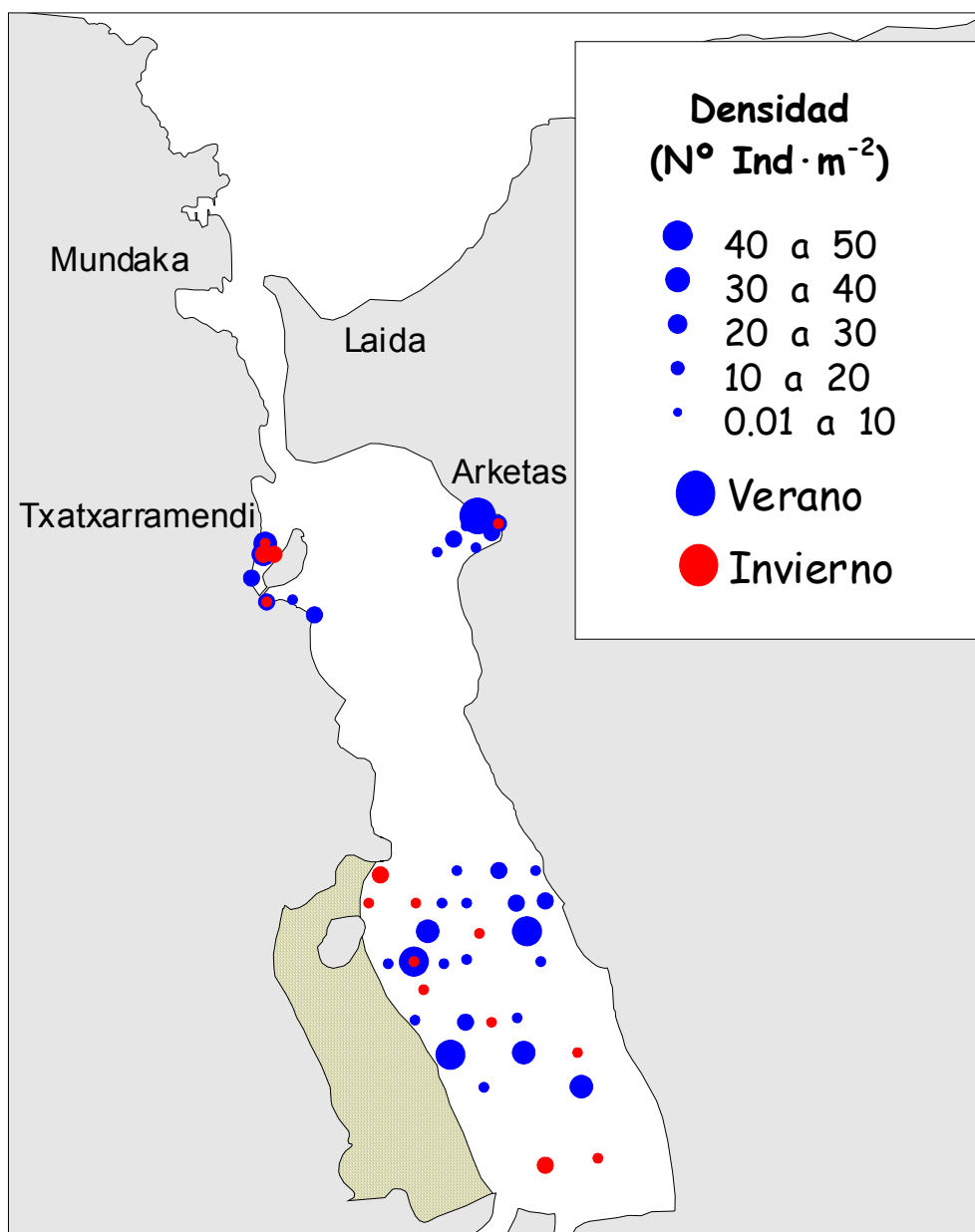
El *stock* estival de berberecho se concentra fundamentalmente en la zona interior del estuario y en Txatxarramendi (Figura 16 y 17). Durante esta época en comparación con el invierno, el *stock* se multiplica aproximadamente por 5 (9,8 t), mientras que la biomasa (20,5 gr·m<sup>-2</sup>) y la extensión espacial del mismo se duplican (448.365 m<sup>2</sup>). No hay que olvidar que el berberecho es una especie muy sensible a los cambios ambientales, ya que vive muy poco enterrada y es de vida corta. Presenta crecimientos muy rápidos y una alta capacidad reproductiva, con grandes variaciones interanuales.

En la zona de San Antonio no se encontraron individuos de berberecho en verano y el *stock* se reduce drásticamente en Arketas (0,02 t). Al igual que en invierno, la mayor biomasa se encuentra en la zona de Txatxarramendi (31,7 g·m<sup>-2</sup>), seguida de la zona interior (23,8 g·m<sup>-2</sup>), mientras que en Arketas el recurso prácticamente desaparece y en San Antonio no se encuentran berberechos.

Tal y como se ha comentado anteriormente tanto la densidad como la biomasa de berberecho durante la época invernal es significativamente muy inferior a la estival ( $p < 0,01$ ) en el estuario de Mundaka. Estas diferencias se deben fundamentalmente a una fuerte reducción del *stock* en la zona interior del estuario y en Arketas (Figura 18). Ambas zonas presentan valores significativamente muy inferiores para los dos parámetros durante la época invernal ( $p < 0,01$ ). En el caso de Arketas, a pesar de que los datos globales muestren lo contrario (Tabla 3), hay que tener en cuenta que los valores correspondientes a invierno se deben a una sola estación en la que apareció berberecho, mientras que en verano fueron 7 las estaciones en que se encontraron individuos. Por ello, a pesar de que el tamaño y peso de los individuos encontrados en verano era muy inferior a los encontrados en invierno, estadísticamente, tanto la biomasa como la densidad en verano es mayor que en invierno. La zona de Txatxarramendi sin embargo no presenta diferencias entre las dos épocas del año.

		INVIERNO 2000						VERANO 2000					
		ESTACIONES MUESTREADAS	ESTACIONES CON BERBERECHO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	DENSIDAD (n <sup>o</sup> ·m <sup>-2</sup> )	BIOMASA (g·m <sup>-2</sup> )	STOCK (t)	ESTACIONES MUESTREADAS	ESTACIONES CON BERBERECHO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	DENSIDAD (n <sup>o</sup> ·m <sup>-2</sup> )	BIOMASA (g·m <sup>-2</sup> )	STOCK (t)
MUNDAKA	Txatxarramendi	14	4	15.568	9,37	14,87	0,23	14	6	42.628	15,62	31,73	1,35
	Arketas	8	1	5.906	6,25	12,12	0,07	8	7	49.656	15,17	0,44	0,02
	Interior	66	8	242.166	7,81	6,13	1,48	66	22	356.081	14,20	23,88	8,50
	San Antonio	4	2	10.705	9,37	12,06	0,13	4	0	0	0,00	0,00	0,00
	<b>TOTAL 2000</b>	<b>92</b>	<b>15</b>	<b>274.345</b>	<b>8,33</b>	<b>9,65</b>	<b>1,92</b>	<b>92</b>	<b>35</b>	<b>448.365</b>	<b>14,64</b>	<b>20,54</b>	<b>9,88</b>
PLENTZIA	Exterior	7	3	5.489	18,75	102,34	0,56	7	3	5.611	6,25	2,52	0,01
	Medio	20	7	16.121	16,07	45,73	0,74	20	13	35.892	11,53	38,77	1,39
	Interior	38	12	20.527	9,89	50,32	1,03	38	14	21.634	10,71	66,72	1,44
	<b>TOTAL 2000</b>	<b>65</b>	<b>22</b>	<b>21.610</b>	<b>12,50</b>	<b>55,95</b>	<b>2,33</b>	<b>65</b>	<b>31</b>	<b>63.137</b>	<b>10,28</b>	<b>46,63</b>	<b>2,85</b>

Tabla 3. Densidad, biomasa y stock de berberecho en Mundaka y Plentzia, en invierno y verano de 2000.



**Figura 16.** Densidad (Nº Individuos·m<sup>-2</sup>) de berberecho en el estuario de Mundaka en invierno y verano de 2000.

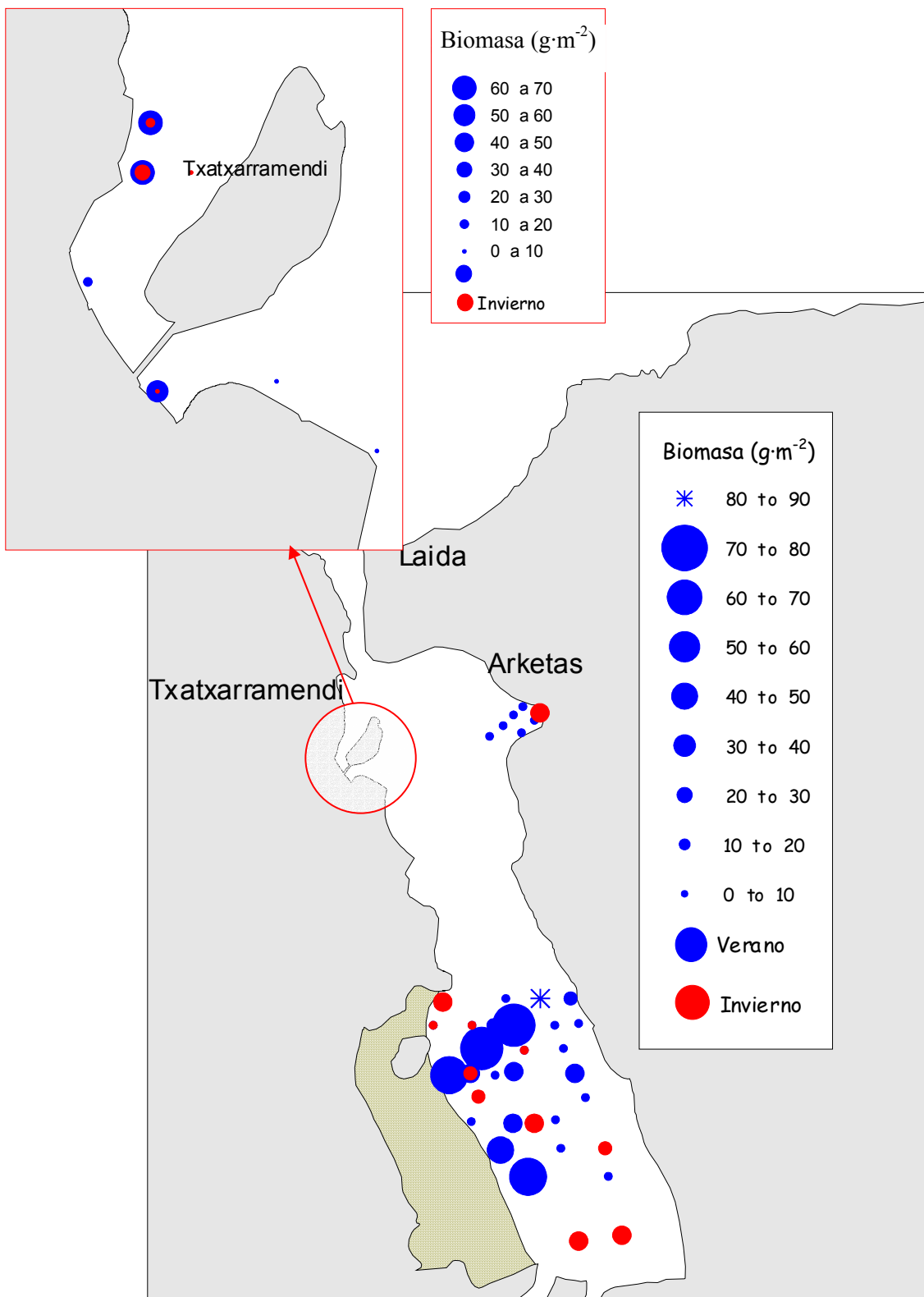
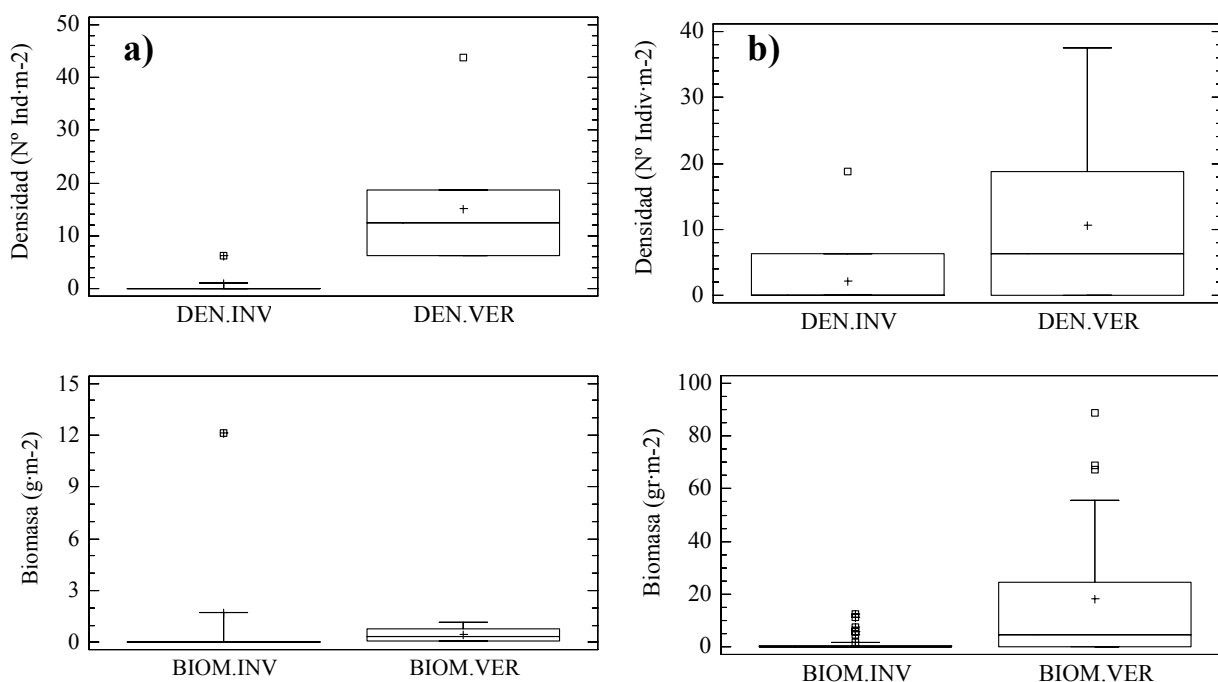


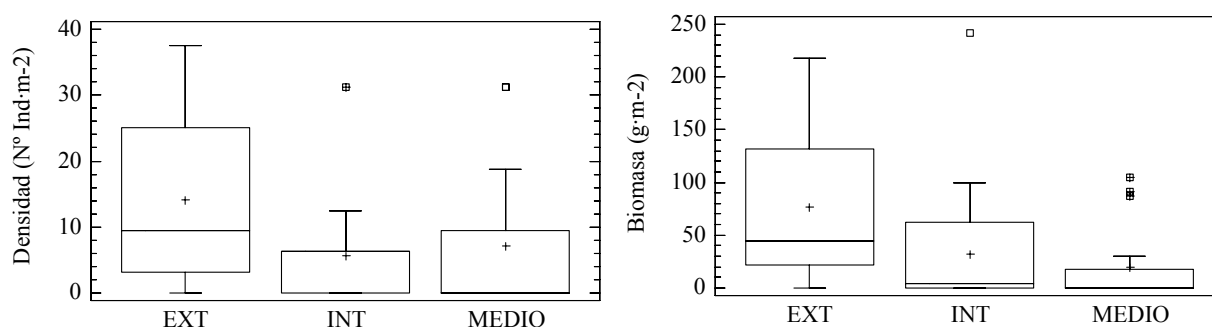
Figura 17. Biomasa (g·m<sup>-2</sup>) de berberecho en el estuario de Mundaka en invierno y verano de 2000.





**Figura 18.** Box and Whisker Plot de la densidad (N° Ind·m<sup>-2</sup>) y biomasa (g·m<sup>-2</sup>) de berberecho en Arketas (a) y en la zona interior (b) del estuario de Mundaka en verano e invierno de 2000.

En cuanto a Plentzia, de las 65 estaciones muestreadas, se encontraron individuos de berberecho en 22 en la época invernal y 31 en la estival (Tabla 3). En invierno de 2000, el stock de berberecho (2,3 t) se extendió sobre una superficie de 21.610 m<sup>2</sup>, lo cual supone menos de una décima parte de lo que ocupa este recurso en Mundaka para la misma época. Sin embargo, la biomasa encontrada en Plentzia (55,9 g·m<sup>-2</sup>) fue netamente superior a la de Mundaka. Aunque estas diferencias no sean estadísticamente significativas, durante el invierno, tanto la densidad de individuos como la biomasa presentan un gradiente creciente desde el interior del estuario hacia la desembocadura donde se observa la mayor biomasa (102,3 g·m<sup>-2</sup>) y densidad (18,7 ind·m<sup>-2</sup>) siendo estas significativamente superiores a las encontradas en la zona media e interior ( $p < 0,05$ ) (Figura 19). En las figuras 20 y 21 se puede observar la distribución de la densidad y biomasa de berberecho en el estuario de Plentzia en invierno y verano de 2000.



**Figura 19.** Densidad (N° Ind·m<sup>-2</sup>) y Biomasa (g·m<sup>-2</sup>) de berberecho en invierno de 2000 en el estuario de Plentzia.

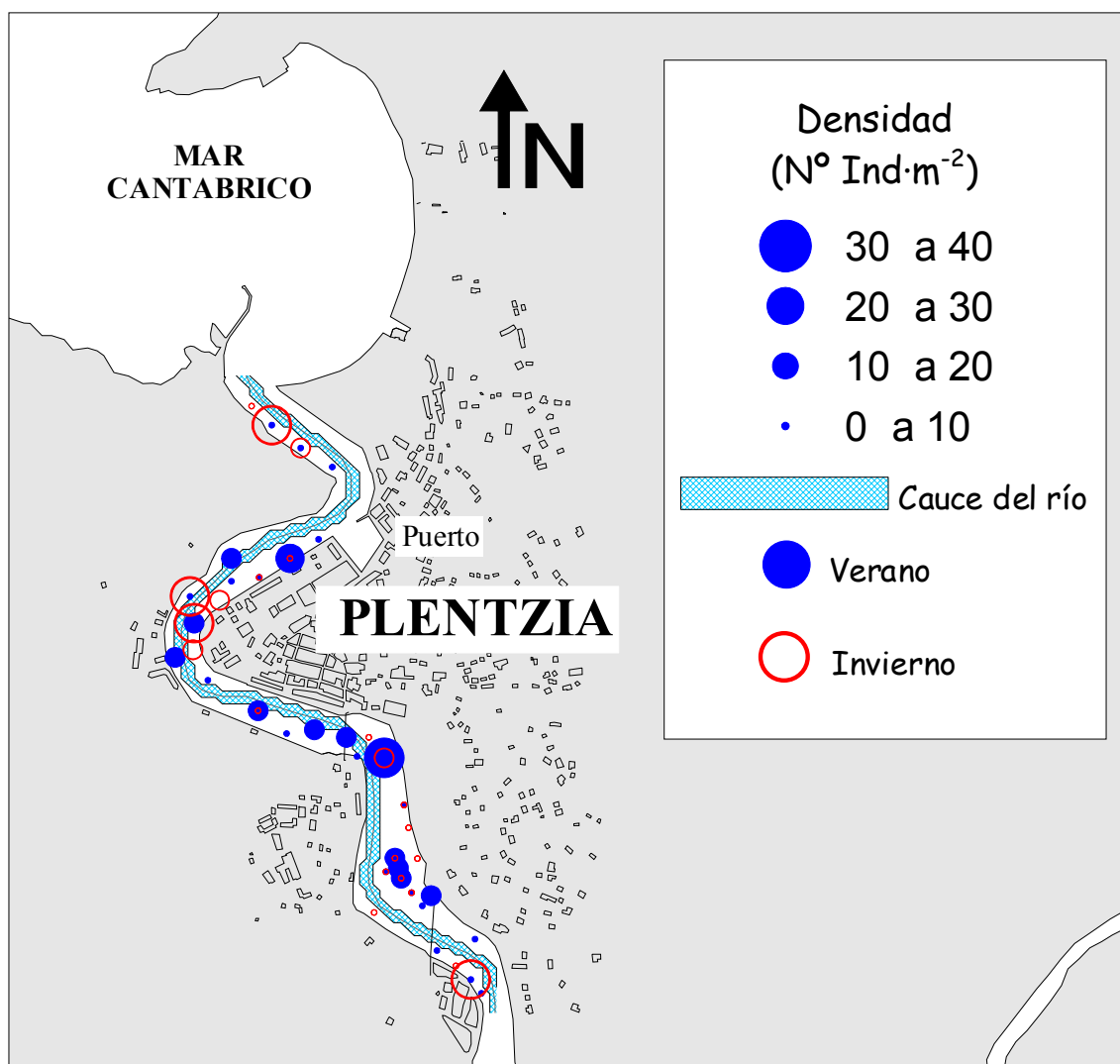


Figura 20. Densidad (Nº Individuos·m<sup>-2</sup>) de berberecho en invierno y verano de 2000 en el estuario de Plentzia.

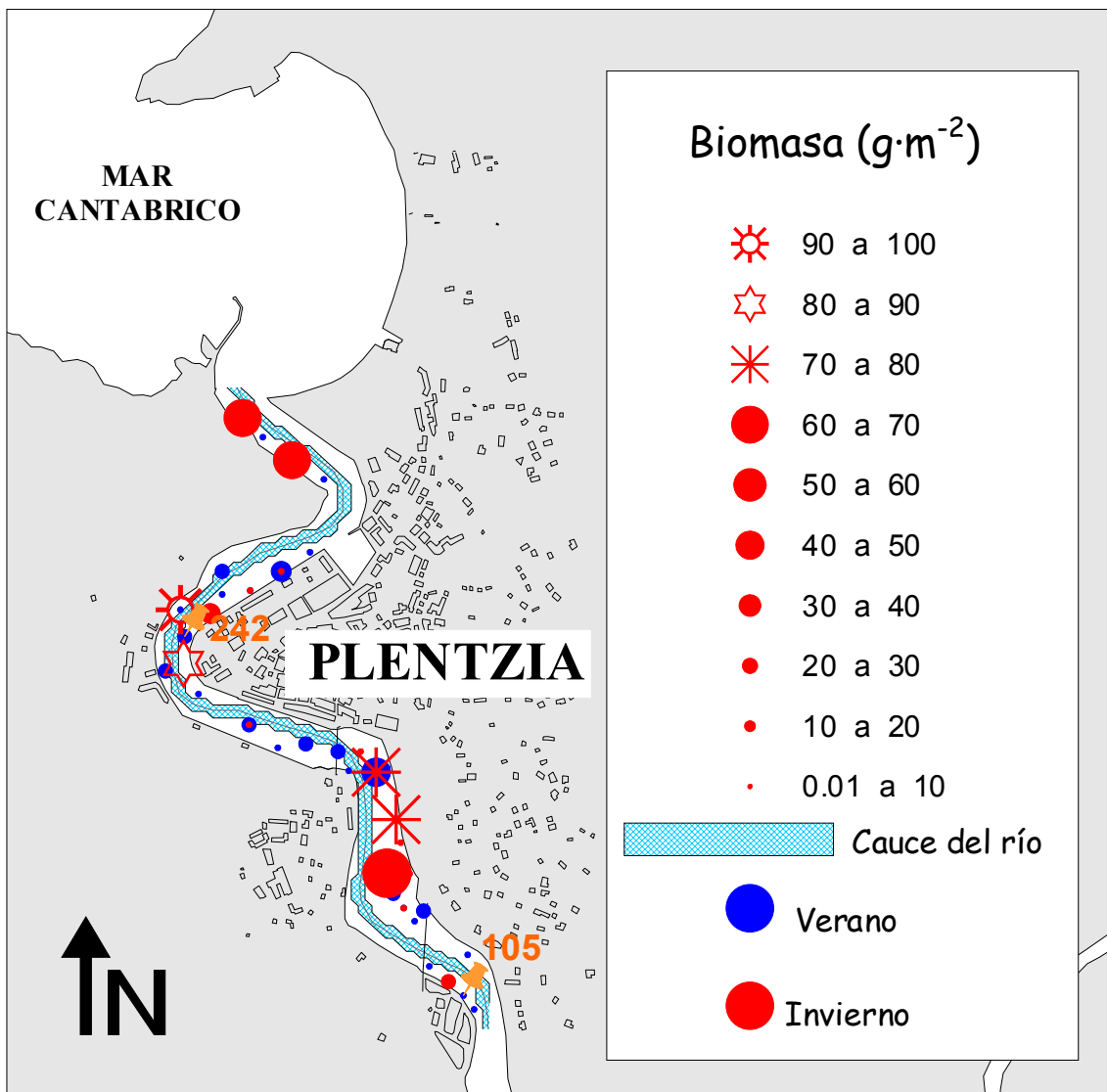
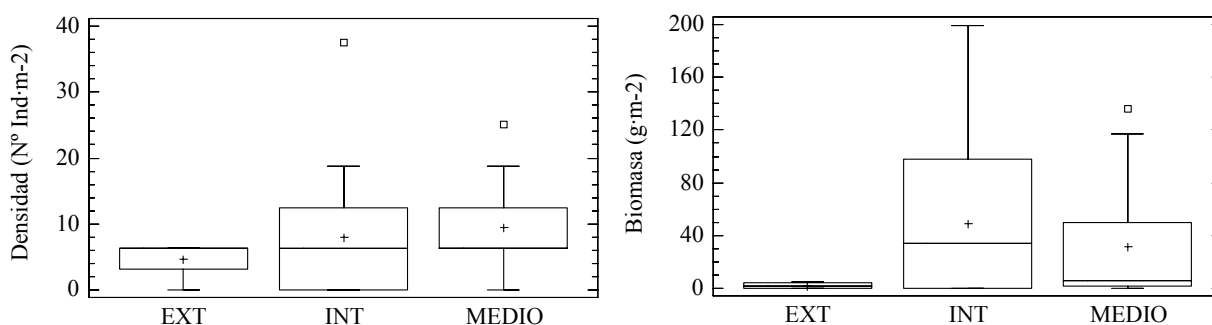


Figura 21. Biomasa ( $g \cdot m^{-2}$ ) de berberecho en invierno y verano de 2000 en el estuario de Plentzia.

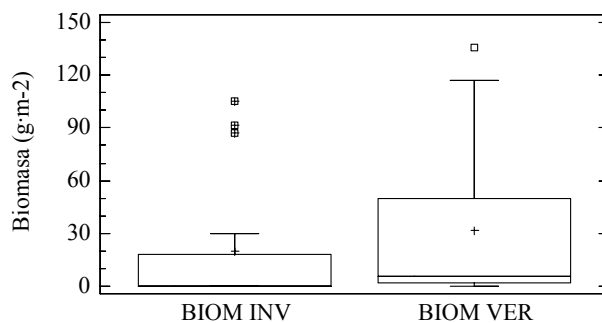
En verano, se observó un comportamiento opuesto al de invierno, de forma que la mayor biomasa ( $66,7 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) y *stock* (1,4 t) se encuentran en el interior del estuario, dando lugar a un gradiente decreciente hacia la desembocadura del mismo (Figura 22). El *stock* global del estuario en verano fue de 2,8 t y la biomasa  $46,6 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , repartidas sobre una superficie de  $63.137 \text{ m}^2$ , un 57% menor que en verano de 1998.



**Figura 22.** Densidad ( $\text{N}^\circ \text{Ind}\cdot\text{m}^{-2}$ ) y Biomasa ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) de berberecho en el estuario de Plentzia en verano de 2000.

Este modelo de gradiente podría tener que ver con el caudal del río, ligado a la precipitación. Hay que tener en cuenta que el berberecho es un animal oportunista que soporta mal las grandes avenidas de agua dulce. En este sentido, en invierno, el hecho de que se dé un gradiente creciente hacia el exterior podría estar relacionado con la progresiva dilución del agua del río, con abundante proporción de agua dulce en el interior del estuario. En cambio, en verano, con menos caudal, el berberecho incrementa su biomasa en la parte interna del estuario donde encuentra las mejores condiciones de vida.

Así, al igual que para la almeja, la única diferencia se encuentra en la zona media del estuario de forma que en verano de 2000 la biomasa fue significativamente mayor a la de invierno ( $p < 0,05$ ) (Figura 23).

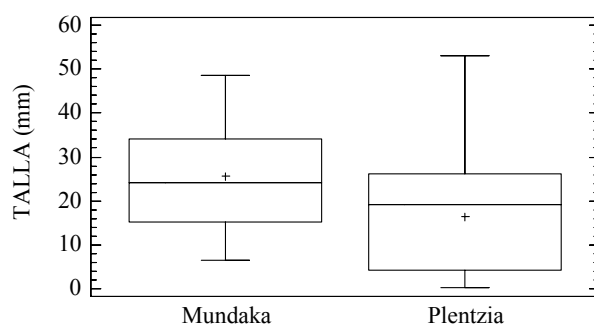


**Figura 23.** Biomasa de berberecho en invierno y verano de 2000 en el estuario de Plentzia.

### 3.2. Composición de tallas y edades en almeja

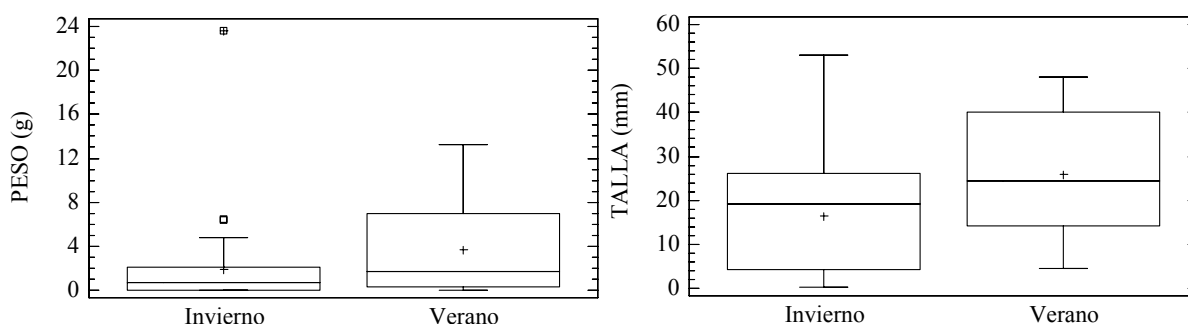
Con los datos obtenidos en la evaluación anterior se procedió a hacer un estudio de la composición de tallas y las claves talla-edad para cada zona.

La composición por tallas es relativamente parecida, si bien en Mundaka en invierno se encuentra más representada la clase de talla de 40 a 45 y 45 a 50 mm. Este hecho hace que se encuentren diferencias significativas durante esta época entre la distribución de tallas en ambos estuarios, siendo significativamente mayor la talla de las almejas de Mundaka ( $p < 0,01$ ) (Figura 24). En verano no se encontraron diferencias significativas en la distribución de tallas entre ambos estuarios.



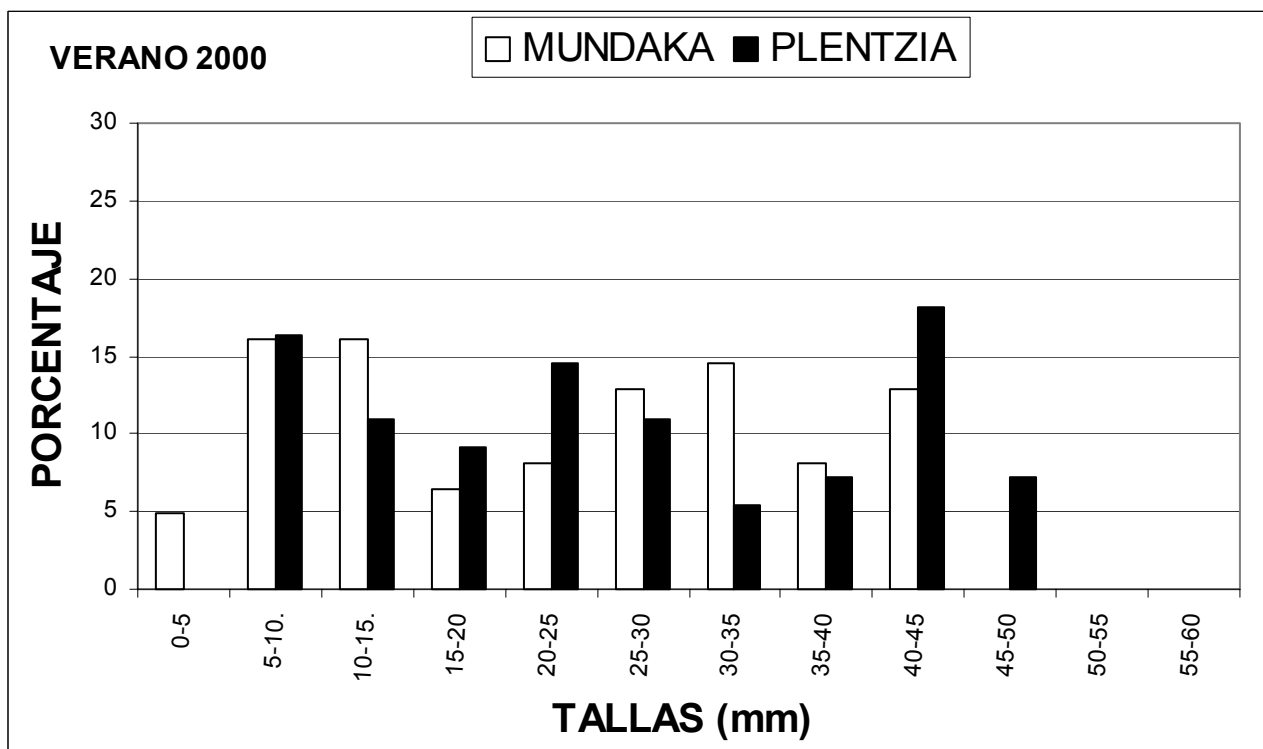
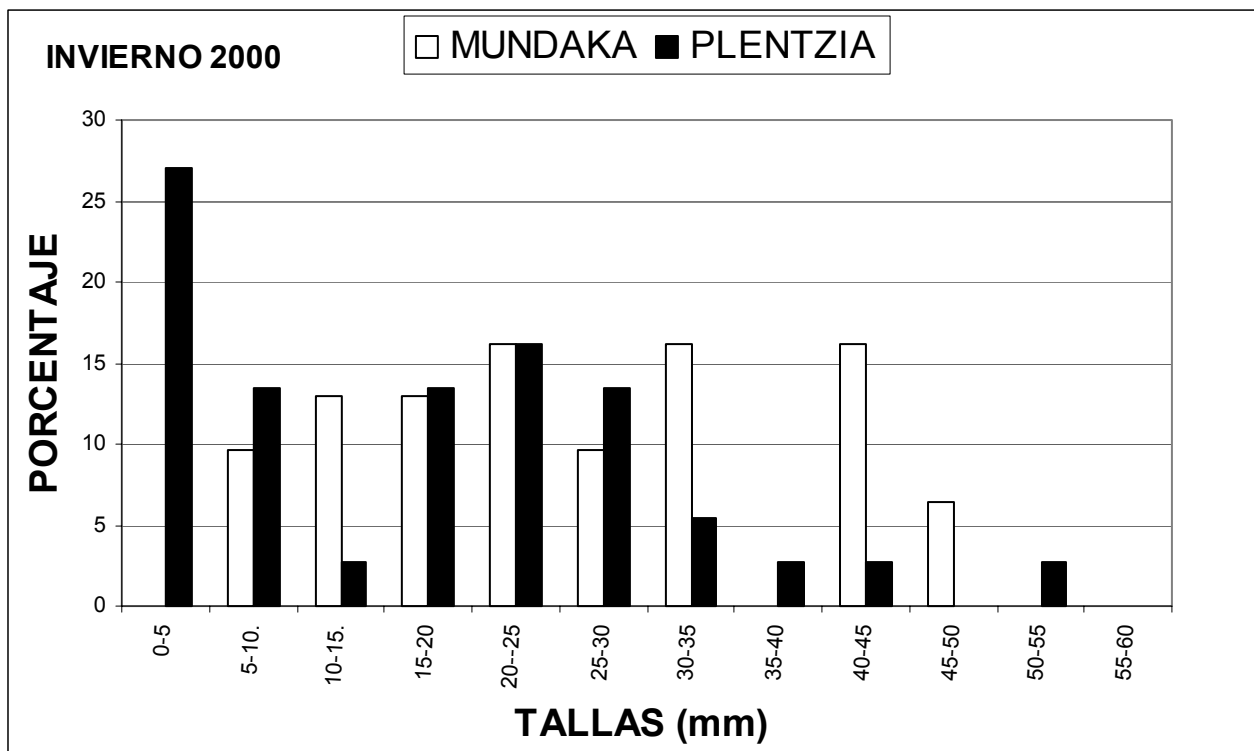
**Figura 24.** Box and Whisker Plot de la distribución de tallas en Mundaka y Plentzia en invierno de 2000.

Tal y como se observa en la Figura 25, en el estuario de Plentzia se observan individuos significativamente mayores y de más peso ( $p < 0,05$ ) durante la época estival, mientras que en Mundaka no se encuentran diferencias significativas ni en peso ni en la distribución de tallas entre ambas épocas.

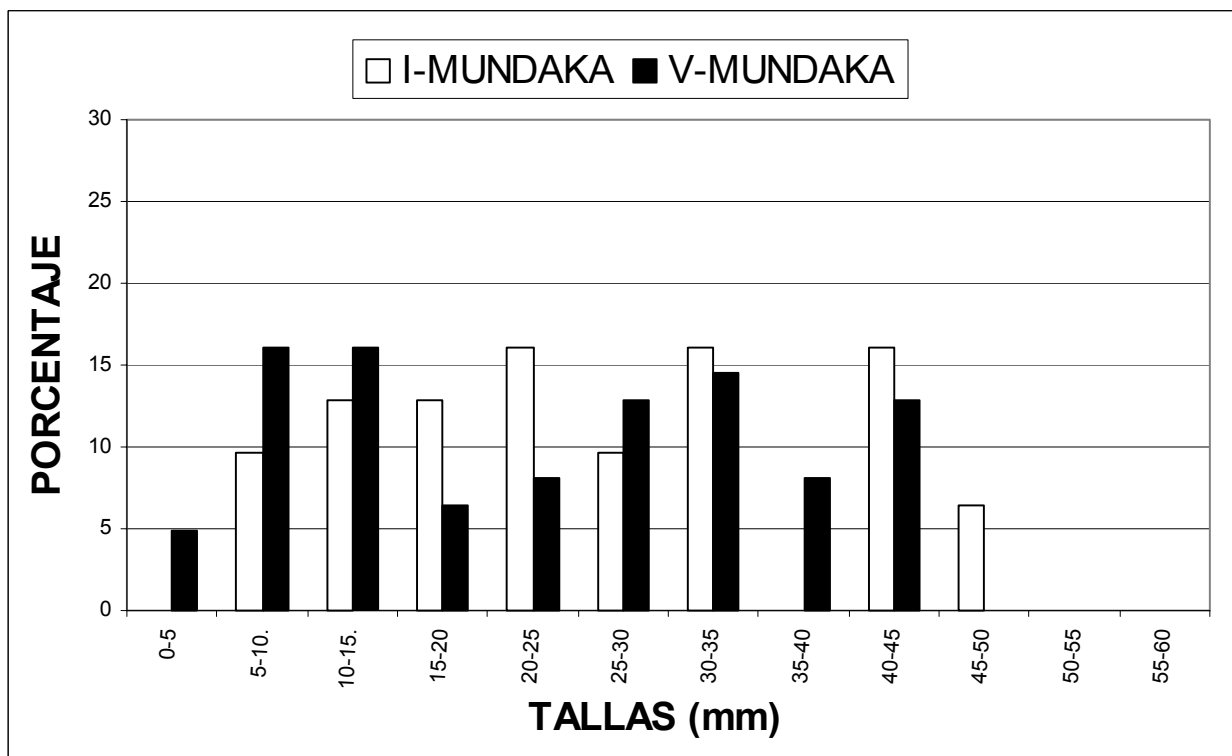
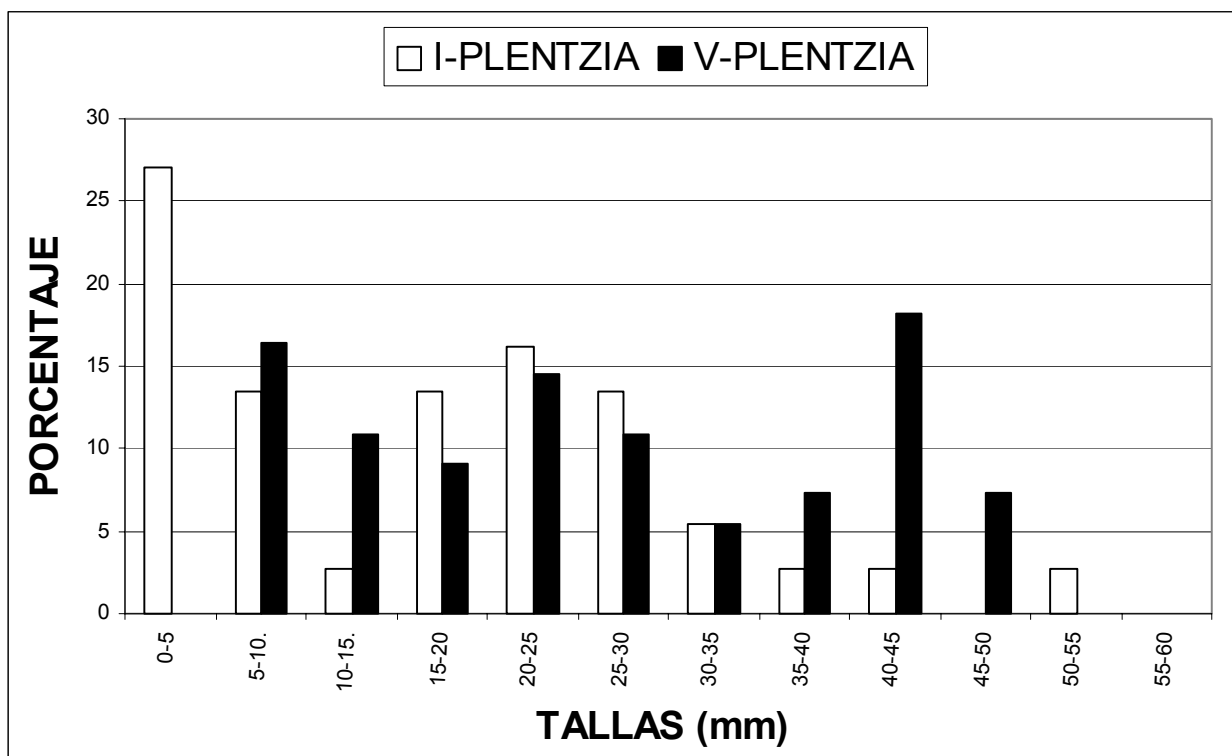


**Figura 25.** Box and Whisker Plot de la distribución de tallas y peso en Plentzia en invierno de 2000.

En la Figura 26 presenta los resultados obtenidos en verano e invierno en Mundaka y Plentzia en relación con la talla de los individuos de almeja, mientras que en la 27 se exponen los mismos datos que en la anterior, pero comparando la evolución de invierno a verano en cada estuario.



**Figura 26.** Comparación entre las clases de talla de individuos de almeja en Mundaka y Plentzia en verano e invierno de 2000.



**Figura 27.** Comparación entre las clases de talla de almeja en invierno (I) y verano (V) de 2000 en Mundaka y Plentzia.

Las diferencias encontradas en Plentzia pueden deberse al crecimiento experimentado por individuos de tallas inferiores. Como consecuencia de este crecimiento se produce una disminución en el porcentaje de individuos de talla pequeña y un aumento en los de talla grande, especialmente aquellos comprendidos dentro de los límites legales para su captura (Tabla 4).

**Tabla 4.** Porcentaje de individuos en Plentzia dentro de cada una de las clases de talla.

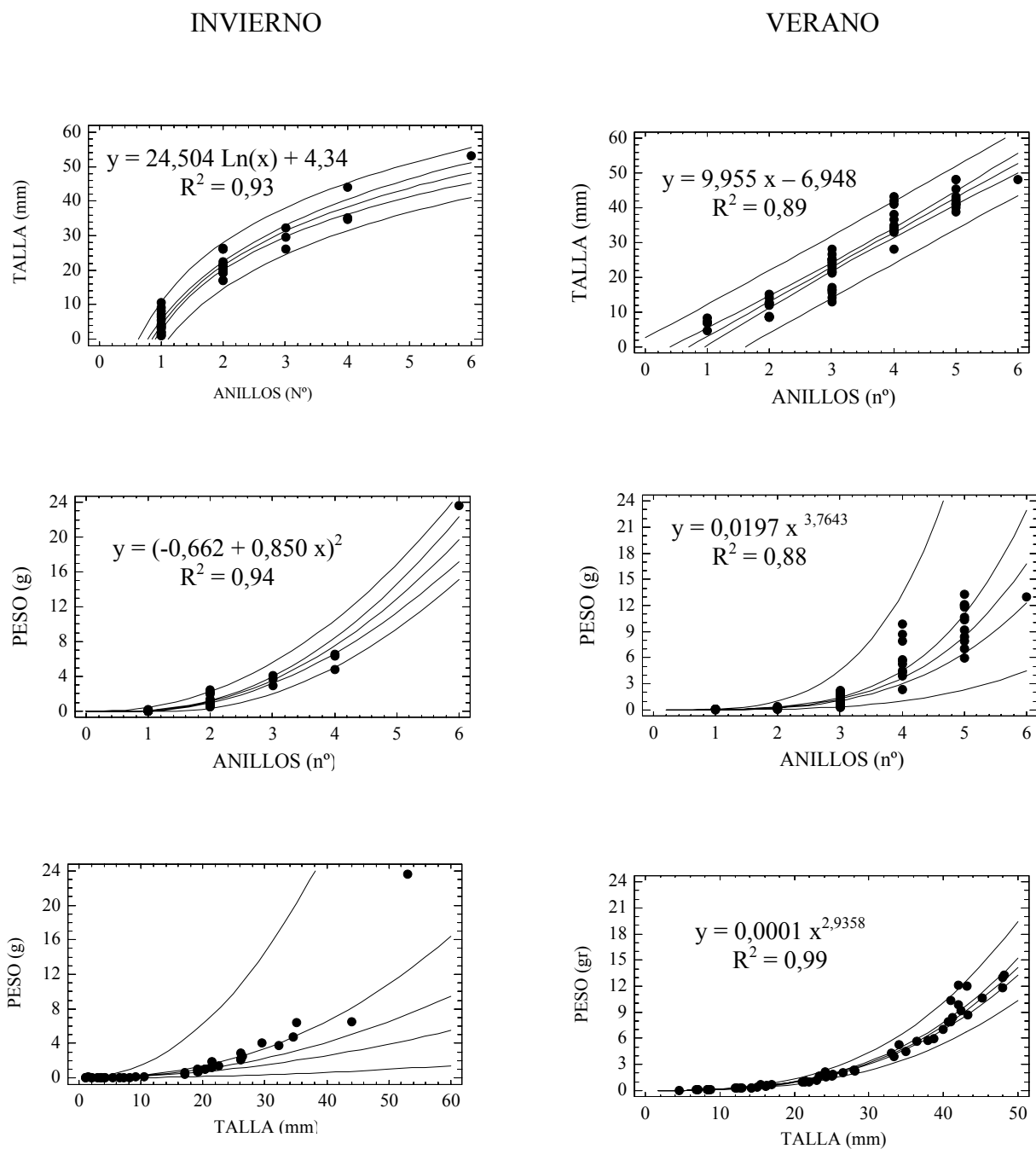
Longitud (mm)	Porcentaje de Individuos	
	INVIERNO	VERANO
0-10	40,5	16,4
10-20	16,2	20,0
20-30	29,7	25,5
30-40	8,1	14,5
>40	5,4	23,6

En la siguiente tabla se presentan las ecuaciones que relacionan la edad (establecida con los anillos de crecimiento) con la talla y el peso y la ecuación talla-peso, para invierno y verano de 2000 en ambos estuarios.

RELACIONES	MUNDAKA		PLENTZIA	
	ECUACION	R <sup>2</sup>	ECUACION	R <sup>2</sup>
<b>INVIERNO</b>				
<b>Talla (y) – Edad (x)</b>	$y = 19,391 \text{ Ln}(x) + 11,605$	0,94	$y = 24,5047 \text{ Ln}(x) + 4,34$	0,93
<b>Peso (y) – Edad (x)</b>	$y = 3,412 x - 3,535$	0,95	$y = 0,72 x^2 + 0,438$	0,94
<b>Peso (y) – Talla (x)</b>	$y = 0,0001 x^{2,98409}$	0,98	$y = 0,0021 x^{2,05451}$	0,87
<b>VERANO</b>				
<b>Talla (y) – Edad (x)</b>	$y = 19,542 \text{ Ln}(x) + 7,014$	0,82	$y = 9,955 x - 6,948$	0,89
<b>Peso (y) – Edad (x)</b>	$y = 0,0765 x^{3,39669}$	0,82	$y = 0,0197 x^{3,7643}$	0,88
<b>Peso (y) – Talla (x)</b>	$y = 0,0001 x^{3,03328}$	0,97	$y = 0,0001 x^{2,9358}$	0,99

Con objeto de visualizar estos resultados, en las Figuras 28 y 29 se han representado las diversas relaciones en invierno y verano de 2000 en cada uno de los estuarios. En la Figura 30 en cambio, se ha realizado la misma representación que las figuras anteriores, aunque esta vez se han juntado los valores de invierno y verano en cada uno de los dos estuarios.





**Figura 28.** Representación de las relaciones edad-talla, edad-peso y talla-peso, con sus respectivas ecuaciones para invierno y verano de 2000 en el estuario de Plentzia.

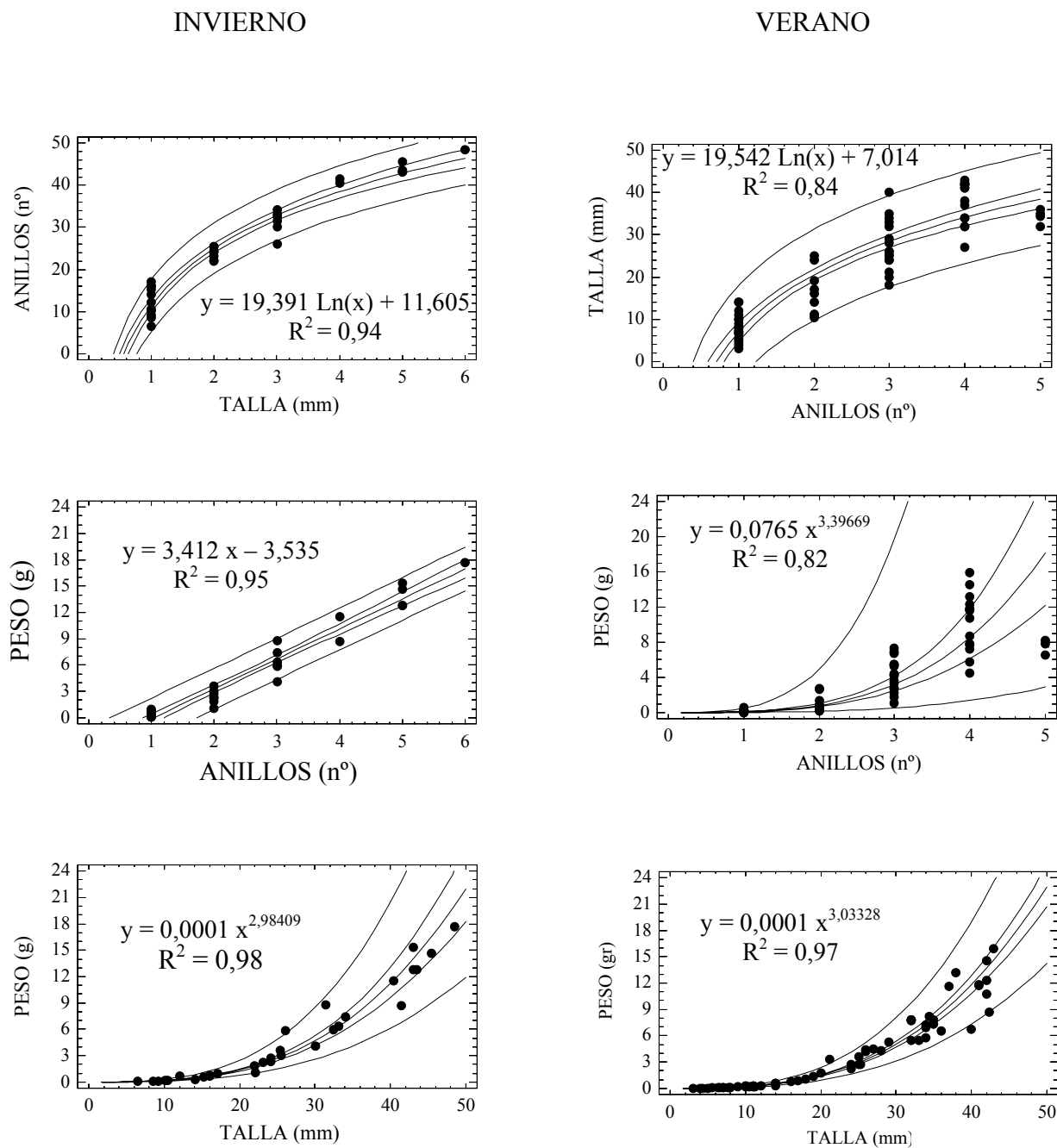
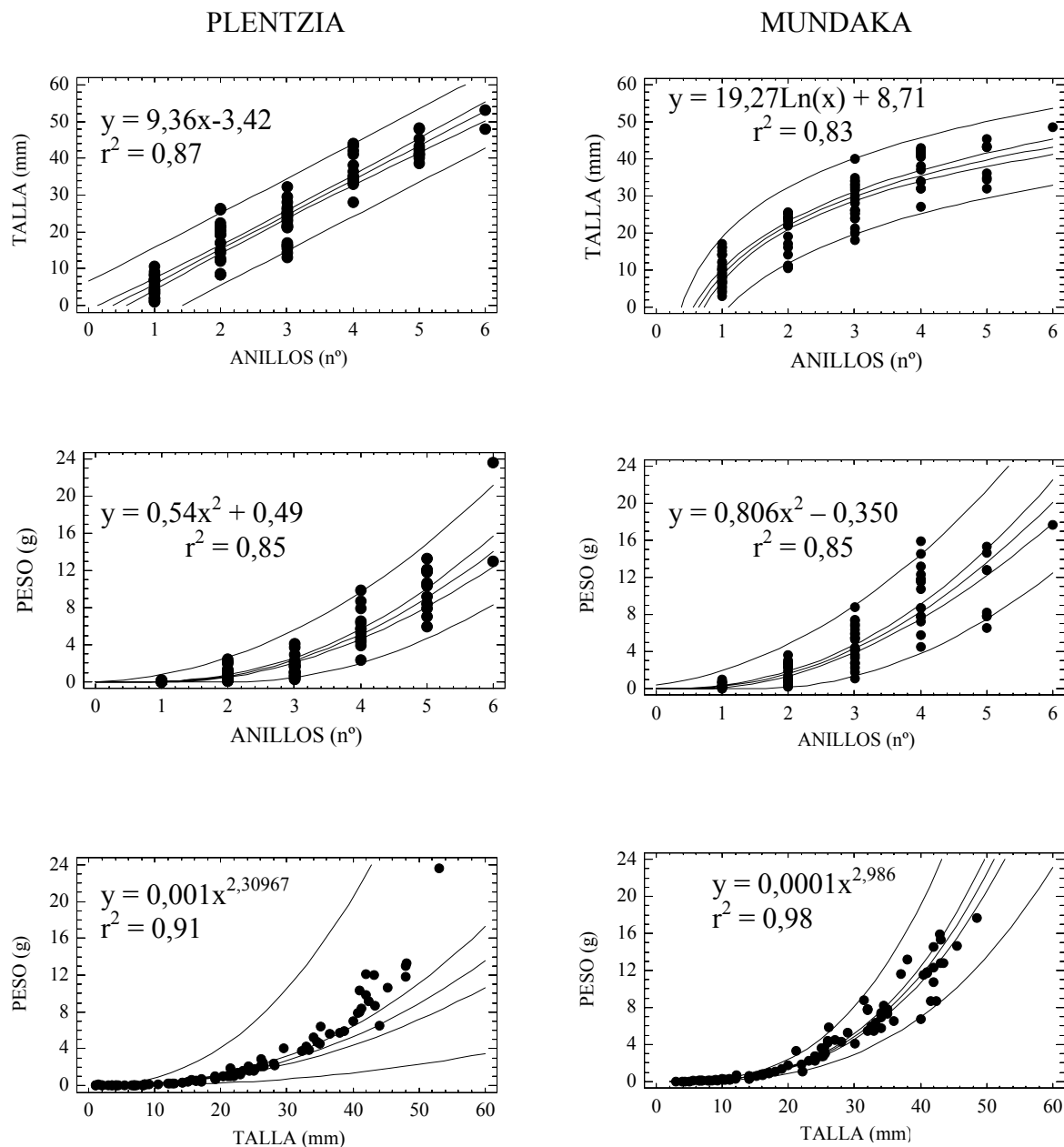


Figura 29. Representación de las relaciones edad-talla, edad-peso y talla-peso, con sus respectivas ecuaciones para invierno y verano de 2000 en el estuario de Mundaka.



**Figura 30.** Representación de las relaciones edad-talla, edad-peso y talla-peso, con sus respectivas ecuaciones para los estuarios de Mundaka y Plentzia en 2000 (tomando conjuntamente los valores de invierno y verano).

Las ecuaciones que relacionan la edad con la talla son siempre logarítmicas excepto en el caso de Plentzia en verano donde dicha relación se ajusta mejor a una función lineal.

En el caso de la relación peso-edad, las ecuaciones en verano tanto en Plentzia como en Mundaka se ajustan a una función de tipo potencial (Figuras 28 y 29). En invierno en cambio, en Mundaka la relación peso-edad se ajusta a una función lineal, mientras que en Plentzia a una cuadrática en el “eje y” (Figura 28). Se ha tratado de poner en cada caso aquella que tiene un mejor ajuste.

Para edades avanzadas las comparaciones no son muy factibles, ya que la dispersión que se alcanza en el peso es alta, por lo que el caso de Plentzia puede ser debido al azar.

Las ecuaciones que relacionan la talla y el peso son de carácter potencial. El resultado aquí obtenido es muy habitual en moluscos, en los que el peso viene a ser la tercera potencia de la talla. Los ajustes son buenos en todos los casos, siendo muy similares los resultados comparados para invierno y verano en cada estuario a excepción de Plentzia en invierno, posiblemente debido al gran número de individuos recién asentados que fuerzan la curva, impidiendo un mejor ajuste en las tallas grandes.

En la Tabla siguiente se observa el porcentaje de individuos por cada clase de talla, existentes en invierno y verano, comparando las medias de peso y longitud para ambos estuarios:

<b>INVIERNO</b>		<b>Porcentaje Individuos</b>		<b>Significación de las Diferencias (en peso y talla)</b>
<b>Longitud (mm)</b>	<b>Mundaka</b>	<b>Plentzia</b>		
0-10	19,4	40,5	Hay diferencias en Peso ( $p < 0,05$ ) y Talla ( $>$ en Mundaka)	
10-20	25,8	16,2	No hay diferencias	
20-30	25,8	29,7	No hay diferencias	
30-40	16,1	8,1	No hay diferencias	
>40	22,6	5,4	No hay diferencias	

<b>VERANO</b>		<b>Porcentaje Individuos</b>		<b>Significación de las Diferencias (en peso y talla)</b>
<b>Longitud (mm)</b>	<b>Mundaka</b>	<b>Plentzia</b>		
0-10	21,0	16,4	No hay diferencias	
10-20	22,6	20,0	No hay diferencias	
20-30	21,0	25,5	No hay diferencias	
30-40	22,6	14,5	No hay diferencias	
>40	12,9	23,6	No hay diferencias	

Individuos pertenecientes a la clase de talla 0-10 mm tienen comparativamente más peso en Mundaka durante dicha época. A partir de las ecuaciones antes expuestas, se puede deducir que esto corresponde a individuos de edad comprendida entre 0 y 1 año. Para el resto de clases de talla no se encontraron diferencias significativas ni en peso ni en talla.

A partir de los datos expuestos en la Figura 30 (con los de verano e invierno juntos), es posible extraer los datos de talla y peso medios para individuos de las edades identificadas en ambos estuarios y hacer una estima para el total:

<b>EDAD</b> <b>(años)</b>	<b>MUNDAKA</b>		<b>PLENTZIA</b>		<b>TOTAL</b>	
	<b>Talla (mm)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Talla (mm)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Talla (mm)</b>	<b>Peso (g)</b>
<1	8,7	0,45	5,94	1,03	8,46	0,06
1-2	22,0	2,87	15,30	1,67	17,24	0,62
2-3	29,8	6,90	24,66	5,35	26,02	2,34
3-4	35,4	12,54	34,02	9,13	34,80	5,97
4-5	39,72	19,80	43,38	13,99	43,58	12,33
5-6	43,23	28,66	52,74	19,93	52,36	22,31

De los datos obtenidos a partir de las tallas, los pesos y la edad se pueden obtener datos interesantes sobre la edad de los individuos explotados. Así, una almeja con la talla legal (40 mm) tiene 4,5 años (es decir, una almeja de esa talla que se hubiera capturado, por ejemplo, en el otoño del año 2000 habría nacido en la primavera de 1996). En cambio las almejas que nacieron en 1997 (3,5 años) tendrían dos veces menos peso que ese individuo estándar, por lo que se necesitan dos almejas de 30 mm (que es la medida que tienen) para hacer el mismo peso que una de talla reglamentaria, mientras que si se cogen con 20 mm (2,5 años) son necesarios casi 6 ejemplares para hacer igual peso que una legal.

Por el contrario, si en vez de coger una almeja reglamentaria de 40 mm se espera a que tenga 50 mm (6 años), ésta equivaldrá en peso a dos de 40 mm, y la de 60 mm (7 años) a 2,5 de 40 mm.

De todo esto se deduce la necesidad de que las almejas que se cojan tengan la talla reglamentaria, puesto que la explotación de tallas inferiores conduce a un progresivo decremento en el rendimiento del banco mariscado. Por el contrario, fomentar la recogida sólo de los individuos más grandes hace que a medio plazo el rendimiento sea mayor con un número de ejemplares mucho menor, manteniéndose el recurso de manera mucho más rentable. El problema en este caso reside en que los mariscadores debieran parar la explotación cuando las tallas grandes comienzan a escasear, y esto no suele ser factible.

Los resultados obtenidos en Mundaka al comparar talla, peso y edad no difieren mucho de los que mencionan URRUTIA *et al.* (1999) para el mismo estuario en el periodo 1987-1989.

### 3.3.- Evolución de los *stocks* de almeja y berberecho en Mundaka y Plentzia

En el presente apartado se han incluido datos procedentes de campañas de muestreo realizadas durante el invierno del presente año 2001 con el objetivo de obtener una mejor visión general de la evolución de los *stocks* de almeja y berberecho en los estuarios de Plentzia y Mundaka a lo largo de estos últimos años (Tabla 5). En el caso de Mundaka se ha incluido también el dato de 1988 (BORJA, 1989).

**Tabla 5.** Densidad, biomasa y stock de almeja y berberecho en Mundaka y Plentzia entre 1998 y 2001.

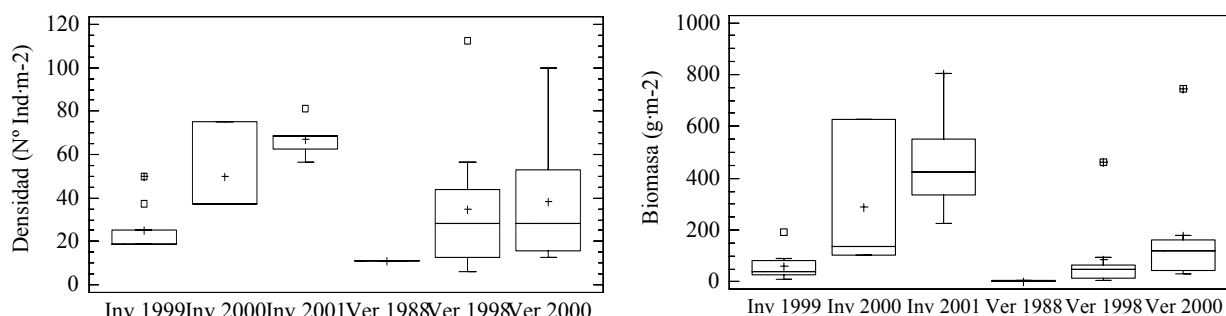
		ALMEJA			BERBERECHO		
		DENSIDAD	BIOMASA	STOCK	DENSIDAD	BIOMASA	STOCK
		(n°·m <sup>-2</sup> )	(g·m <sup>-2</sup> )	(t)	(n°·m <sup>-2</sup> )	(g·m <sup>-2</sup> )	(t)
MUNDAKA	Verano 1988	7,50	4,06	1,13	78,67	23,80	37,12
	Verano 1998	24,30	68,08	12,20	16,15	53,32	33,46
	Invierno 1999	21,59	66,55	7,03	14,28	44,03	2,56
	Invierno 2000	24,21	106,38	6,55	8,33	9,65	1,92
	Verano 2000	21,53	87,85	11,36	14,64	20,54	9,88
	Invierno 2001	35,41	213,72	8,43	14,18	24,54	6,77
PLENTZIA	Verano 1998	18,46	47,08	2,76	13,54	25,61	3,96
	Invierno 1999	11,93	46,57	0,88	17,91	142,54	3,41
	Invierno 2000	12,84	24,45	0,84	12,50	55,95	2,33
	Verano 2000	13,22	49,15	2,99	10,28	46,63	2,85
	Invierno 2001	13,02	51,69	1,41	12,50	85,87	3,36

En Mundaka la mejora respecto a 1988 es general tanto para densidad como para biomasa y *stock* de almeja. A partir de 1998 hay una cierta estabilidad, con valores alrededor de 12 t en verano y alrededor de 7 t en invierno. Algo similar sucede en Plentzia, donde el *stock* veraniego se sitúa alrededor de 2,8 t y el invernal en 0,85 t. En ambos estuarios se da la excepción del invierno de 2001, donde el *stock* es bastante más elevado de lo esperado (8,4 t en Mundaka y 1,4 t en Plentzia). El que suceda este hecho en ambos estuarios podría tener que ver con factores ambientales comunes que hubieran permitido una supervivencia mayor de la esperada en dicho invierno, aunque tampoco hay que descartar otras causas como una mejor gestión, siembras particulares de almejas (bastante posible en el caso de Plentzia), reducción en el número de mariscadores, etc.

Respecto al berberecho, se puede observar una mayor dispersión en los datos, como corresponde a una especie más oportunista y de crecimiento rápido (según GONZÁLEZ y PÉREZ-CAMACHO, 1984, el 75% de su crecimiento total en longitud se produce el primer año de vida, no viviendo más de tres años en Galicia donde es explotada intensamente, aunque en Mundaka NAVARRO *et al.*, 1987 e IGLESIAS *et al.*, 1987 citan individuos de entre 4 y 7 años).

Volviendo a las poblaciones de almeja, en Mundaka la zona de Txatxarramendi se caracteriza por presentar una tendencia clara de mejora entre 1999 y 2001 tanto en la biomasa como en la densidad de individuos. En invierno, la biomasa y densidad de almeja aumentó anualmente y de forma significativa ( $p < 0,05$ ) entre 1999 y 2001 (Figura 31). En verano, entre 1998 y 2000 no se encontraron diferencias ni en biomasa ni en densidad de individuos, aunque la biomasa de almeja en estos años fue significativamente mayor a la de 1988 y la densidad tan sólo fue mayor en 2000.

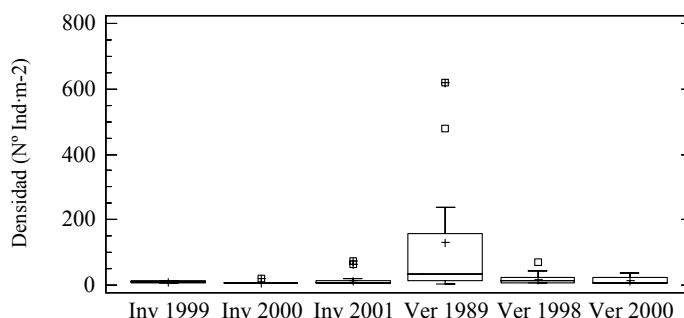
En el interior del estuario no se han detectado diferencias significativas en la biomasa y densidad de individuos a lo largo de estos últimos años. En Arketas, como signo claro de recuperación, a partir del invierno de 2000 comienzan a aparecer almejas en baja densidad y biomasa en una zona que carecía de individuos de esta especie, posiblemente debido a los dragados anteriores a 1998.



**Figura 31.** Box and Whisker Plot de la densidad ( $N^{\circ} \text{Ind} \cdot \text{m}^{-2}$ ) y biomasa ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ ) de almeja en la zona de Txatxarramendi del estuario de Mundaka entre 1998 y 2001.

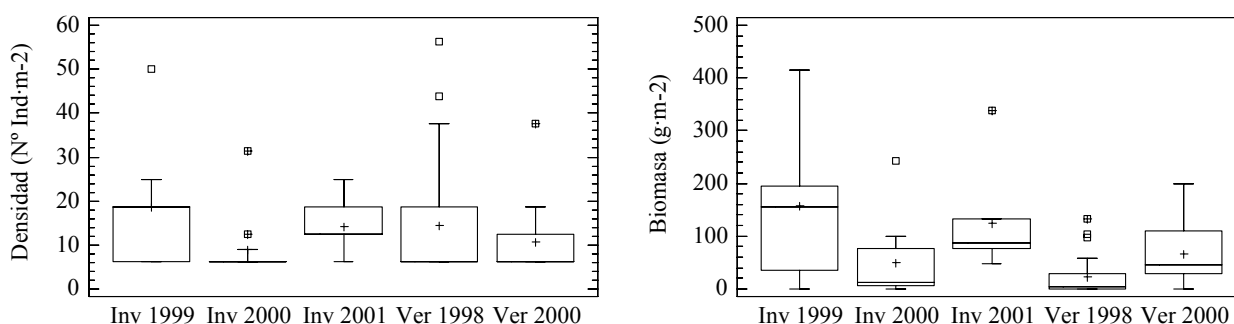
Con respecto al estuario de Plentzia, no se ha observado ninguna diferencia significativa entre 1998 y 2001 para ninguno de los parámetros estudiados (biomasa-densidad) entre ninguna de las épocas consideradas (verano-invierno) por lo que este estuario parece mantener una situación estable de su *stock* y biomasa de almeja a lo largo de estos últimos años.

Con respecto al recurso de berberecho en el estuario de Mundaka (Figura 32), tan sólo se encontraron en la zona interior diferencias muy significativas ( $p < 0,01$ ) en relación con la densidad de individuos, siendo ésta significativamente mayor en 1988 en comparación con el resto de los años, excepto 1999. En el resto de las zonas no se observó ninguna diferencia entre los diferentes años.



**Figura 32.** *Box and Whisker Plot* de la densidad (Nº Ind·m<sup>-2</sup>) de berberecho en la zona interior del estuario de Mundaka entre verano de 1998 e invierno de 2001.

En el estuario de Plentzia, tan sólo se han encontrado diferencias significativas de un año a otro en la zona interior del estuario (Figura 33). Así, la biomasa de berberecho en verano de 2000 fue significativamente mayor que la de 1998 ( $p < 0,01$ ), mientras que en invierno tan sólo existen diferencias significativas entre 2000 y 2001, siendo éste último invierno significativamente mayor ( $p < 0,05$ ).



**Figura 33.** *Box and Whisker Plot* de la densidad (Nº Ind·m<sup>-2</sup>) y biomasa (g·m<sup>-2</sup>) de berberecho en la zona interior del estuario de Plentzia entre verano de 1998 e invierno de 2001.

Con respecto a la densidad, al igual que para la biomasa, sólo se encontraron diferencias significativas en la zona interior del estuario (Figura 33). Concretamente, la densidad de individuos en invierno de 2000 fue significativamente inferior a la de 1999 y 2001 ( $p < 0,01$ ). En verano no se encontraron diferencias significativas.

### 3.4.- Modelización de la explotación de almeja en Plentzia

Una vez construido el modelo explicado en la Metodología se procedió a modificar las diferentes entradas, con objeto de disponer de una aproximación a lo que resultaría en la realidad en caso de que se modificaran aspectos esenciales de la actividad marisquera, como la duración de la época de capturas, el número de



mariscadores, el establecimiento de vedas, etc. A continuación se presentan los resultados de los casos que se han estudiado.

### CASO 1: Ajuste del modelo

En el primer caso considerado, se procedió a la validación del modelo mediante la comparación de los datos de campo obtenidos entre 1998 y 2001 con los resultados de la modelización realizada entre dichas fechas. Las condiciones de partida del modelo o entradas, se basaron en la situación real de la pesquería de almeja en Plentzia en la temporada 1998-1999, tal y como se ha descrito en el apartado de Metodología.

En la siguiente tabla se comparan los datos de *stock* y biomasa medidos en el campo entre 1998 y 2001, con los obtenidos por el modelo. El ajuste es bastante bueno, ya que los valores predichos se mantienen dentro o muy próximos al margen de error establecido para considerar la modelización como válida (desvío de  $\pm 10\%$ ), excepto para el *stock* de invierno de 1999 y 2001.

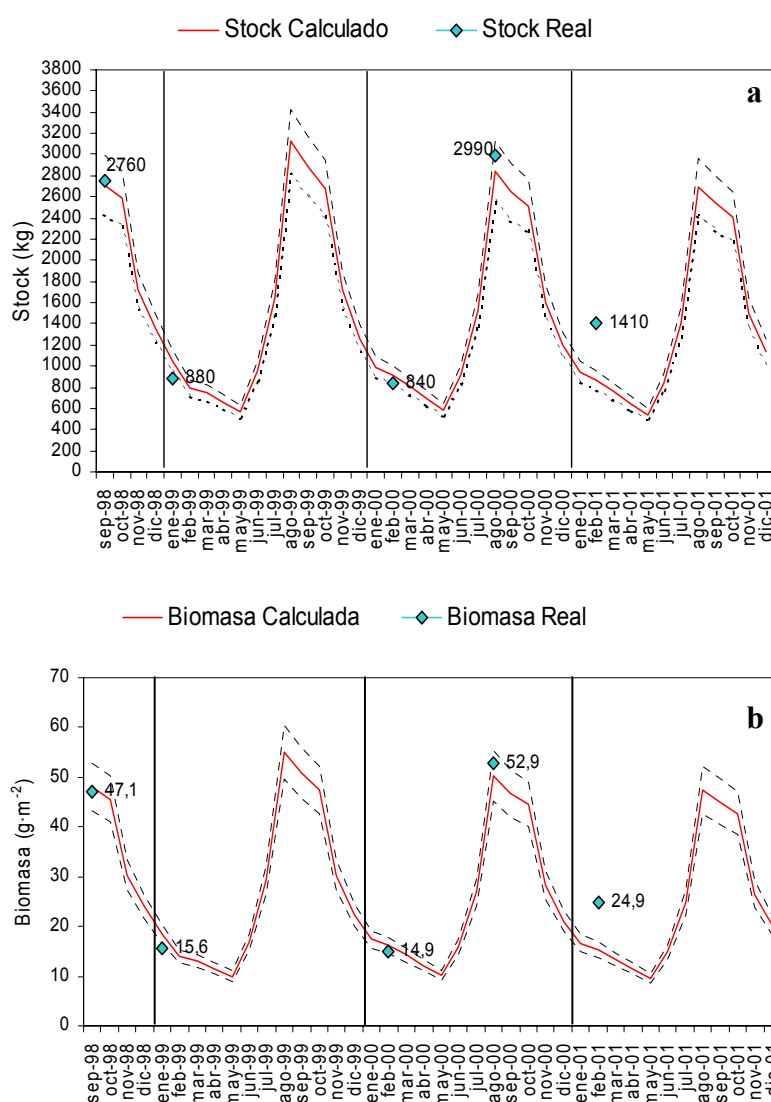
VARIABLES	UNIDADES	OBSERVADO	PREDICHO	DESVÍO (%)
Stock Verano 1998		2760	2715	-1,63
Stock Invierno 1999		880	1045	+18,75
Stock Invierno 2000	kg	840	914	+8,81
Stock Verano 2000		2990	2846	-4,82
Stock Invierno 2001		1410	865	-38,65
Biomasa Verano 1998		47,08	48	+1,95
Biomasa Invierno 1999		15,56	18,4	+18,25
Biomasa Invierno 2000	$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	14,85	16,1	+8,42
Biomasa Verano 2000		52,88	50,3	-4,88
Biomasa Invierno 2001		24,93	15,3	-38,63

Hay que hacer notar que los valores de biomasa observados están calculados dividiendo el *stock* correspondiente al año en cuestión, entre el área de distribución de la almeja en 1998 ( $56.538 \text{ m}^2$ ), el cual se mantiene fijo a lo largo de todo el periodo modelizado. En la realidad, el área de distribución de almeja varía cada año y época por lo que los valores de biomasa calculados en el punto 3.3 no tienen porque coincidir con los calculados en la anterior tabla. Sin embargo, a la hora de comparar y comprobar el ajuste de los valores calculados por el modelo con los reales, se ha visto necesario recalcular estos últimos en base al método empleado por el modelo en cuestión.

Tal y como se ha comentado en la metodología, el esfuerzo de pesca establecido en el modelo se ha centrado en la captura exclusiva de individuos de talla legal. Sin embargo, se realizó una segunda modelización en la cual se aplicó un esfuerzo de pesca

del 15% en individuos menores a la talla legal (31 a 40 mm), observándose un mejor ajuste del modelo a los datos reales, especialmente en el valor de 1999. Este hecho hace pensar que la realidad de la pesquería en Plentzia se ajusta mejor a este último caso (es decir, una presión mayor sobre individuos de talla inferior a la legal), pero como no se tiene certeza del volumen de capturas por debajo de la talla legal se ha preferido realizar todas las modelizaciones que a continuación se expondrán suponiendo que sólo existe captura de individuos de talla legal.

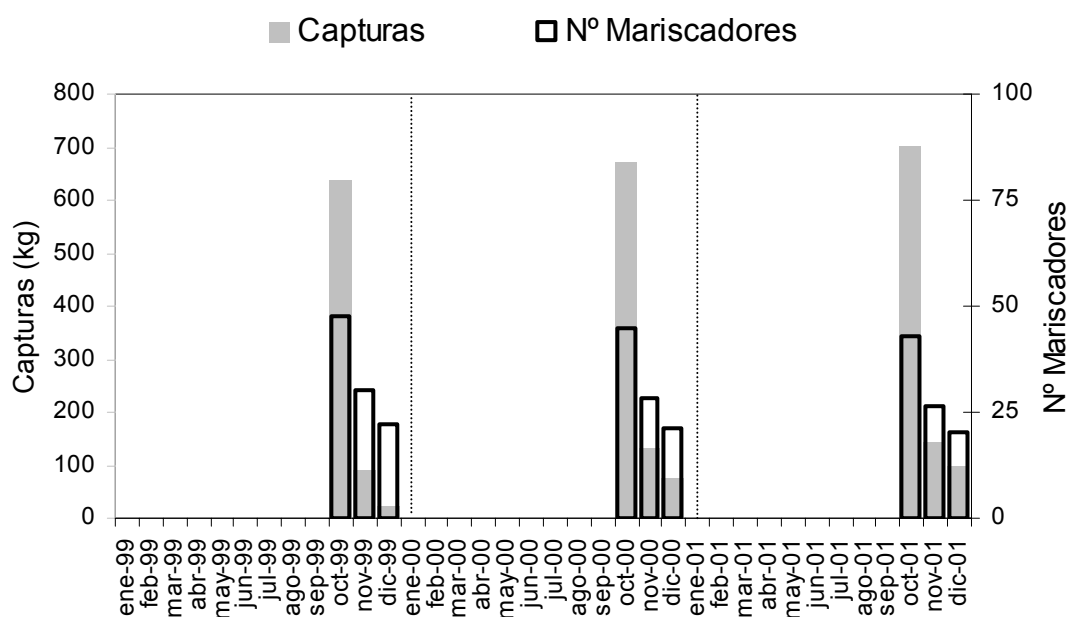
Las Figuras 34 (a y b) muestran los resultados de la modelización del *stock* y biomasa de almeja entre 1998 y 2001 junto con los valores reales de los mismos medidos en el estuario de Plentzia.



**Figura 34.** (a) Resultado de la modelización del *stock* de almeja en Plentzia entre 1998 y 2001. Las líneas discontinuas indican el margen de error aceptable en el modelo (desvío de +/- 10%). Las líneas verticales negras indican la transición de un año a otro. (b) Ídem para la biomasa.

En otoño-invierno (octubre a marzo-abril) hay un decremento de la población debido a la mortalidad natural. Este decremento se hace más acusado entre octubre y diciembre como consecuencia de la actividad marisquera. En primavera y mediados de verano (mayo-agosto) se produce un gran incremento del *stock* y de la biomasa debido al crecimiento que experimentan los individuos y al ingreso de nuevos reclutas a la población (asentamiento de larvas y juveniles).

Las capturas rondan los 700-800 kg.año<sup>-1</sup> (Figura 35). Alrededor del 75 a 80% de las capturas se realiza durante el primer mes de capturas debido al gran número de mariscadores presentes en la zona, aproximadamente 50 personas al comienzo de la temporada y una media de 30 durante toda la época de capturas. La captura media diaria por mariscador se sitúa entorno a los 3 kg durante el primer mes, 2 kg en el segundo y 1 kg el último mes.



**Figura 35.** Resultado de la modelización de las capturas (kg) y número de mariscadores en el estuario de Plentzia entre 1998 y 2001.

Todas estas cifras coinciden con la información aportada por los inspectores de pesca del Gobierno Vasco sobre la realidad de esta pesquería en Plentzia por lo que corroboran la validez del ajuste del modelo.

#### CASO 2: Extendiendo el modelo para 10 años

Este caso es similar al anterior, pero asumiendo que las condiciones se mantienen sin variar durante 10 años. En este caso se puede observar como el *stock* y la biomasa alcanzan un estado de equilibrio con máximos en torno a los 2500 kg y 50 g·m<sup>-2</sup>

respectivamente en verano y mínimos en torno a 500 kg y  $10 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  en invierno (Figura 36a). Las capturas también se estabilizan en torno a 1000 kg por campaña, mientras que el número de mariscadores se aproxima a una media de 30 personas por temporada (Figura 36b).

### CASO 3: Regulando el número de mariscadores

Para este caso se han estudiado diversos escenarios posibles según se realizase un aumento o disminución del número de mariscadores de forma continua a partir de una fecha determinada. Estos aumentos o disminuciones suponen un porcentaje determinado de mariscadores con respecto al número que correspondería en un momento dado en función de la biomasa existente.

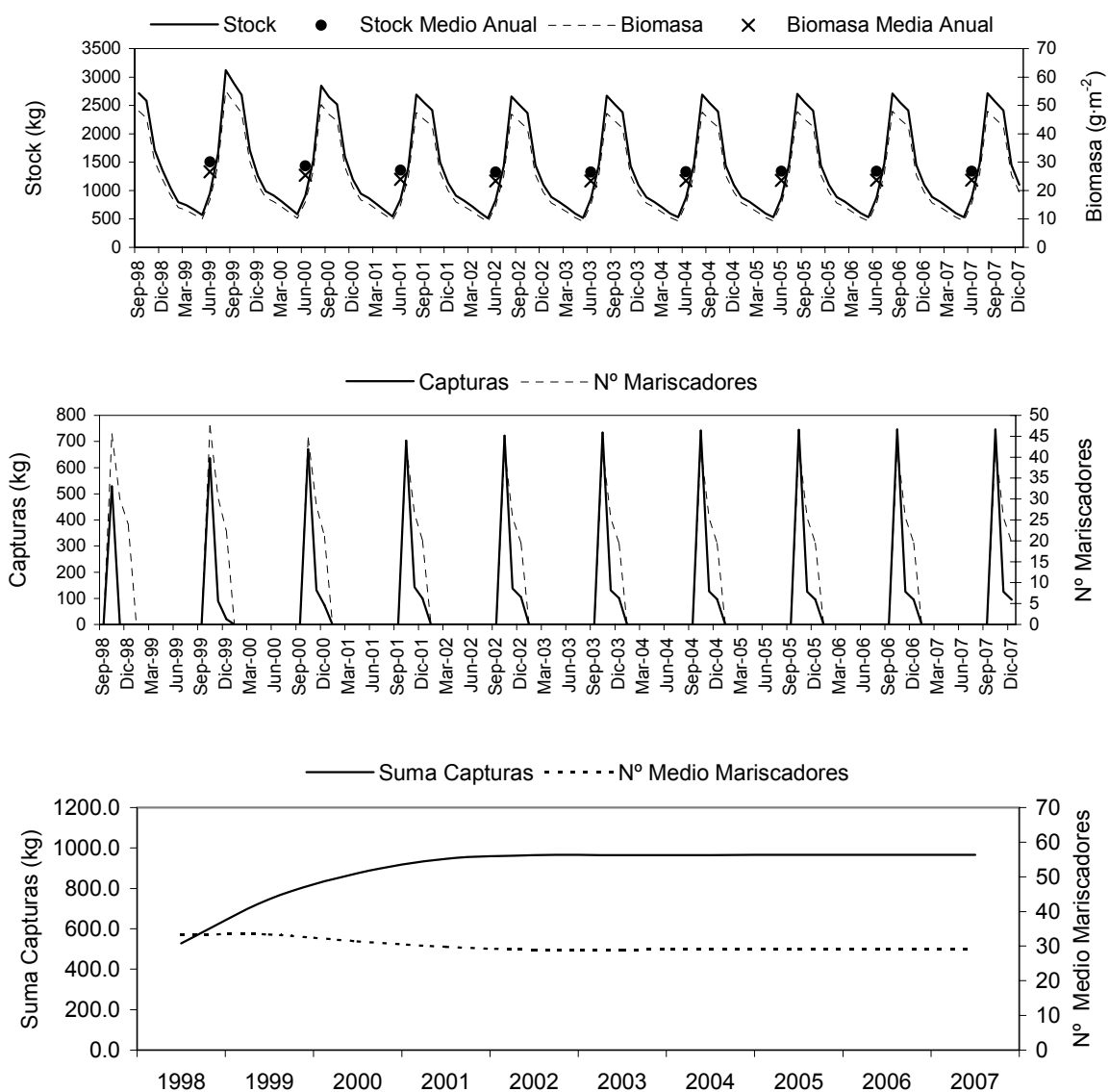
Así, se ha simulado un aumento de un 50, 75 y 100% de mariscadores a partir de octubre de 2001 respectivamente.

En el primero de los casos (aumento de un 50%), el *stock* disminuye significativamente hasta situarse alrededor de 1000 kg, con una biomasa de  $15 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  de media anual respectivamente, alrededor de un 30% menos que en la actualidad (Figura 37a). Las capturas se reducen también, tendiendo a estabilizarse en unos 600 kg por campaña, lo cual supone aproximadamente un 15% menos que en la actualidad (Figura 37b). El número de mariscadores se estabiliza en una media de 30 por temporada (Figura 37c).

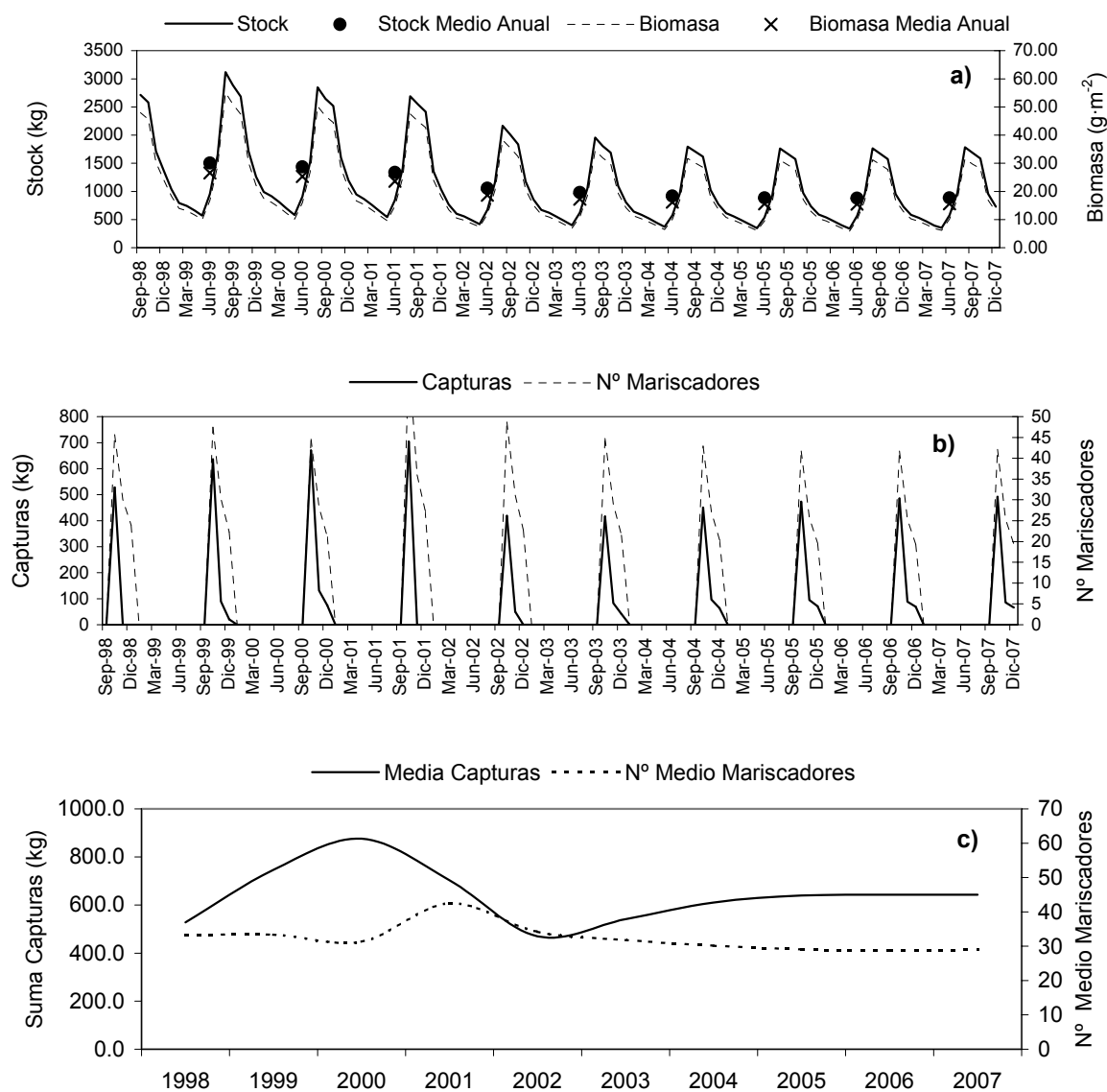
En el segundo de los casos, la reducción del *stock* de almeja llega a situar la media anual por debajo de 1000 kg y la biomasa alrededor de  $12 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  (Figura 38a). Las capturas disminuyen fuertemente y sólo al cabo de 6 años se llega a un 60% de las capturas actuales que se sitúan en torno a los 900 kg (Figura 38b). El número de mariscadores tiende a estabilizarse en 30 personas por campaña (Figura 38c).

En el último de los casos, en el que se dobla el número de mariscadores, se da la mayor reducción del *stock*, alcanzando valores próximos a los 500 kg de media y  $10 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  de biomasa (Figura 39a). Las capturas se reducen y no alcanzan los 500 kg por campaña al final del periodo de modelización (Figura 39b). El número de mariscadores también se resiente a la larga pasando a estar ligeramente por debajo de 30 (Figura 39c).

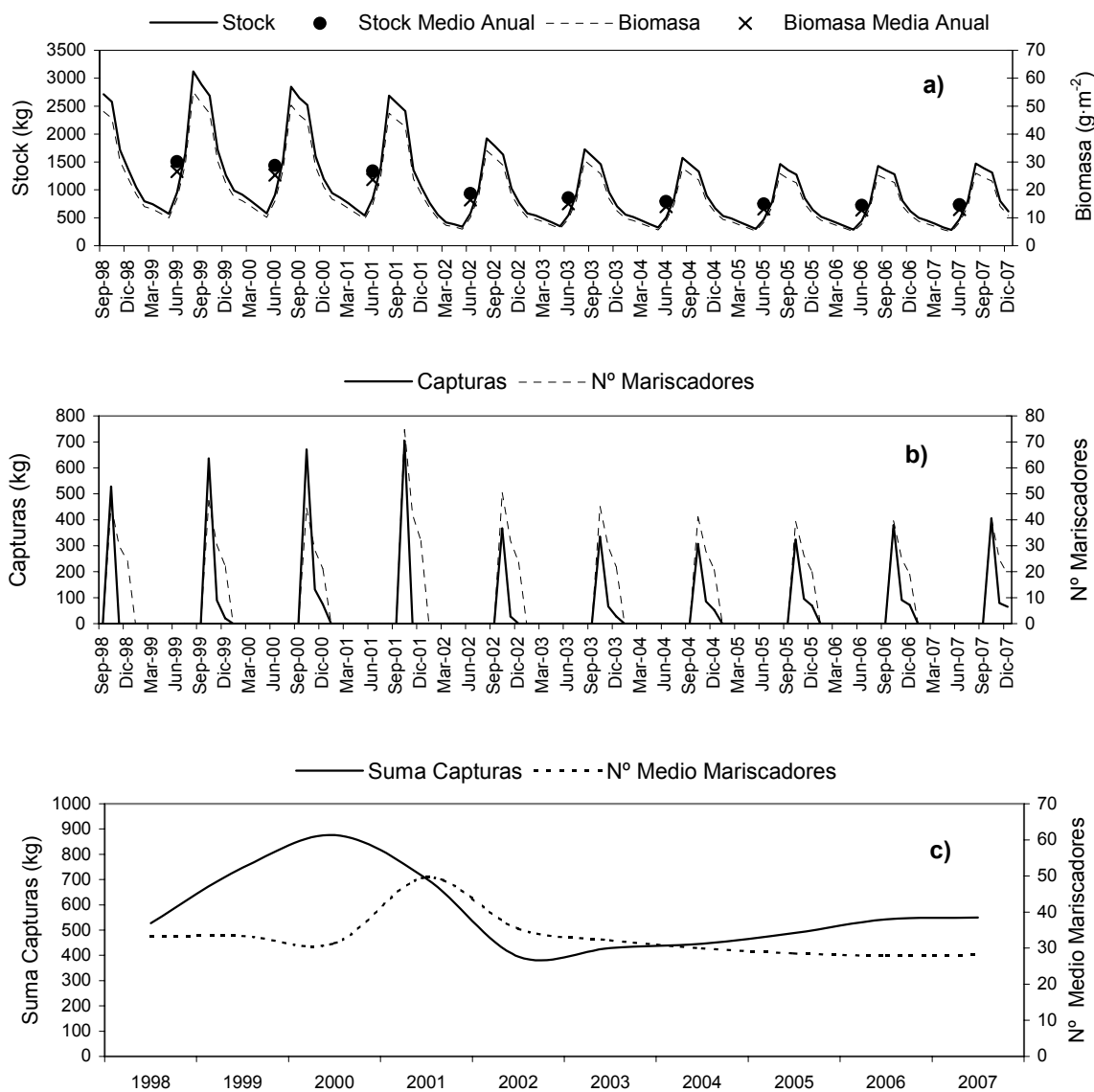
Este resultado muestra que el sistema no es capaz de soportar semejante esfuerzo pesquero. En cambio, si lo que se lleva a cabo es una reducción del número de mariscadores en un 50%, el *stock* aumenta hasta alcanzar valores medios anuales en torno a 2500 kg y biomasa de  $45 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  (Figura 40a). En consecuencia, las capturas también aumentan de forma significativa hasta alcanzar los 2000 kg por campaña (Figura 40b). El número de mariscadores se reduciría durante el año 2001 a una media de 16 personas, aunque en los restantes años este número se recuperaría hasta los 30, gracias al aumento paralelo de la biomasa (Figura 40c).



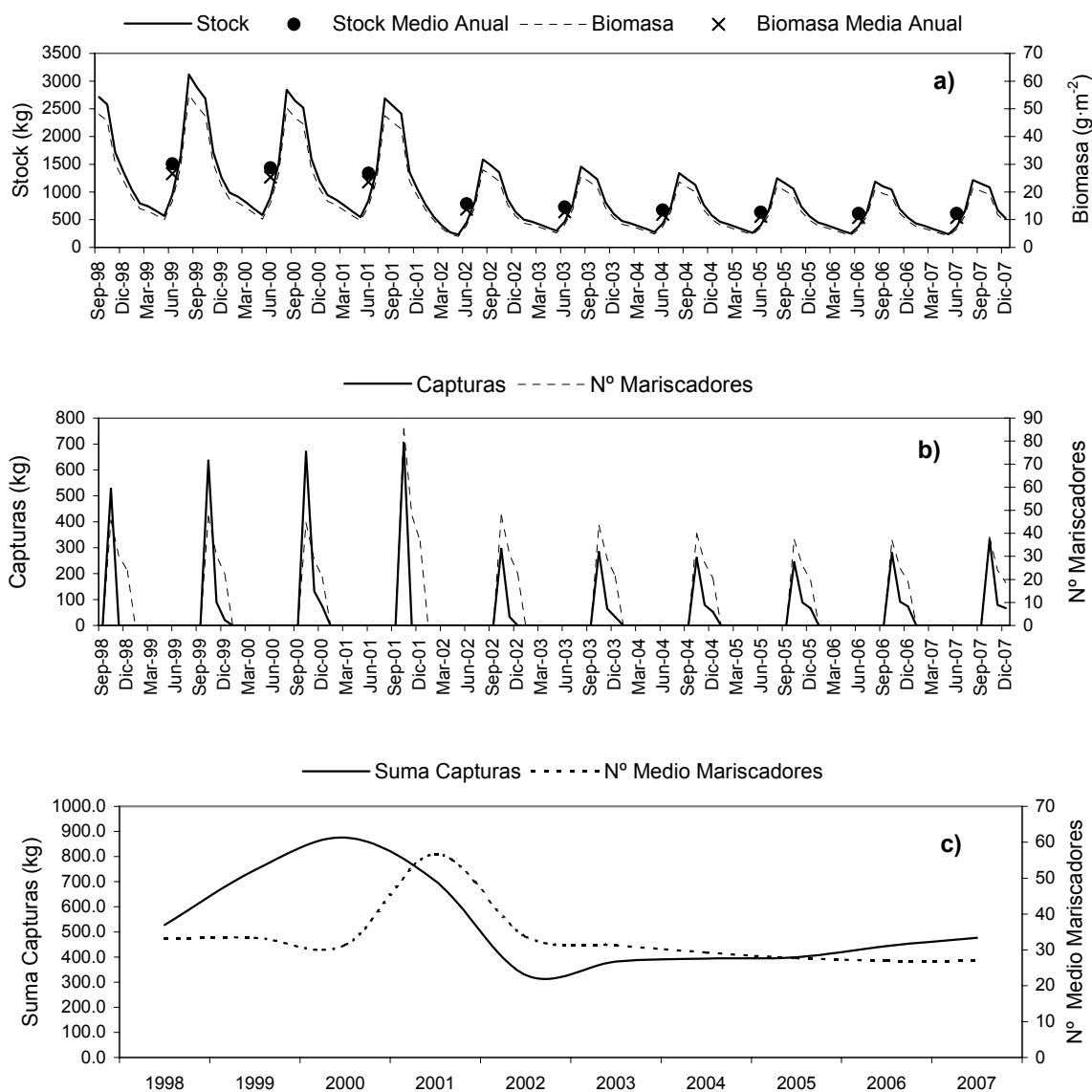
**Figura 36,** a) Evolución a lo largo de diez años de la biomasa y del stock de almejas en Plentzia. b) Evolución de las capturas y del número de mariscadores. c) Evolución de la suma anual de capturas y de la media de mariscadores.



**Figura 37,** a) Evolución a lo largo de diez años de la biomasa y del stock de almejas en Plentzia al aumentar en un 50% el número de mariscadores. b) Evolución de las capturas y del número de mariscadores. c) Evolución de la suma anual de capturas y de la media de mariscadores.

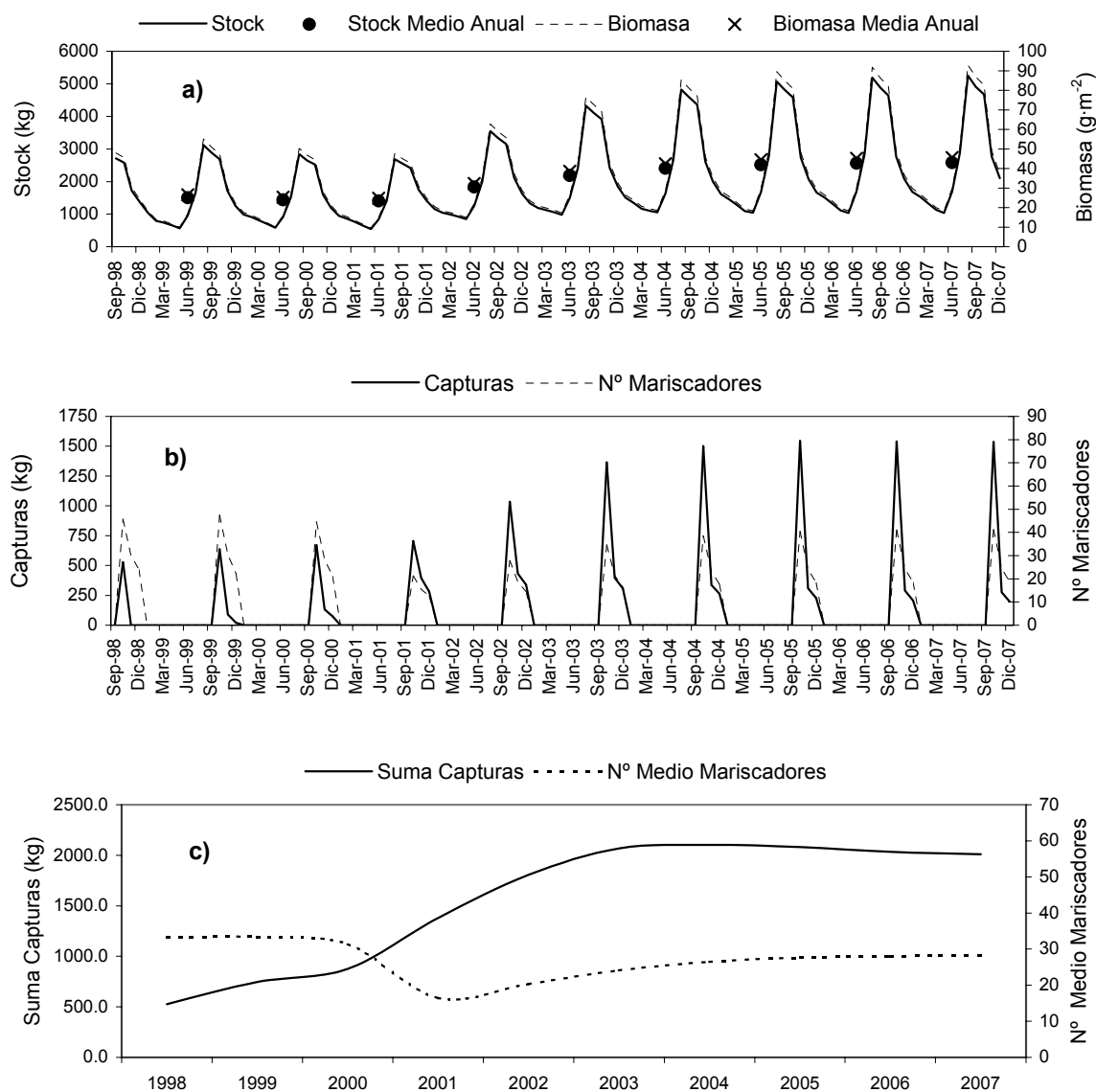


**Figura 38.** a) Evolución a lo largo de diez años de la biomasa y del stock de almejas en Plentzia al aumentar en un 75% el número de mariscadores. b) Evolución de las capturas y del número de mariscadores. c) Evolución de la suma anual de capturas y de la media de mariscadores.



**Figura 39,** a) Evolución a lo largo de diez años de la biomasa y del stock de almejas en Plentzia al aumentar al doble el número de mariscadores. b) Evolución de las capturas y del número de mariscadores. c) Evolución de la suma anual de capturas y de la media de mariscadores.





**Figura 40.** a) Evolución a lo largo de diez años de la biomasa y del stock de almejas en Plentzia al disminuir en un 50% el número de mariscadores. b) Evolución de las capturas y del número de mariscadores. c) Evolución de la suma anual de capturas y de la media de mariscadores.

Si la reducción del número de mariscadores es del 75%, las consecuencias son similares a las anteriormente descritas aunque de mayor intensidad. Así, el stock se asintotiza en un media anual cercana a las 4t, mientras que la biomasa lo hace en 70 g·m<sup>-2</sup> (Figura 41a). Las capturas aumentan también hasta alcanzar los 3500 kg por campaña, mientras que el número de mariscadores se reduce fuertemente en 2001 recuperándose lentamente hasta alcanzar una media de 20 mariscadores en 2007 (Figuras 41 b y c).

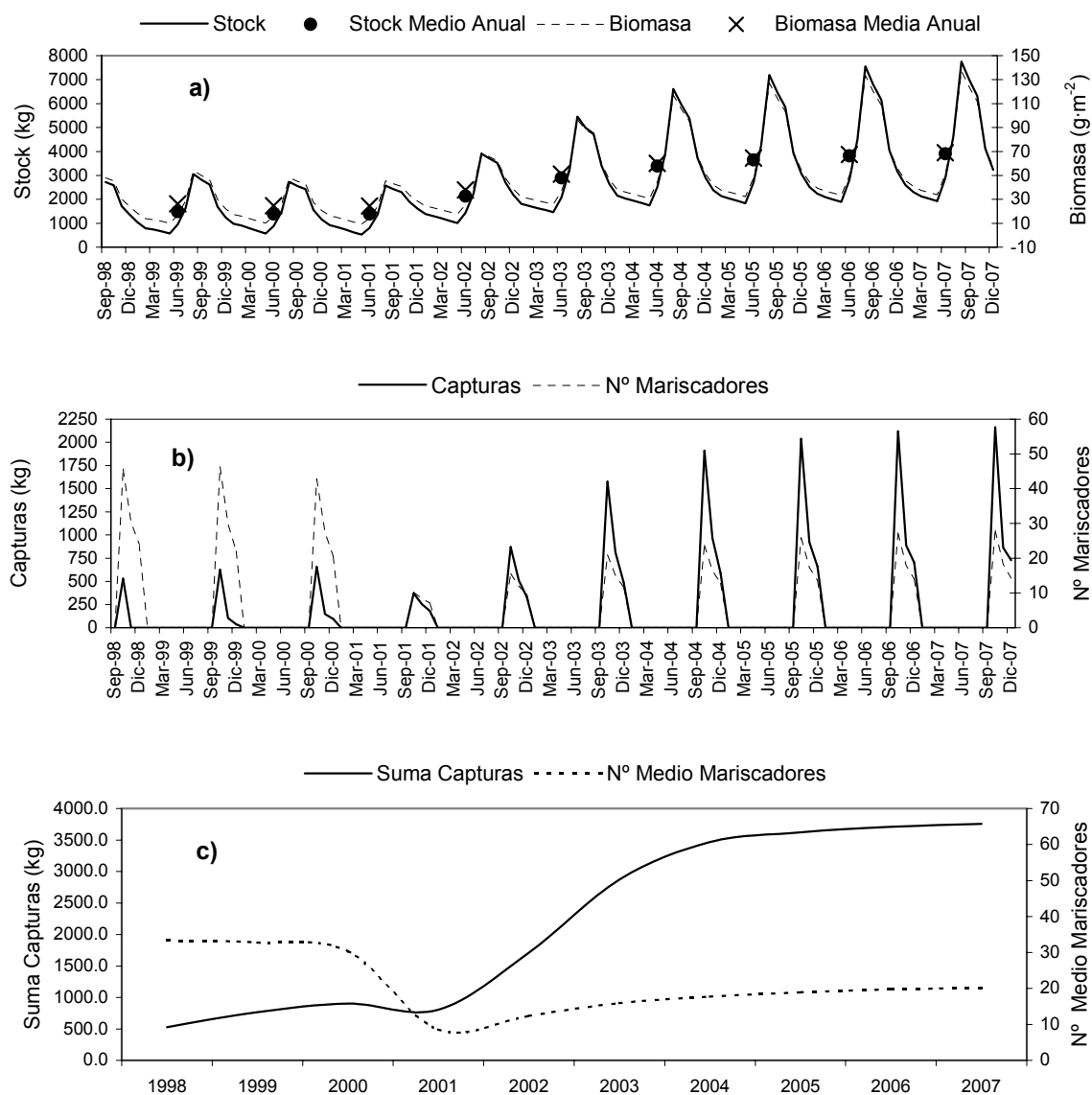
#### CASO 4: Regulando la apertura y cierre de la veda.

Aquí se ha trabajado sobre varias posibilidades, como son reducir el periodo de capturas, aumentarlo y cambiar la época de capturas.

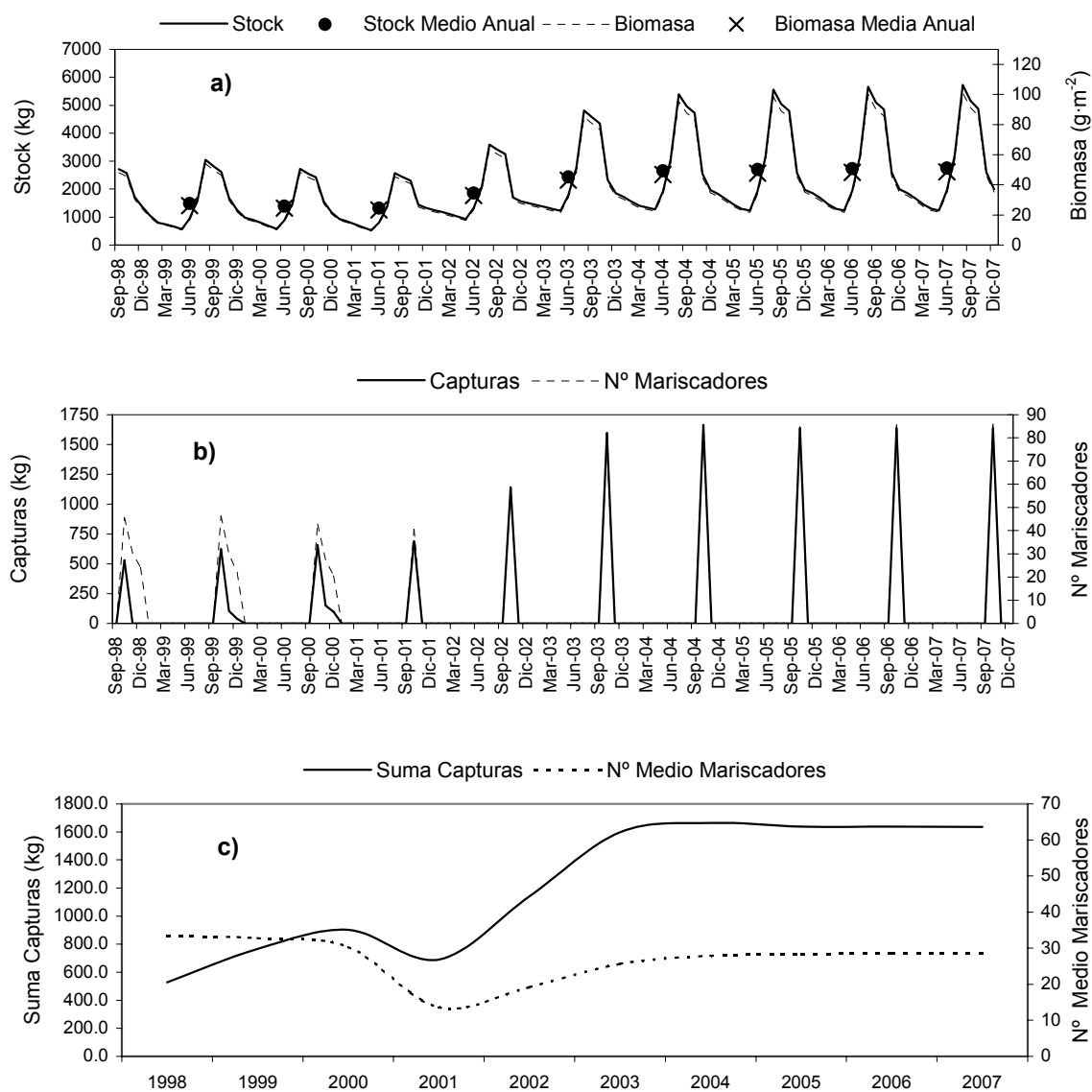
El primer caso estudiado fue el de reducir el periodo de capturas únicamente al mes de octubre (actualmente son tres meses). Lo que sucede es que la biomasa y el *stock* se incrementan rápidamente, haciéndose asintóticos el tres años después, cuando el *stock* alcanza una media anual cercana a los 3000 kg (Figura 42a). La elevada biomasa disponible (50 g·m<sup>-2</sup> de media) hace aumentar el número de mariscadores hasta más de 80 personas (Figuras 42 b y c), aunque sólo permanecen durante un único mes. Las capturas aumentan también, asintotizándose en 1600 kg por temporada, un 60% más que en el periodo 1998-2000.

El segundo caso estudiado consistió en prolongar el periodo de capturas de octubre a enero (actualmente acaba en diciembre y sus resultados se han definido en los Casos 1 y 2), tal y como se hacía antiguamente en este estuario. El *stock* se reduce algo respecto a la situación obtenida en estos dos casos, situándose en una media anual de 1000 kg, mientras que la biomasa se sitúa aproximadamente en 20 g·m<sup>-2</sup> (Figura 43a). El número de mariscadores se estabilizan en una media de 20 por campaña, que capturan aproximadamente 1100 kg de almeja (Figuras 43b y c). Esto representa una pequeña reducción frente a la situación actual de capturas entre octubre y diciembre, sin embargo, el número medio de mariscadores debería reducirse para ello en aproximadamente un 30%.

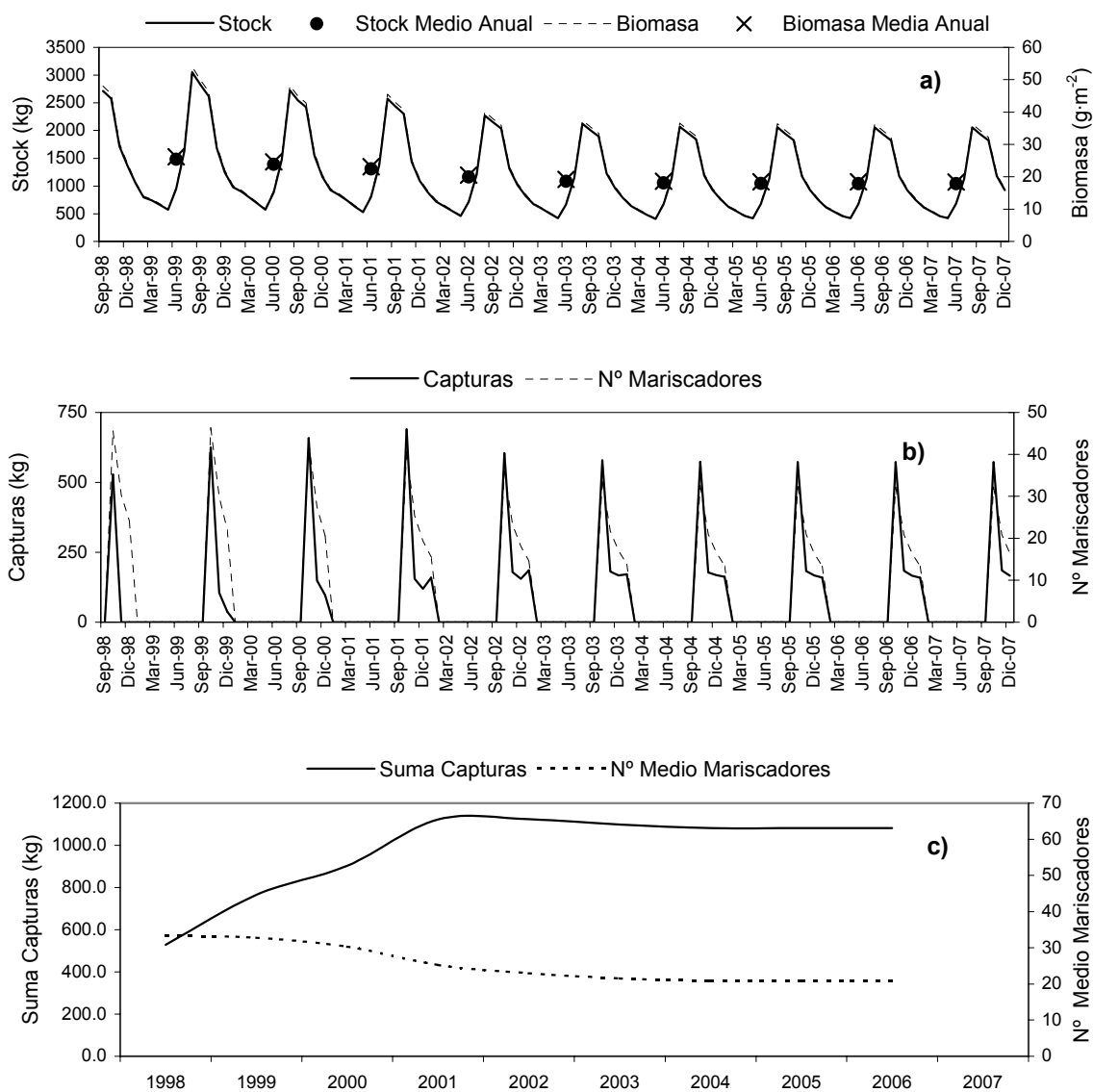
El último caso estudiado fue el que se obtendría permitiendo las capturas entre mayo y septiembre. El *stock* se reduce hasta una media anual inferior a 1000 kg, bajando la biomasa a 15 g·m<sup>-2</sup> aproximadamente (Figura 44a). El número de mariscadores inicial baja con el tiempo la media hasta 10 (Figuras 44b y c). Las capturas que realizan se asintotizan en 200 kg aproximadamente. Esto indica que permitir las capturas durante el periodo reproductivo produce un perjuicio al *stock* y una menor cantidad de capturas al cabo de un tiempo.



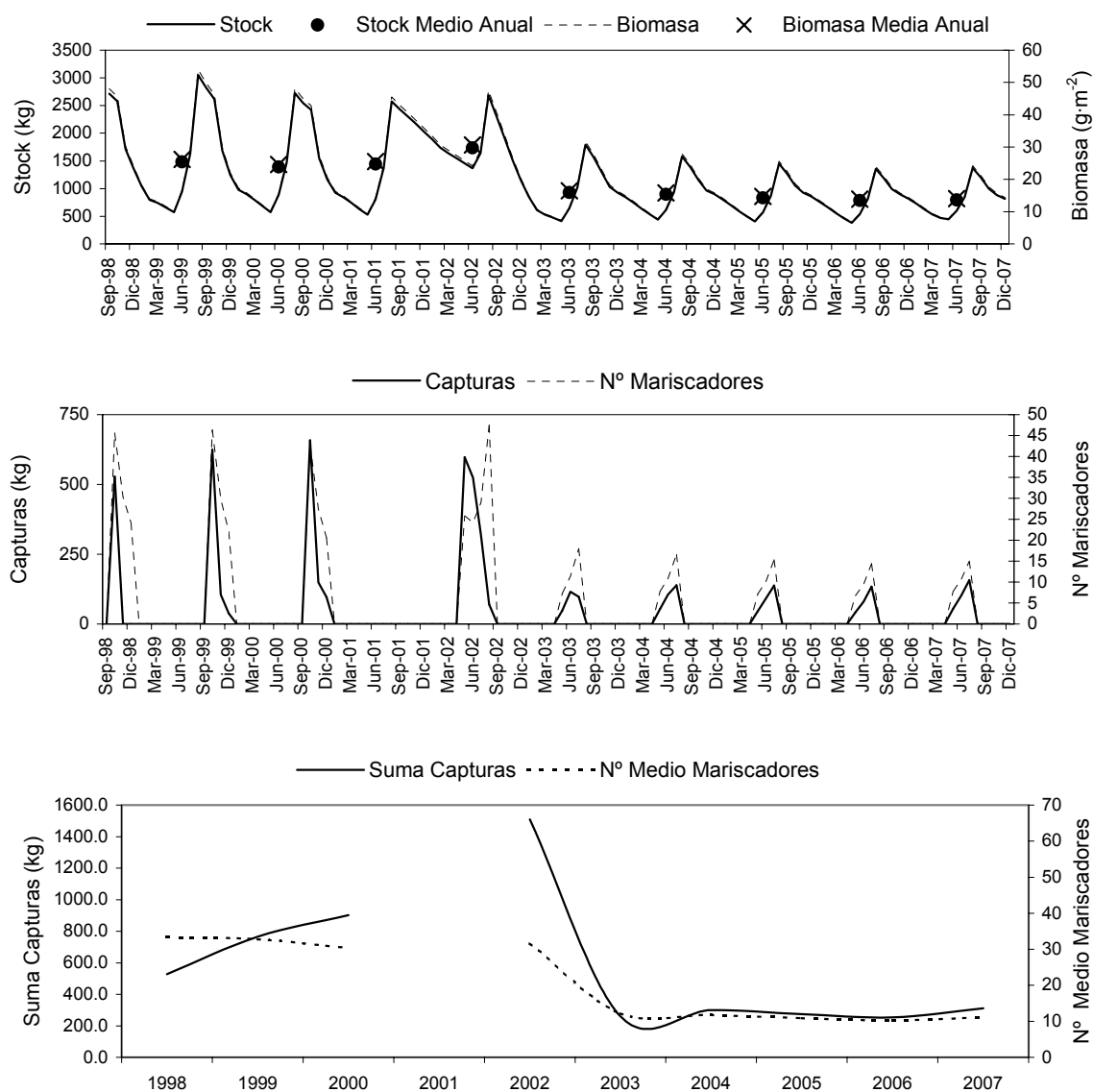
**Figura 41.** a) Evolución a lo largo de diez años de la biomasa y del stock de almejas en Plentzia al disminuir en un 75% el número de mariscadores. b) Evolución de las capturas y del número de mariscadores. c) Evolución de la suma anual de capturas y de la media de mariscadores.



**Figura 42,** a) Evolución a lo largo de diez años de la biomasa y del stock de almejas en Plentzia al reducir la época de capturas a un mes (octubre). b) Evolución de las capturas y del número de mariscadores. c) Evolución de la suma anual de capturas y de la media de mariscadores.



**Figura 43,** a) Evolución a lo largo de diez años de la biomasa y del stock de almejas en Plentzia al aumentar el periodo de capturas de octubre a enero. b) Evolución de las capturas y del número de mariscadores. c) Evolución de la suma anual de capturas y de la media de mariscadores.



**Figura 44,** a) Evolución a lo largo de diez años de la biomasa y del stock de almejas en Plentzia al modificar el periodo de captura entre mayo y septiembre. b) Evolución de las capturas y del número de marisqueros. c) Evolución de la suma anual de capturas y de la media de marisqueros.

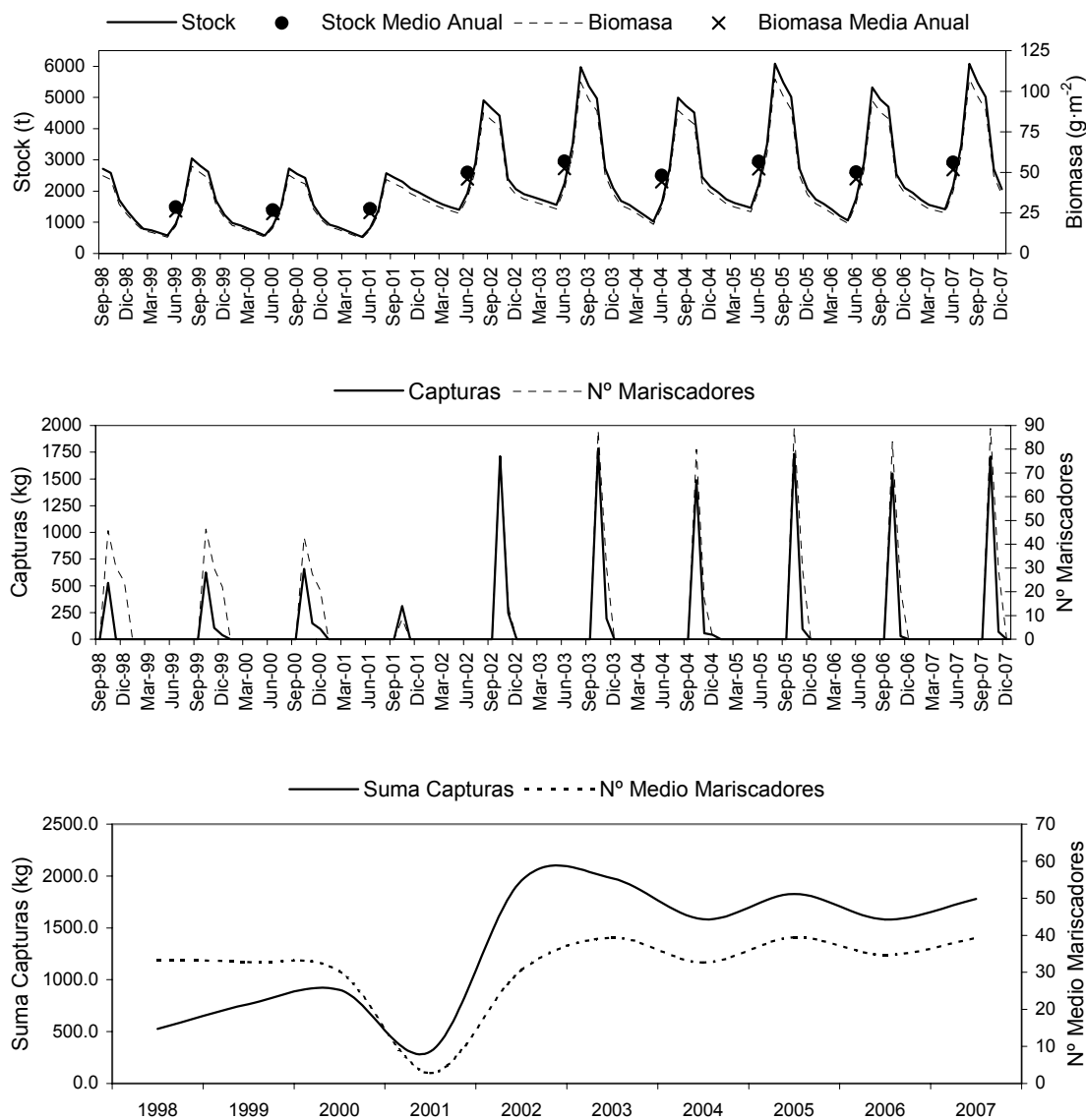
### CASO 5: Incrementando la biomasa mínima sostenible.

Algunas veces puede resultar interesante no sólo tener una elevada cosecha, sino también preservar una parte del *stock* con objeto de que sirva de alimento a otros niveles de la red trófica (pájaros, crustáceos, etc.). En este caso, una biomasa mínima sostenible, calculada como el doble ( $60 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) de la biomasa normal hallada, se ha fijado en el modelo, manteniendo el resto de las entradas habituales, como el periodo de captura de octubre a diciembre y la autorregulación de los mariscadores en función de la biomasa existente.

La Figura 45a muestra que esta medida produce un incremento del *stock*, alcanzando la biomasa mínima al siguiente año y un stock de 2000 kg, el cual se estabiliza en aproximadamente 1000 kg el resto de los años. Esta situación se origina por el incremento de la autorregulación de mariscadores los cuales sufren una drástica reducción en su número en 2001, situándose la media por debajo de 10 mariscadores durante dicha campaña (Figura 45 b).

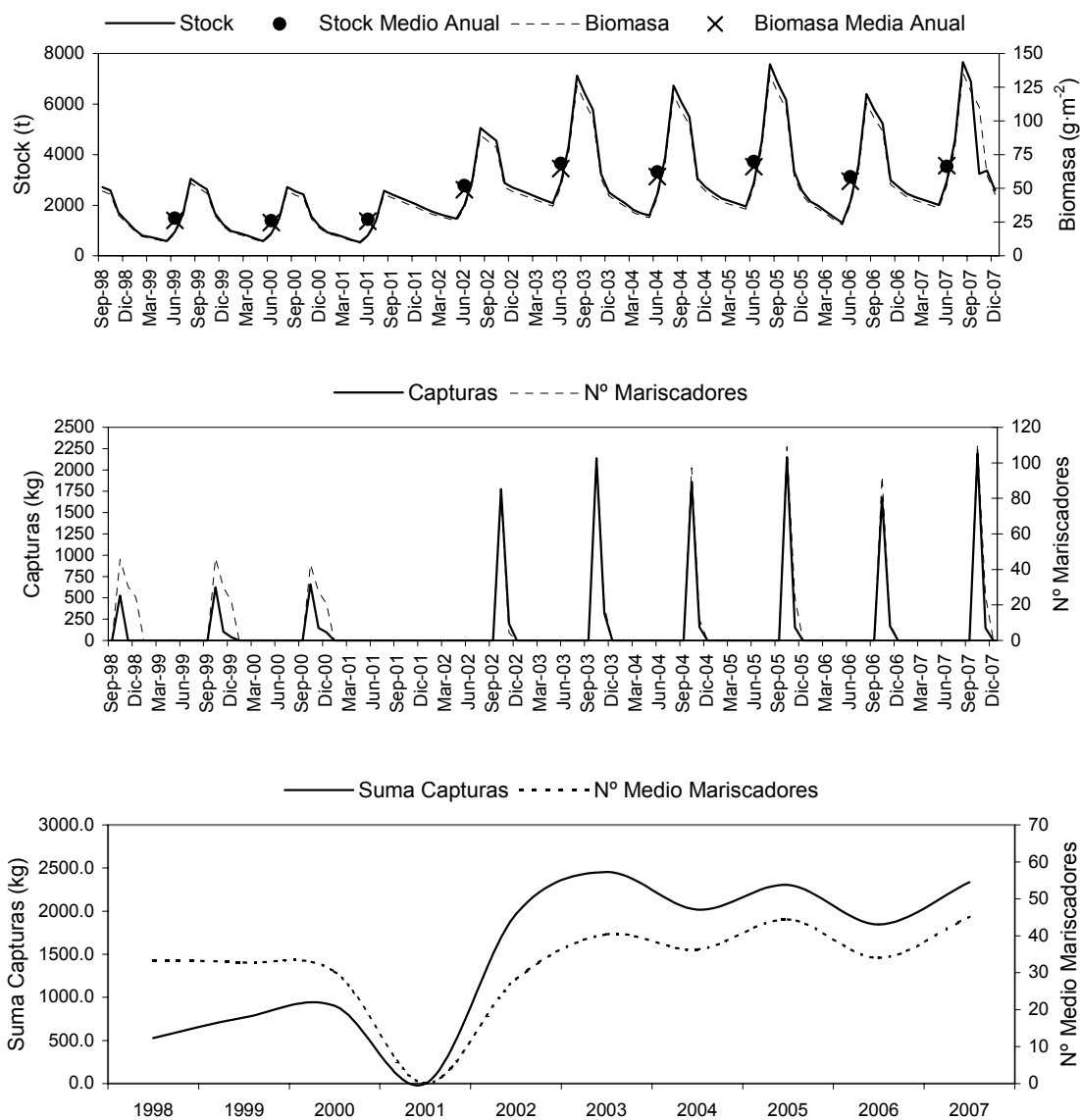
Ello conlleva una reducción paralela de las capturas durante 2001, reduciéndose por debajo de 500 kg por campaña lo cual permite una importante recuperación del stock en dicho año (Figura 45 c). Esta recuperación permite que al año siguiente, al disponer de mayor *stock* y biomasa, el número de mariscadores y las capturas sean significativamente superiores a las del periodo 1998-2000 (40 mariscadores de media y alrededor de 1700 kg por campaña respectivamente), sin perjuicio del *stock* y biomasa de almeja que aumentarían hasta alcanzar valores cercanos a los 3000 kg y  $50 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  de media respectivamente. Sin embargo, alcanzar dicha situación también tiene su coste ya que a partir de la campaña de 2002, el periodo de captura debería reducirse a dos meses (octubre y noviembre).

El establecimiento de una biomasa mínima de  $80 \text{ g}$  supondría una recuperación del *stock* y biomasa importante, aproximadamente 4000 kg y  $60 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  de media anual, (Figura 46 a), aunque implicaría la prohibición de las capturas en 2001 (Figura 46 b) y la reducción del periodo de capturas a dos meses hasta 2007. El número de mariscadores alcanzaría medias de 40 personas por campaña y las capturas alcanzarían los 2200 kg por campaña.



**Figura 45,** a) Evolución a lo largo de diez años de la biomasa y del stock de almejas en Plentzia al establecer una biomasa sostenible de 60 g·m<sup>-2</sup>. b) Evolución de las capturas y del número de mariscadores. c) Evolución de la suma anual de capturas y de la media de mariscadores.





**Figura 46,** a) Evolución a lo largo de diez años de la biomasa y del stock de almejas en Plentzia al establecer una biomasa sostenible de 80 g·m<sup>-2</sup>. b) Evolución de las capturas y del número de mariscadores. c) Evolución de la suma anual de capturas y de la media de mariscadores.

### CASO 6: Aumentando la superficie de marisqueo.

Sería factible actuar sobre el recurso aumentando la superficie donde aparece almeja. Para ello se podría acondicionar el terreno y proceder a la siembra de semilla de almeja fina. Se ha simulado lo que sucedería si se aumentara la superficie un 10% y un 20%.

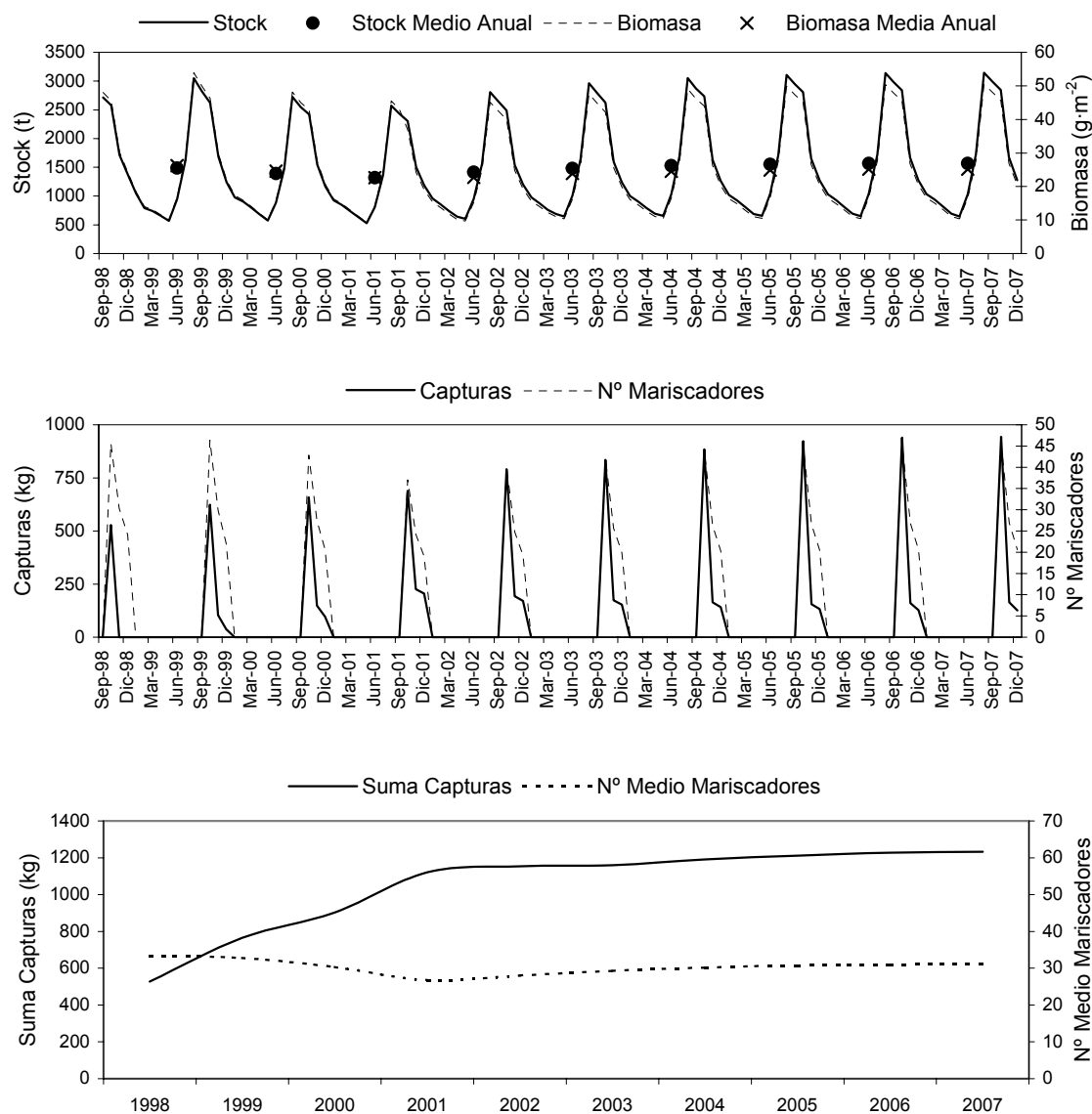
En el primer caso apenas se detectan diferencias después de aplicar dicha medida. El *stock* aumenta ligeramente hasta alcanzar una media algo superior a 1500 kg y una biomasa de 25 g·m<sup>-2</sup> (Figura 47a). Esto permitiría una media de 30 mariscadores que obtendrían un rendimiento de 1200 kg al año (Figuras 47b y c).

Si se procediera a aumentar la superficie un 20% el *stock* pasaría a tener una media de cercana a los 2000 kg y 30 g·m<sup>-2</sup> (Figura 48a), lo que permitiría aumentar el número de mariscadores hasta 27 individuos de media que capturarían 1400 kg por campaña (Figuras 48b y c).

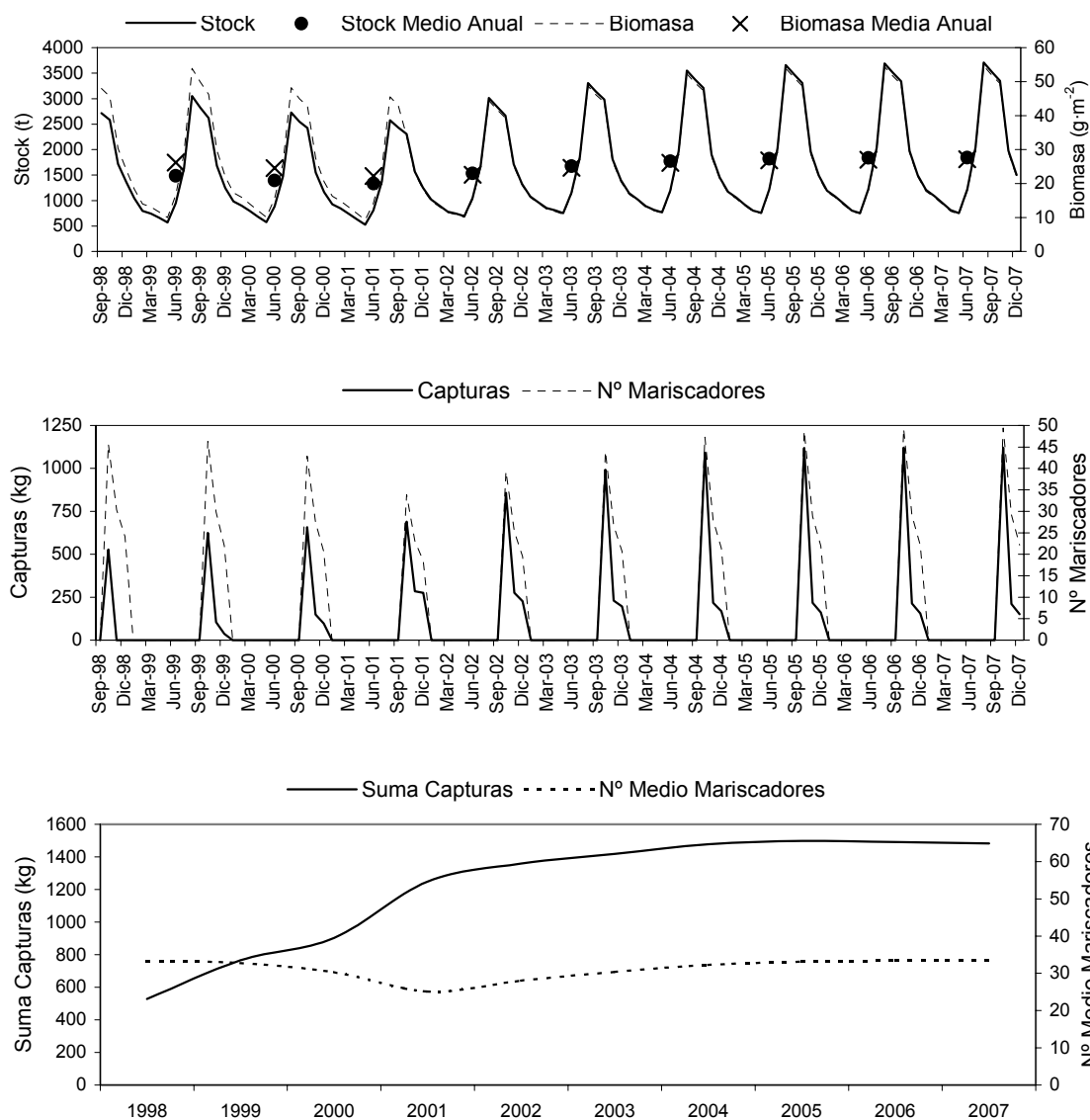
### CASO 7: Modificando la talla legal de captura.

En el presente caso se ha repartido el esfuerzo de pesca aplicando un 15% sobre individuos de talla comprendida entre 21 a 30 mm y 31 a 40 mm y reduciendo a un 35% el aplicado a la clase de talla legal de 41 a 50 mm. A modo aclaratorio, este porcentaje significa que del 100% de capturas totales de una campaña, un 15% esta constituido por individuos de talla comprendida entre 21 a 30 mm y viceversa.

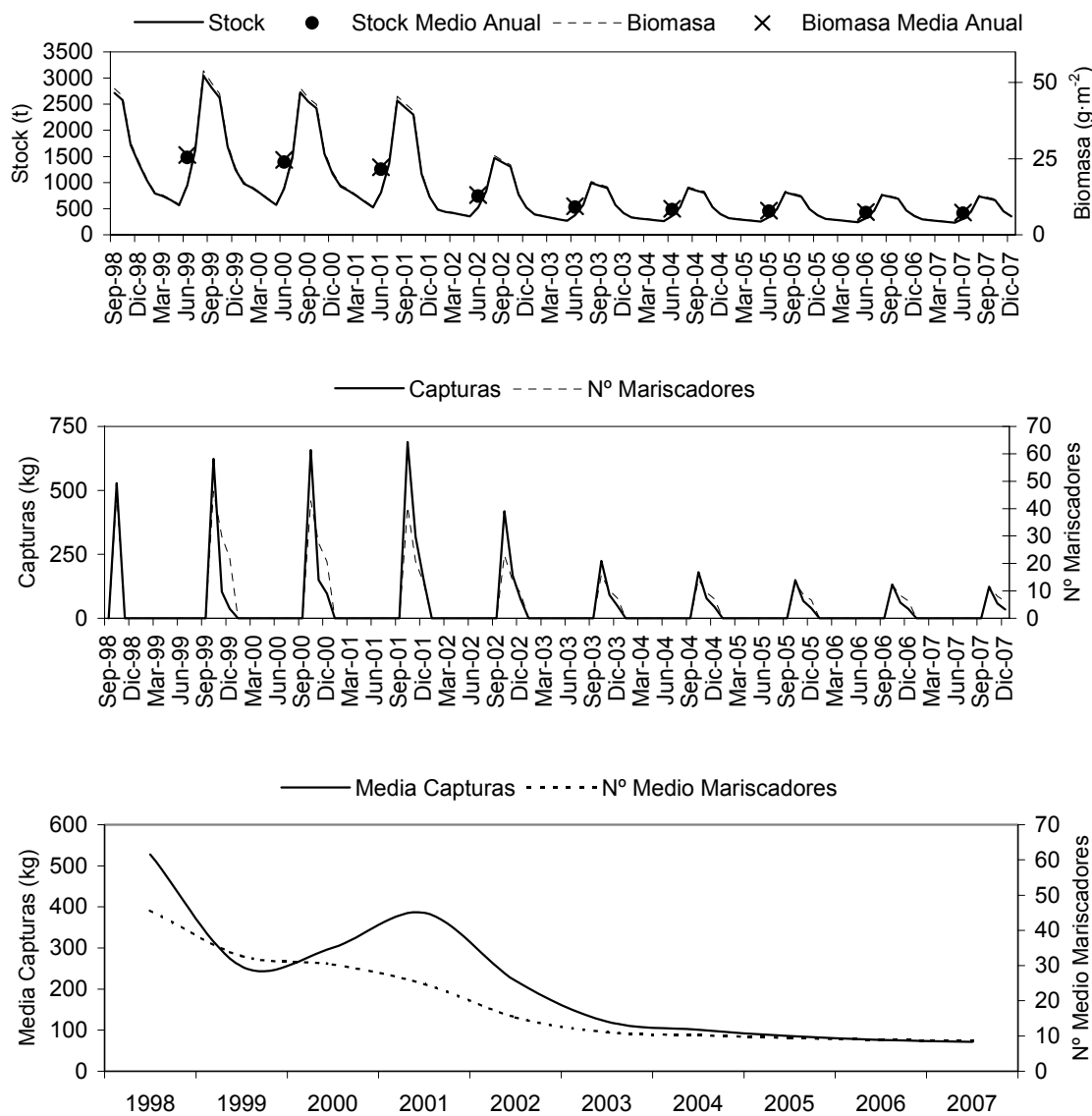
Como consecuencia de esta medida, el stock de almeja sufre un descenso importante situándose sobre una media de 500 kg aproximadamente, con una biomasa de 8 g·m<sup>-2</sup> (Figura 49a). Tanto el número de mariscadores como las capturas, también caen significativamente hasta alcanzar una media de 10 personas por campaña que capturarían cerca de 100 kg de almeja (Figuras 49b y c).



**Figura 47.** a) Evolución a lo largo de diez años de la biomasa y del stock de almejas en Plentzia al aumentar en un 10% la superficie de distribución del recurso. b) Evolución de las capturas y del número de mariscadores. c) Evolución de la suma anual de capturas y de la media de mariscadores.



**Figura 48,** a) Evolución a lo largo de diez años de la biomasa y del stock de almejas en Plentzia al aumentar en un 20% la superficie de distribución del recurso. b) Evolución de las capturas y del número de mariscadores. c) Evolución de la suma anual de capturas y de la media de mariscadores.



**Figura 49,** a) Evolución a lo largo de diez años de la biomasa y del stock de almejas en Plentzia al aplicar un esfuerzo de pesca del 15% sobre individuos de talla comprendida entre 21 a 30 mm y 31 a 40 mm. b) Evolución de las capturas y del número de mariscadores. c) Evolución de la suma anual de capturas y de la media de mariscadores.

#### 4.- DISCUSIÓN

La explotación de los recursos marinos renovables plantea problemas de gestión que aúnan aspectos biológicos, económicos y sociales (FERNÁNDEZ CORTÉS *et al.*, 1984, 1987a, 1987b) que deben ser tenidos en cuenta para que tanto la actividad como las poblaciones (en el caso que nos ocupa, de marisco) puedan mantenerse. Los estuarios de Mundaka (Urdaibai), Plentzia o Txingudi, presentan una explotación marisquera de las poblaciones de bivalvos que habitan los fondos blandos, centrada especialmente en la almeja fina (*Ruditapes decussatus*), que es explotada tanto por pescadores profesionales como por no profesionales, y que en cada uno de ellos genera una problemática diferente, tal y como se ha indicado en la Introducción.

GARCÍA-PLAZAOLA (1996) sostiene que una de las presiones más importantes a las que se encuentran sometidos algunos estuarios vascos es, precisamente, la presión marisquera (al menos en el año 1995, cuando se hizo el estudio). Según este autor, en los meses de septiembre y octubre (es decir, en parte cuando aún no está abierta la veda) del año en que hizo el estudio, la presencia de mariscadores en la parte interna del estuario de Urdaibai tenía un máximo de 8 personas en las horas centrales del día, los días laborables, y hasta 25 los festivos. Esto indica que en plena temporada de marisqueo la presión se podía multiplicar por cuatro o cinco.

En 1988 BORJA (1989, 1991) constató una situación penosa de los recursos marisqueros en dos de los tres estuarios que estudió (Txingudi y Mundaka, frente a Zumaia). Según PÉREZ IGLESIAS y NAVARRO (1995), la biomasa que BORJA (1989) encontró en 1988 en el estuario de Mundaka era más baja de la esperable en un estuario como éste. Una vez descartado el efecto de posibles restricciones nutricionales, tras realizar estos autores un estudio fisiológico, se decantaron por dos posibles causas que explicarían el fenómeno: Una mayor mortalidad natural que en otros estuarios o una intensa actividad marisquera. A la vista de los datos aportados por GARCÍA-PLAZAOLA (1996) parece que esta última era la causa más probable para los años del estudio.

A partir de estos estudios, y de los datos aportados por Inspección Pesquera, en dichos años se observó que existía una sobreexplotación de los recursos de ambos estuarios, haciendo que la talla de recolección fuera muy baja, en la mayor parte de los casos inferior al límite legal. Esto provocó una problemática bastante aguda relacionada con el permiso o la prohibición de mariscar, que llegó a conflictos puntuales coincidiendo con el final de la veda.

Por otro lado, unido a la problemática del daño producido al recurso y del consecuente daño indirecto a las aves (GARCÍA-PLAZAOLA, 1996), también se da una problemática generada por el consumo de moluscos en áreas conceptuadas legalmente como de depuración del marisco para poder consumirlo, como son Mundaka y Plentzia, o áreas cerradas al marisqueo, como Txingudi (BORJA *et al.*, 1999; SOLAUN *et al.*, 2001). A partir del verano de 1997 se incrementaron las medidas de

control por parte de la Inspección Pesquera, poniendo carteles que anunciaban las zonas autorizadas o no para el marisqueo, en función de la calidad de las aguas, y que previamente son declaradas anualmente por el *Boletín Oficial del País Vasco*.

Este control ha ido a la par de una mejor ordenación del marisqueo, lo que ha permitido, en el caso de Mundaka, tender a una profesionalización del sector. Así, los pasos dados con posterioridad al mencionado estudio de GARCÍA-PLAZAOLA (1996), hicieron que los *stocks* de este estuario determinados en 1998-1999 por BORJA y BALD (2000), se recuperaran de manera evidente respecto de la lamentable situación de 1988. A partir de entonces, y según se ha podido constatar en este trabajo, la situación se ha mantenido con cierta estabilidad, permitiendo la realización de una actividad marisquera de forma sostenible, con una regulación adecuada a la biomasa disponible, y con la ayuda de la labor de vigilancia que han desarrollado Inspección Pesquera y Ertzaintza.

De hecho, si ahora se calcula la relación existente entre la superficie del estuario de Mundaka y la biomasa de bivalvos que soporta, se puede observar que se acerca al valor que teóricamente debiera tener según PEREZ IGLESIAS y NAVARRO (1995). Parece que la menor presencia de no profesionales en el área y una explotación más responsable en los últimos años, se ha traducido en un aumento de las poblaciones de aves invernantes en la ría (LANIUS, 1997). Además, la reducción de las molestias debidas al marisqueo, ha favorecido la estancia de algunas especies, siendo el caso más importante el de la espátula (*Platalea leucorodia*), que permanece más tiempo en la marisma, lo cual le permite un mejor abastecimiento de recursos energéticos para sus viajes migratorios (GARCÍA-PLAZAOLA, 1996).

En el caso del estuario de Mundaka hay que destacar también la importante función que sin duda juega la zona de Txatxarramendi en el mantenimiento del *stock*. Esta zona, en donde está prohibido el marisqueo por la mala situación sanitaria que soporta (incluso tras el reciente desvío de los vertidos, la concentración de coliformes fecales en moluscos superaba los 7.200 por 100 ml en la primavera de 2001), representa la mitad del *stock* total. Allí las almejas actúan “irradiando” semilla al resto del estuario, sirviendo como una garantía del mantenimiento del *stock*, ya que al ser una zona muy pequeña, si la explotación fuera intensiva, la reducción del *stock* sería rápida. Este tipo de actuación, en el que se mantienen zonas de criadero, es muy utilizado en Japón para la gestión de los *stocks* pesqueros (NAKAGAWA, 1994).

A todo ello posiblemente ha contribuido también el desarrollo de un modelo para la gestión del recurso (en BORJA y BALD (2000) para Mundaka y en este trabajo para Plentzia), con objeto de simular las diferentes alternativas de explotación basándose en datos científicos de la población. Esto es lo que STERMAN (1988) denomina “un modelo con un objetivo claro”. RICHARDSON y PUGH (1981) explican que, desde el punto de vista de la dinámica de sistemas, un modelo se desarrolla para resolver una batería de preguntas y su propósito u objetivo debe guiar su formulación. Las preguntas que el modelo aquí desarrollado trata de resolver son las que nos

hacíamos en la Introducción de este trabajo y que han sido tratadas en el apartado correspondiente de los Resultados.

Sabemos (y lo decíamos en un informe anterior: BORJA y BALD, 2000) que el modelo presentado aquí hace importantes asunciones: los valores iniciales de algunas variables y niveles (mortalidad natural, área ocupada por la especie, etc.), no cambian con el tiempo; la posible influencia del medio ambiente sobre la variabilidad de la población está incluida en la mortalidad natural (que se considera invariante a lo largo del tiempo); .....

Sin embargo, a pesar de todos estos “inconvenientes” los resultados del modelo aquí obtenidos muestran una imagen muy aproximada de la pesquería real, tal y como sucedía en Mundaka (BORJA y BALD, 2000). La autorregulación<sup>4</sup> en el número de pescadores ha podido ser detectada tanto en la realidad de la pesquería de Plentzia como en el modelo, cuando la biomasa *in situ* no es suficiente para obtener un beneficio. Esto mismo se da en el marisqueo profesional intensivo que se produce en Galicia, tanto para el berberecho como para la almeja (FERNÁNDEZ CORTÉS *et al.*, 1987a, 1987b). Los datos sugieren que la regulación en el número de los pescadores, y la limitación del marisqueo en Plentzia de octubre a diciembre, hecha los últimos años, ha incrementado la biomasa y la cosecha hasta los valores obtenidos aquí. Por otro lado, el modelo muestra que la situación de baja biomasa puede volver si se produce un incremento de pescadores, lo que haría reducir el *stock*, la biomasa y, consecuentemente, la cosecha, hasta menos de la mitad de lo que hay actualmente (en el caso de duplicar el esfuerzo pesquero). Esto coincide con lo que sucede en el marisqueo en Galicia, donde se observa que reducciones en el esfuerzo pesquero del 23% producen incrementos del rendimiento del 30%, mientras que aumentos del esfuerzo reducen el rendimiento (FERNÁNDEZ CORTÉS *et al.*, 1987b).

Cuando se comparan los resultados obtenidos a partir de las diferentes medidas simuladas por el modelo (Tabla 6), se puede observar que la medida que más beneficios reporta es la que reduce el número de mariscadores actual a la mitad (es decir 20), para luego ir incrementando el número en años sucesivos, pero siempre en un número inferior al actual. Esto proporcionaría un rendimiento de casi 24 kg·mariscador<sup>-1</sup>·mes<sup>-1</sup>, aunque lógicamente tiene un coste social, que debería ser abordado mediante cupos o turnos. El rendimiento que podría llegar a obtenerse siempre va a estar lejos del producido en Galicia (unos 3,4 kg·día<sup>-1</sup>, según FERNÁNDEZ CORTÉS *et al.*, 1987a), debido a la mayor productividad de las rías gallegas.

La medida que produce el segundo mejor rendimiento es aquella en la que se establece un periodo de capturas limitado a octubre y con 40 mariscadores el primer año, que podrían aumentarse en años posteriores. Esto generaría un rendimiento de 19 kg·mariscador<sup>-1</sup>·mes<sup>-1</sup>, pero sólo durante un mes al año.

---

<sup>4</sup> Entendida como una reducción del número de mariscadores de manera autónoma, cuando el rendimiento del recurso decae.



DATOS OBTENIDOS	ACTUAL	REGULANDO							AUMENTANDO				DISMINUYENDO
		EL NUMERO MARISCADORES				EL PERIODO DE CAPTURA			LA BIOMASA MINIMA		LA SUPERFICIE		LA TALLA MINIMA
		- 50%	+ 50%	+ 75%	+ 100%	Oct	Oct-Ene	May-Sept	60 g	80 g	10%	20%	> 21 mm
Stock (t)	2,71	5,2	1,79	1,47	1,21	5,7	2,05	1,37	6,08	7,7	3,1	3,7	0,7
Biomasa (g·m <sup>-2</sup> )	47,9	92,9	31,6	26,0	21,4	101,1	36,3	24,2	107,5	135,6	50,5	54,6	13,0
Mariscadores al principio (n°)	42,7	41,3	42,2	40,5	38,3	86,1	32,3	7,8	88,8	110,4	45,8	49,4	11,7
Media mariscadores en el periodo (n°)	29,3	28,1	29,0	28,1	26,9	86,1	23,1	11,1	58,9	67,8	31,1	33,6	8,6
Total mariscadores en el periodo (n°)	87,8	84,4	86,9	84,2	80,8	86,1	69,4	33,4	117,8	135,5	93,3	100,7	25,9
Capturas (kg·año <sup>-1</sup> )	966	2010	643	549	477	1636	923	312	1779	233,4	1233	1482	214
Rendimiento (kg·mariscador <sup>-1</sup> ·mes <sup>-1</sup> )	11	23,8	7,4	6,5	5,9	19	13,2	9,3	15,1	17,2	13,2	14,7	8,3

Tabla 6: Resultados obtenidos a partir de la simulación de diferentes medidas de gestión del *stock* de almejas de Plentzia. Con los datos obtenidos al estabilizarse el resultado, se ha calculado el rendimiento obtenido por cada medida de regulación, teniendo en cuenta las capturas que se darían por cada mariscador y por cada mes de capturas autorizado.

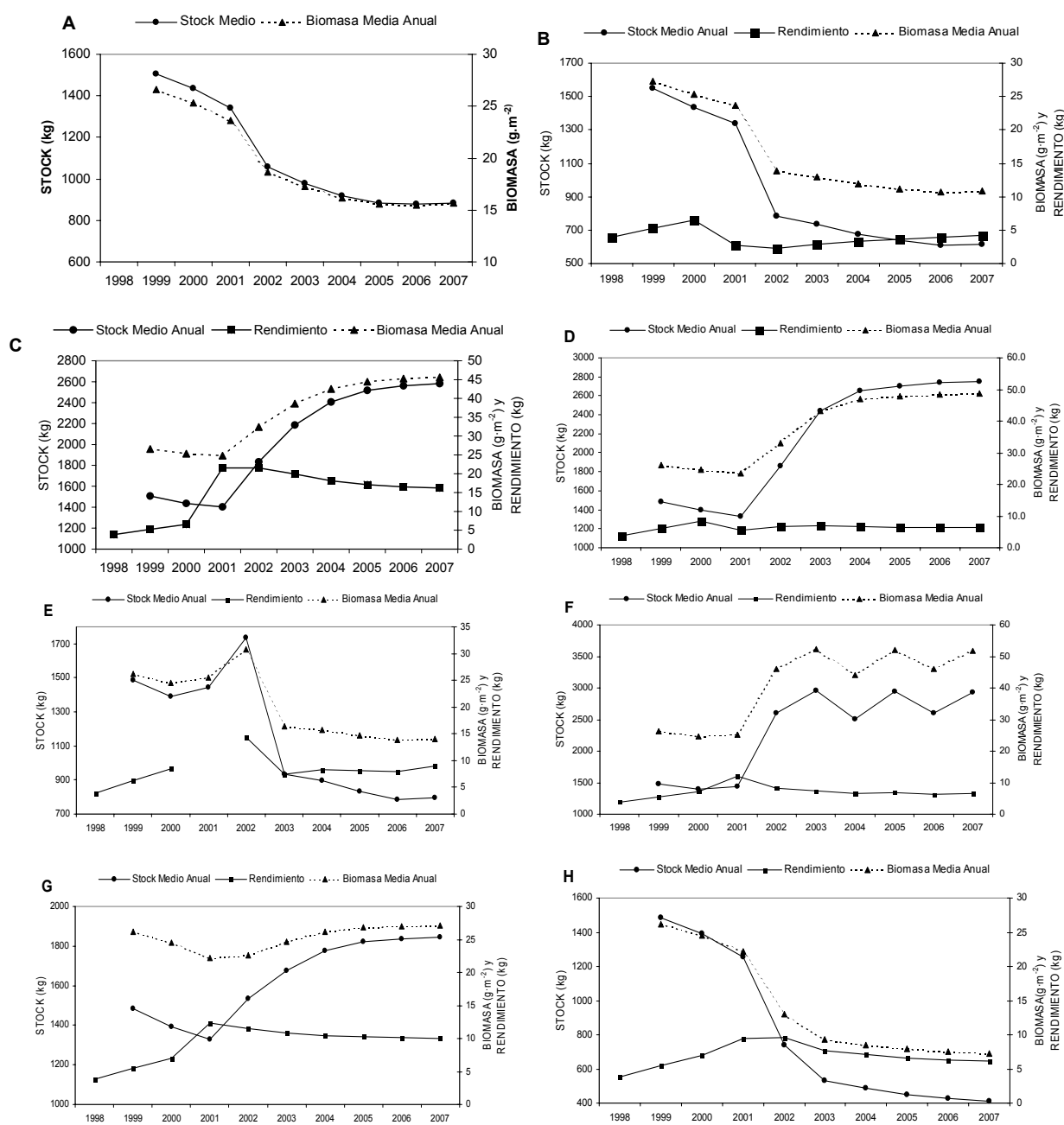
La tercera medida con mejor rendimiento es la que trata de alcanzar una biomasa mínima sostenible de  $80 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , puesto que el rendimiento que se llegaría a alcanzar sería de  $17,2 \text{ kg}\cdot\text{mariscador}^{-1}\cdot\text{mes}^{-1}$ , para una media de 68 mariscadores. Ahora bien, esto supone una reducción (o eliminación) de esfuerzo pesquero durante varios años que también tiene unos costes sociales, puesto que habría que prohibir el marisqueo un año, el segundo permitir sólo 2 meses a 28 mariscadores, etc., no pudiendo volver a mariscar mas que en octubre y noviembre. Además, técnicamente sería difícil de conseguir, ya que es posible que al haber más recurso disponible la “tasa de encuentro” de la almeja aumente (tal y como sucede en Mundaka).

La cuarta medida se refiere también al mantenimiento de una biomasa mínima (en este caso de  $60 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ), que aportaría un rendimiento de  $15 \text{ kg}\cdot\text{mariscador}^{-1}\cdot\text{mes}^{-1}$ , para una media de casi 59 mariscadores. Para ello se debería reducir la temporada de capturas y el número de mariscadores, siendo el primer año sólo en octubre (y tres mariscadores) y posteriormente en octubre-noviembre (con menos de 30 mariscadores de media).

En el caso de las actuaciones que conllevan siembra, tratando de incrementar la superficie de almeja y su rendimiento, sería preciso hacer un estudio de costes económicos, ya que el incremento del rendimiento no es muy elevado, al pasar de 11 a 13 o  $15 \text{ kg}\cdot\text{mariscador}^{-1}\cdot\text{mes}^{-1}$ , dependiendo de la superficie sembrada.

En el lado contrario, es decir, medidas que de adoptarse provocarían un retroceso en el rendimiento obtenido, se encuentran todas aquellas que modifican las normas actuales de marisqueo, bien sea por incremento o modificación de la época de marisqueo, incremento en el número de mariscadores o reducción de la talla legal de captura (Tabla 6). En todos los casos se pone en verdadero peligro la continuidad de esta actividad en el estuario de Plentzia.

En este sentido, en la Figura 50 se visualizan bien estas alteraciones. En todas las figuras la actuación propuesta se lleva a cabo en el año 2001, viéndose como el sistema reacciona progresiva (p. ej. cuando se disminuye el número de mariscadores un 50%, Figura 49c, o cuando se incrementa la superficie del *stock* mediante siembra, en la Figura 49g) o extremadamente brusca (p. ej. cuando se cambia la época de capturas a los meses reproductivos, Figura 49e, cuando se baja la talla de primera captura, Figura 49h, o cuando se incrementa el número de mariscadores, Figuras 49a y b). En otros casos, resulta curioso que, aunque se dé una recuperación del *stock* y la biomasa, no haya un incremento del rendimiento en las capturas (p. ej. cuando se limitan las capturas a octubre, Figura 49d, o cuando se quiere mantener una biomasa mínima sostenible, Figura 49f). Resulta también ilustrativo para los mariscadores, saber que cuanto más pequeñas se recojan las almejas (p. ej. autorizando una talla menor, Figura 49h), el rendimiento irá disminuyendo progresivamente.



**FIGURA 50:** Simulación de la evolución del *stock* y la biomasa de almeja en Plentzia, así como del rendimiento conseguido por los mariscadores, a partir de diversas actuaciones que pudieran adoptarse en el año 2001: a) incremento del número de mariscadores en un 50%; b) incremento de los mariscadores en un 100%; c) disminución del número de mariscadores en un 50%; d) limitación del periodo de capturas a octubre; e) cambio del periodo de capturas a mayo-septiembre; f) decisión de mantener una biomasa mínima sostenible de 60 g.m<sup>-2</sup>; g) incremento de la superficie ocupada por almeja en un 20%, mediante siembra; h) disminución de la talla de primera captura de 40 a 21 mm.

El modelo que aquí se presenta puede y debe ser mejorado en el futuro (de hecho también se ha mejorado respecto al desarrollado para Mundaka), incorporando nuevas relaciones como: la influencia de una mayor vigilancia sobre los pescadores; influencia del medio ambiente; efecto del crecimiento; etc. Sin embargo, actualmente los resultados del modelo son razonablemente reproducibles, como STERMAN (1988) estipula con objeto de validar un modelo, siendo el comportamiento marisquero muy similar al descrito por FERNÁNDEZ CORTÉS *et al.* (1984) en Galicia. Quizá los números que se obtienen a través de la simulación no sean exactamente los que se obtendrían en caso de realizar las diferentes actuaciones, pero las relaciones entre ellos sí que se mantendrán, de manera que es posible decir cuáles son las mejores actuaciones y cuáles las peores. Por tanto, los resultados de este modelo deben ser tomados como una orientación o guía sobre las actuaciones a realizar, nunca como que dicho resultado vaya a ser obtenido exactamente como se indica. No se debe olvidar que hay un margen de ajuste del 5 al 15% y se intenta predecir un sistema dinámico a través de un modelo que aunque es dinámico no permite, por ahora, cambios en el tiempo de determinadas variables que influyen en la gestión, si bien se sigue trabajando en su mejora.

Esto permite obtener una interesante aproximación a la gestión de una actividad minoritaria en el País Vasco. Esta poca importancia económica impide que la Administración destine grandes cantidades de dinero a la investigación, por lo que la aproximación al problema a través de la modelización facilita la consecución de buenos resultados a un coste relativamente bajo.



## 5.- CONCLUSIONES

Respecto a la situación de los recursos:

- Las medidas adoptadas en los últimos años (profesionalización del sector en Mundaka, reducción de la temporada de capturas en Plentzia, control y vigilancia de la actividad marisquera en ambos estuarios, etc.) ha contribuido a un incremento de los *stocks* de almeja en ambos estuarios, con respecto a la mala situación de finales de los años 80, produciendo también unos mejores rendimientos y el comienzo de una actividad sostenible y compatible con el mantenimiento del recurso marisquero.
- El *stock* veraniego de almeja en Mundaka se sitúa entre 11 y 12 t, mientras que en invierno está entre 6 y 8 t. En el caso de Plentzia los valores son de 2,7 a 3 t y 0,8 a 1,4 t, respectivamente. El alto valor invernal, obtenido en 2001 en ambos estuarios, puede ser debido a factores ambientales.
- Los *stocks* de berberecho en ambos estuarios son muy variables (2 a 7 t en invierno y 10 a 37 t en verano en Mundaka y 2 a 3 t en invierno y 3 a 4 t en verano en Plentzia), como corresponde a una especie con cierto carácter oportunista.

Respecto a la modelización de la explotación de almeja en Plentzia:

- Con la situación actual (capturas de octubre a diciembre, media de 30 mariscadores, etc.) el recurso parece tender a estabilizarse. Si se redujeran o eliminaran las capturas de talla inferior a la legal la situación podría mejorar bastante, si no a medio plazo habría que reducir el esfuerzo (es decir el número de mariscadores).
- Cuando se modifican las variables de entrada al modelo, la medida que más beneficios reporta es la que reduce el número de mariscadores actual a la mitad, para luego ir incrementándolo en años sucesivos, pero siempre en un número inferior al actual. Esto duplicaría el rendimiento actual, aunque lógicamente tiene un coste social, que debería ser abordado mediante cupos o turnos.
- El establecimiento de un periodo de capturas limitado a octubre y con 40 mariscadores el primer año, que podrían aumentarse en años posteriores, es la medida que produce un segundo mejor rendimiento.
- El tratar de alcanzar una biomasa mínima sostenible (de 60 u 80  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) también produce buenos rendimientos, pero supone una reducción (o eliminación) de esfuerzo pesquero durante varios años que también tiene unos costes sociales, puesto que habría que prohibir el marisqueo un año, el segundo permitir sólo 2 meses a 28 mariscadores, etc., no pudiendo volver a mariscar mas que en octubre y noviembre. Además, técnicamente sería difícil de conseguir, ya que es posible que al haber más recurso disponible la “tasa de encuentro” de la almeja aumente (tal y como sucede en Mundaka).

- En el lado contrario, es decir, medidas que de adoptarse provocarían un retroceso en el rendimiento obtenido, se encuentran todas aquellas que modifican las normas actuales de marisqueo, bien sea por incremento o modificación de la época de marisqueo, incremento en el número de mariscadores o reducción de la talla legal de captura. En todos los casos se pone en verdadero peligro la continuidad de esta actividad en el estuario de Plentzia.
- Una medida que quizá pudiera ser interesante para las características del marisqueo en Plentzia podría ser la siembra de semilla de almeja fina comprada en un criadero, tratando de incrementar la superficie de almeja y su rendimiento. Para ello sería preciso hacer un estudio de costes económicos, ya que el incremento del rendimiento no es muy elevado, al pasar de 11 a 13 o 15 kg.mariscador<sup>-1</sup>.mes<sup>-1</sup>, dependiendo de la superficie sembrada.
- Por último, hay que recordar que el modelo de explotación presentado en el presente trabajo se encuentra validado y diseñado para el estuario de Plentzia por lo que es aplicable única y exclusivamente para el citado estuario.

---

## 6.- REFERENCIAS

- BORJA, A. 1989. *Estudio de las comunidades de moluscos de las rías de Euskadi*. Inf. Téc. Gobierno Vasco, 24: 45 pp.
- BORJA, A. 1991. "Estudio de los moluscos bivalvos de las rías de Zumaya y Mundaca (País Vasco, N de España) y de sus comunidades". *Iberus* 10(1): 83-103.
- BORJA, A.; V. PEREZ y J. FRANCO, 1999. *El seguimiento en la calidad de aguas para cultivo de moluscos y marisqueo en el País Vasco (1990-1998)*. Inf.Téc,Gob.Vasco 84: 87 pp.
- BORJA, A. y J. BALD, 2000. *Estado de los recursos marisqueros del País Vasco en 1998-1999 (con especial atención a almeja y berberecho)*. Inf.Téc.Gob. Vasco 86: 78 pp.
- FERNÁNDEZ CORTÉS, F.; X.M. ROMARÍS; J.P. PAZO y E.R. MOSCOSO, 1984. Análisis de la explotación de moluscos bivalvos en la ría de Vigo. I Producción comercial de almeja babosa *V. pullastra* (Mont) del banco de Bao, controlado por la lonja de Canido, durante las campañas 1979-80 y 1980-81. *Act. I Semin. Cien. Mar. Rías Gal. Cuad. Área Cien. Mar.* 1: 509-526.
- FERNÁNDEZ CORTÉS, F.; E.R. MOSCOSO y J.P. PAZO, 1987a. Análisis de la explotación de moluscos bivalvos en la ría de Vigo. II Discusión sobre la producción comercial de moluscos. *Cuad. Marisq. Publ. Téc.* 9: 121-136.
- FERNÁNDEZ CORTÉS, F.; J.P. PAZO y E.R. MOSCOSO, 1987b. Análisis de la explotación de moluscos bivalvos en la ría de Vigo. III Aportes al conocimiento del esfuerzo de pesca sobre moluscos bivalvos. *Cuad. Marisq. Publ. Téc.* 9: 137-151.
- GARCIA, F., 1993. « Interprétation des stries valvaires pour l'évaluation de la croissance de *Ruditapes decussatus* L ». *Oceanol. Acta* 16(2): 199-203.
- GARCÍA-PLAZAOLA, J.L. 1996. *Estudio de la avifauna acuática de la ría de Urdaibai: análisis crítico*. Memoria de beca. Dpto. Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco, 134 pp.
- GONZÁLEZ, R. y A. PÉREZ CAMACHO, 1984. El berberecho, *Cerastoderma edule* (L.) de Carril (Ría de Arosa) II: Reclutamiento, crecimiento, mortalidad natural y producción. *Actas IV Simp. Ibér. Est. Bent. Mar.*, Lisboa, II: 223-244.



- IGLESIAS, J.I.P.; A. LARRAÑAGA y E. NAVARRO, 1987. Crecimiento y rendimiento neto del crecimiento en una población del berberecho (*Cerastoderma edule*) de la ría de Mundaca (Vizcaya). *Cuad. Marisq. Publ. Téc.* 9: 87-98.
- LANIUS, 1997. *Evolución de la comunidad de aves acuáticas en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai*. Informe Inédito, Dept. Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco, 112 p.
- NAKAGAWA, Y., 1994. Resource management of Japanese littleneck *Tapes philippinarum* on propagation grounds in Notsuke Bay of eastern Hokkaido. *Fish. Eng. Japan Suisan Kogaku* 31(2):127-132.
- NAVARRO, E.; A. LARRAÑAGA y J.I.P. IGLESIAS, 1987. Esfuerzo reproductor y coste metabólico de la reproducción en una población de berberecho, *Cerastoderma edule* (L.), de la Ría de Mundaca (Vizcaya). *Cuad. Marisq. Publ. Téc.* 9: 79-86.
- PEREZ-CAMACHO, A. 1979. "Biología de *Venerupis pullastra* (Montagu, 1803) y *Venerupis decussata* (Linne, 1767) (Mollusca, Bivalvia), con especial referencia a los factores determinantes de la producción". *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 5: 43-76.
- PÉREZ IGLESIAS, J.I. y E. NAVARRO, 1995. "Papel de los bivalvos en la ría de Mundaca y análisis de los factores que afectan al crecimiento y reproducción de *Cerastoderma edule*." En: *Reserva de la Biosfera de Urdaibai: investigación básica y aplicada*. Serv. Central Publicaciones, Gobierno Vasco, 113-116.
- RICHARDSON, G.P. y A.L. PUGH, 1981. *Introduction to system dynamics modeling with Dynamo*, Portland, OR: Productivity Press.
- SOLAUN, O.; A. BORJA y J. FRANCO, 2001. *El seguimiento en la calidad de aguas para cultivo de moluscos y marisqueo en el País Vasco (1990-2000)*. Inf.Téc,Gob.Vasco 90: 94 pp.
- STERMAN, J.D. 1988. "A Skeptic's Guide to Computer Models". In: *Foresight and National Decisions: The Horseman and Bureaucrat*. Lindsey Grant Ed., University Press of America.
- URRUTIA, M.B., I. IBARROLA, J.I.P. IGLESIAS y E. NAVARRO, 1999. Energetics of growth and reproduction in a high-tidal population of the clam *Ruditapes decussatus* from Urdaibai estuary (Basque Country, N. Spain). *J. Sea Res.* 42: 35-48.