Inv. Pesq.	47 (1)	Págs. 57-75	junio 1983

Variabilidad ecomórfica del mejillón silvestre y cultivado en España (Gén. *Mytilus*) y relación con su posición sistemática *

A. FIGUERAS y A. J. FIGUERAS

Instituto de Investigaciones Pesqueras de Vigo.
Muelle de Bouzas. Vigo.

Palabras clave: Ecomorfismo, mejillón, *Mytilus (edulis, galloprovincialis)*.
Key words: Ecomorphism, mussel, *Mytilus (edulis, galloprovincialis)*.

RESUMEN: Algunos taxónomos discuten si *M. galloprovincialis* es una especie, o una subespecie de *M. edulis*; en el presente trabajo, los autores han examinado varios caracteres morfológicos, así como el color del borde del manto y los índices conquiométricos, y encuentran que el mejillón de las costas españolas, tanto el cultivado como el silvestre, presenta muchos de los caracteres de *M. galloprovincialis*; no obstante, en el mejillón cultivado, los caracteres propios de *M. edulis* se encuentran en mayor proporción que en el silvestre.

También se observa que el mejillón silvestre de la costa nordeste mediterránea de España es muy parecido al del Cantábrico, siendo ambos típicamente *M. galloprovincialis*, mientras que el mejillón cultivado del noroeste de España (Atlántico) presenta caracteres mezclados de ambas especies o formas.

En todas las muestras se ha observado la existencia de individuos que no pueden adscribirse claramente a una de las dos formas, respecto de los cinco caracteres estudiados, y sólo en una muestra (Ampurias) todos los individuos tenían menos de tres dientes cardinales en la charnela.

Aunque la mayoría de los ejemplares estudiados presentan el borde del manto oscuro como corresponde a la forma *galloprovincialis*, la intensidad del tinte oscuro varía a lo largo del año siguiendo la luminosidad de la estación anual.

Para ejemplares de la misma talla, el índice H/L es siempre menor para la forma *edulis* que para la forma *galloprovincialis*.

SUMMARY: ECOMORPHIC VARIABILITY OF WILD AND CULTIVATED MUSSELS (*Mytilus*) AND THEIR SYSTEMATIC POSITION. — It is discussed among the taxonomists if *M. galloprovincialis* is a species or a subspecies of *M. edulis*; in the present paper, the authors have examined several morphological characters considered as peculiar for each species, and considering these characters, the mantle edge colour, as well as the conchiometric indexes, they find that the Spanish mussel (both the wild and the cultivated one) shows most of the characters of the *M. galloprovincialis*; however in the cultivated mussel *M. edulis* characters are found in a greater proportion than in the wild mussel.

It is also found that the wild Mediterranean Spanish mussel is very similar to the Cantabric one, and both are typical *M. galloprovincialis*, whilst the wild and cultivated mussels in the Northwestern Atlantic Spanish coast are intermediate forms between the typical *edulis* form (as those from Canada, Irelan and France) and *galloprovincialis* form (from Mediterranean and Cantabric coast of Spain).

In all the samples has been observed the existence of individuals with intermediate characters between the two mentioned forms, and only in one sample

* Recibido el 2 de julio de 1982.

(n.º 19, fig. 1: Ampurias) the number of cardinal teeth has been found to be less than three in all the individuals.

Although most of the Spanish mussels present a dark mantle edge as the *galloprovincialis* form, the darkness extension in the ventral edge of the mantle varies, in a similar way, according to the light intensity along the year.

For the same length, the H/L index is always lower for the *edulis* form than for the *galloprovincialis* one.

INTRODUCCIÓN

Varias veces se ha cuestionado en reuniones internacionales la identidad específica del mejillón que se cultiva en España, tanto en las costas del Mediterráneo como en las del Atlántico.

La mayoría de los autores españoles que, hasta ahora, han estudiado el mejillón lo han hecho desde puntos de vista diferentes al taxonómico, y siguiendo el criterio de HIDALGO (1917) han dado como perteneciente a la especie *edulis* todo el mejillón de las costas españolas y considerado a la especie *galloprovincialis* como un mero sinónimo de *edulis*. Lo mismo opina NOBRE (1938-1940) para el *Mytilus* de Portugal.

El autor que más y mejor ha estudiado el mejillón cultivado en nuestras aguas, ANDREU (1968), ya advierte que «la forma de la concha del mejillón de las rías gallegas se parece más a la concha del mejillón mediterráneo que a la de las costas francesas del Atlántico y del Norte de Europa». El mismo autor (ANDREU, 1976) dice que «el esclarecimiento del problema requerirá nuevas investigaciones».

Ha sido sobre todo el trabajo de LE PENNEC (1978), en el que aparece un mapa con la distribución de las especies de *Mytilus* en Europa, el que nos ha determinado a emprender este estudio, para determinar la distribución y grado de abundancia de las dos especies o formas en las costas españolas.

Para ello se ha hecho una revisión bibliográfica de los trabajos que sobre el tema se han publicado, tanto desde el punto de vista morfológico como genético, poniendo especial énfasis en los autores que han estudiado esta especie en las costas españolas.

Entre los autores de libros de sistemática malacológica, se observan dos tendencias: una la de los que recogen las especies dadas por otros autores sin entrar en la revisión sistemática de la especie que nos ocupa (PERRIER, 1954; ARRECGROS, 1965; TEBBLE, 1966; F.A.Q., 1973; LINDNER, 1977), y otra la de los que tienden a establecer nuevas formas, variedades, subespecies y especies (LOCARD, 1892; NORDSIECK, 1969).

Las afirmaciones sobre la existencia de una de las dos especies y su presencia o no en una localidad determinada se basan, bien en las diferencias existentes en los caracteres morfológicos, o bien en diferencias genéticas deducidas la mayoría por electroforesis de enzimas.

De entre los primeros concluyen que se trata de dos especies distintas: HEPPER (1957), SACCHI (1961), LEWIS & POWELL (1961), SACCHI & RENZONI (1962), RENZONI (1963), LEWIS & SEED (1969), SEED (1971), VERDUIN (1979), mientras que BOETTGER (1930) opina que se trata de dos ecoformas, variedades o razas. MARS (1965), BARSOTTI & MERLUCCI (1968), LUBET (1976) y LE PENNEC (1978) consideran que *M. galloprovincialis* está aún en proceso de especiación. LE PENNEC (1978) ha estudiado la génesis larvaria y postlarvaria de ambas formas, igual que hicieran LUTZ & HIDU (1979) para *M. edulis* y *Modiolus*.

SEED (1968, 1969, 1969 a, 1969 b, 1971, 1972, 1975), así como SEED & BROWN (1975), ha hecho estudios muy detallados sobre los factores que influyen en la forma de la concha, así como estudios bioquímicos y fisiológicos que le permiten distinguir taxonómicamente el *Mytilus edulis* del *M. galloprovincialis* del SO de Inglaterra.

WALLACE (1980), al estudiar el crecimiento de diferentes poblaciones de mejillón en Noruega, presenta fotografías de conchas que por su aspecto recuerdan los tres tipos de *M. edulis, M. galloprovincialis* y *M. galloprovincialis* var. *uncinata* (letra *e* de la figura 2 del presente trabajo).

Entre los autores que consideran el aspecto genético por el estudio de la electroforesis de enzimas, algunos como GOSLING & WILKINS (1977 y 1981) y BISIGNANO *et al.* (1980) consideran que son dos especies distintas, mientras que LASSEN & TURANO (1978) y GARTNER-KEPKAY *et al.* (1978) llegan a la conclusión de que por lo menos hasta F_1 existe hibridación.

Los autores que han revisado la especie en la península Ibérica son principalmente: HIDALGO (1917), quien considera que la especie *galloprovincialis* es sinónima de *M. edulis*, y NOBRE (1938-1940), que opina que existen diferentes tipos difíciles de distinguir en cada individuo. ANDREU (1968), aunque estudia otros aspectos, observa que el mejillón de las rías gallegas se parece más al del Mediterráneo que al del Atlántico del N de Europa, mientras que SALDANHA (1974-1979) se inclina por la existencia de las dos especies en Portugal. HERNÁNDEZ & JIMÉNEZ (1971) y MONTERO (1971) señalan las dos especies.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las localidades muestreadas se indican en el mapa de la figura 1 y las características de las muestras vienen en los cuadros I y II.

Se han estudiado 17 muestras de mejillón silvestre (733 ejemplares) y 6 de mejillón cultivado (338 ejemplares): en total 1994 conchas; las muestras provienen tanto de lugares muy expuestos como semiexpuestos o abrigados; de sitios donde predomina la forma *edulis* y de otros donde la más abundante es la *galloprovincialis*.

Las conchas se han limpiado con sosa al 10 % durante 24 horas para eliminar el periostraco de la región que circunda la meseta cardinal a fin de que quedaran bien visibles los dientes de la charnela, procurando no atacar

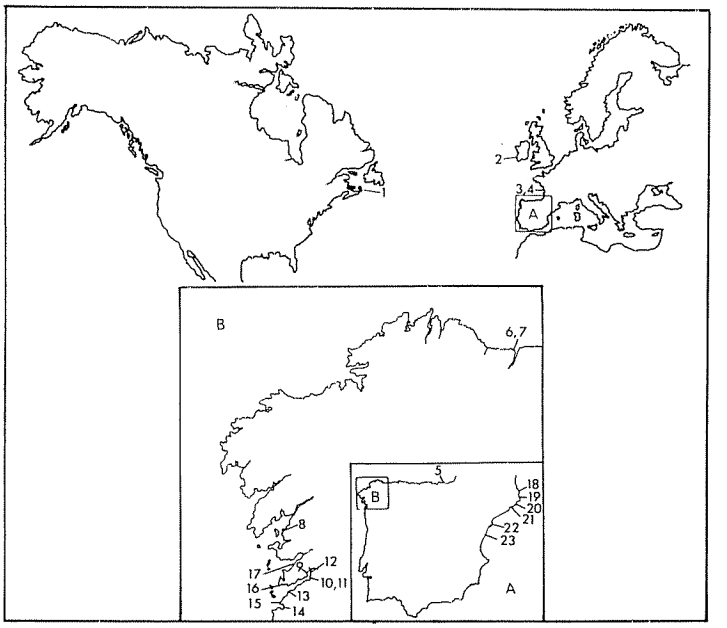

FIG. 1. — Mapa de las localidades donde se ha muestreado el mejillón. 1 = Canadá; 2 = Irlanda; 3-4 = Francia; 5 = San Sebastián; 6-7 = Ribadeo; 8 = Villagarcía de Arosa; 9 = Moaña; 10-11 = Sotojusto; 12 = Arcade; 13 = Cabo Estay; 14 = Bayona; 15 = Mte. Ferro; 16 = Barra; 17 = Placeres; 18 = Llançà; 19 = Empúries; 20 = Palamós; 21 = Mataró; 22 = Alcanar; 23 = Benicasim.

el resto de la concha. Una vez lavadas con agua y bien secas, se numeraban con un rotulador por la cara interna nacarada para, de esta forma, poder ambos autores hacer las observaciones independientemente por duplicado.

Para la observación de los detalles de la región cardinal y umbonal (caracteres a, b y c del cuadro II) se usó un microscopio binocular a unos 20 aumentos según la talla de la concha, que se iluminaba lateralmente por reflexión. Los caracteres morfológicos escogidos para determinar los fenotipos *edulis* o *galloprovincialis* se indican en el cuadro II.

La individualización de los diversos fenotipos resultantes de las combinaciones posibles de los caracteres morfológicos estudiados, se ha hecho siguiendo el método propuesto por VAN URK (1977), que en síntesis consiste en asignar a cada uno de los caracteres que los autores consultados consideran que definen a *M. galloprovincialis* el valor 0, y los valores 1, 2 y sucesivas potencias de 2 hasta 16, a los contrarios (*M. edulis*). La suma de los valores asignados a los cinco caracteres morfológicos de cada ejemplar o concha nos da un valor para cada fenotipo o combinación de caracteres. El fenotipo 0 sería el *M. galloprovincialis* puro y el 31 sería *M. edulis* puro.

CUADRO I

Localidades y características de las muestras del mejillón estudiado.

Mar	*Localización*		*Localidad*	*Clave*	*Fecha*	*S.*	*C.*	*Grado exposic.*			*Núm. ejempl.*
	País	*Región*						*Exp.*	*Semi.*	*Abri.*	*N*
ATLÁNTICO											
	Canadá		P. Edward Isl.	P.E.	04-01-80	.	×	.	.	.	16
	Irlanda		Killary Harbor	K.H.	08-09-77	.	×	.	.	×	4
	Francia		Bah. Aiguillón	b.p.	10-02-80	.	×	× (1)	.	.	119
			Bah. Aiguillón	b.g.	10-02-80	.	×	.	× (2)	.	140
	España	Cantábrico	S. Sebastián	s.s.	06-12-77	×	.	×	.	.	33
		»	Ribadeo	I	06-12-79	×	.	.	.	×	80
		»	Ribadeo	II	06-12-79	×	.	×	.	.	101
		Ría Arosa	Villagarcía	La+b	26-11-79	.	×	.	.	×	41
		Ría Vigo	Moaña	24	14-05-73	.	×	.	.	×	18
		»	Sotojusto	32a	30-11-73	×	.	.	.	×	10
		»	Sotojusto	32b	30-11-73	×	.	.	×	.	21
		»	Arcade	64	16-10-74	×	.	.	×	.	112
		»	C. Estay	52	20-05-74	×	.	×	.	.	52
		»	Bayona	10	13-04-72	×	.	×	.	.	50
		»	Mte. Ferro	54	04-06-74	×	.	×	.	.	34
		»	Barra	12	12-08-72	×	.	×	.	.	56
		Ría Pontevedra	Placeres	35	10-12-73	×	.	.	×	.	29
MEDITERRÁNEO											
	NE España	Gerona	Llançà	1a	07-73	×	.	.	×	.	30
		»	Ampúries	2a	»	×	.	×	.	.	11
		»	Palamós	$3s_1s_2$	»	×	.	.	×	.	43
		Barcelona	Mataró	4a	»	×	.	.	×	.	10
		Tarragona	Alcanar	5as	»	×	.	.	.	×	31
		Castellón	Benicasim	6s	»	×	.	.	×	.	30
					23 muestras	17	6	7	9	6	1071
											733S 338C

(1) Nivel alto.
(2) Nivel bajo

S. = Silvestre.
C. = Cultivado.

CUADRO II

Lista de caracteres morfológicos y cuantitativos.

Morfológicos			
a) 3 o menos dientes en la charnela	0	4 dientes o más en la charnela	1
b) El borde de la meseta cardinal forma un ángulo obtuso con el borde externo anterior	0	Forma ángulo recto o agudo	2
c) La zona de contacto del borde ventral con el extremo anterior forma un entrante o gancho	0	Forma un arco continuo sin gancho	4
d) Perfil transverso con la parte más ancha muy cerca del borde ventral	0	La parte más ancha del perfil transverso más cerca de la parte media	8
e) El borde ventral forma una curva cóncava o una línea recta	0	Forma una curva convexa	16

Cuantitativos (índices)	
1) Índice de altura a longitud de la concha	H/L
2) Índice de anchura a longitud de la concha	W/L
3) Índice de longitud del ligamento a la longitud de la concha	L_l/L
4) Índice del perímetro dorsal a la longitud de la concha	P_d/L
5) Índice de la altura al perímetro dorsal	H/P_d

La distribución de los fenotipos indicará si se presentan al azar, o bien asociados a determinadas condiciones ambientales, o si en la misma localidad se presentan ambos tipos mezclados o separados, y en qué proporción.

Como carácter cualitativo más distintivo en los tejidos del cuerpo, los autores señalan el color del borde del manto, que es claro en *edulis* (caramelo o paja) y azulado o púrpura en *galloprovincialis*. Este carácter no se ha podido estudiar en todas las muestras ya que de algunas sólo se poseían las conchas. Pero se ha podido seguir su variación estacional durante varios años en el mejillón cultivado de Moaña en la ría de Vigo. También se tienen datos de dicho color en una muestra de mejillón de Villagarcía de Arosa y otra de Ribadeo.

Los autores consultados en la bibliografía consideran que ciertos índices conquiométricos también distinguen a los dos tipos, por lo que se han tomado las siguientes medidas con un calibre hasta el milímetro más próximo:

Longitud: L (distancia en línea recta desde el extremo del umbo hasta el extremo posterior).

Altura: H (ídem entre la parte externa de la valva derecha y la izquierda estando el mejillón cerrado).

Long. ligamento: Li.

Perímetro dorsal: Pd (longitud del borde de la concha desde el extremo anterior del umbo hasta el extremo del borde posterior).

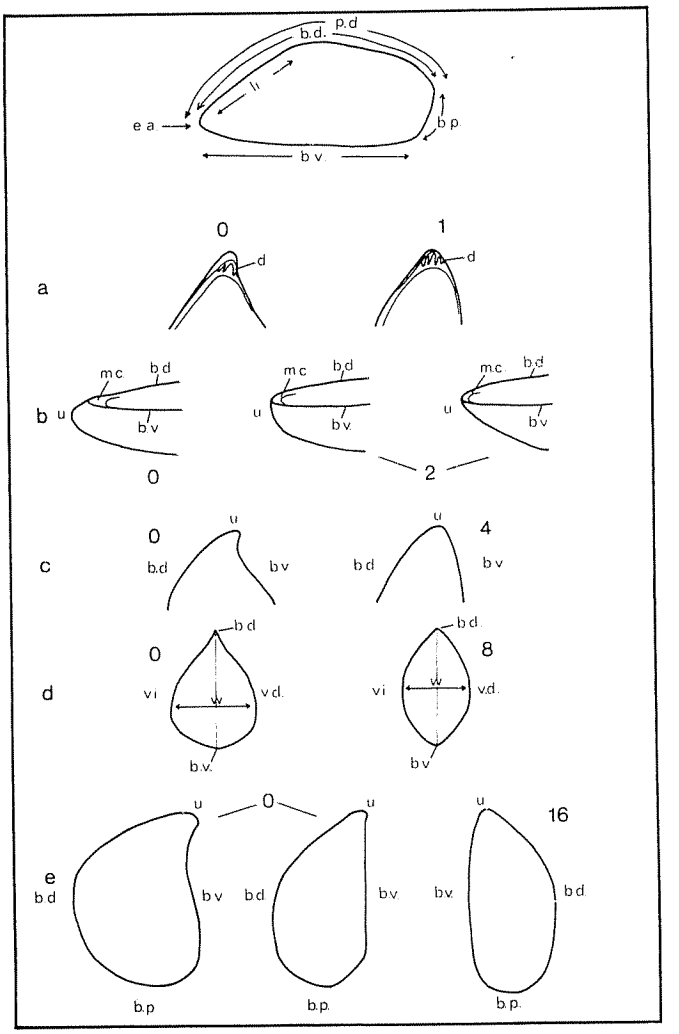

FIG. 2. — Esquema de la morfología externa de la concha del mejillón y de los caracteres morfológicos estudiados. b.v. = borde ventral; b.p. = borde posterior; b.d. = borde dorsal; e.a. = extremo anterior; li = ligamento; p.d. = perímetro dorsal; d = dientes de la charnela; m.c. = meseta cardinal; u = umbo; v.i. = valva izquierda; v.d. = valva derecha; w = anchura; a, b, c, d, e = caracteres estudiados; 0, 1, 2, 4, 8, 16 = valoración de cada carácter.

RESULTADOS

Para poder comparar los ejemplares de *Mytilus* (silvestre y cultivado) de las costas españolas (atlántica y mediterránea) con los *Mytilus edulis* de la bahía de Aiguillon en Francia, de Irlanda y del Canadá se han estudiado:

a) los caracteres morfológicos que se enumeran en el cuadro II;
b) el color del manto, y
c) los índices conquiométricos.

En el cuadro III se presenta la frecuencia relativa en cada muestra de los 5 caracteres morfológicos de la concha a que se hace referencia en el cuadro II, y en la figura 3, la distribución de los fenotipos por áreas, agrupando las localidades según su proximidad geográfica o afinidad ecológica.

En cuanto al color del borde del manto, se ha seguido la variación estacional de la extensión o magnitud del color claro en el borde ventral del manto, en una población de mejillón cultivado de Moaña para comparar lo mismo en las poblaciones silvestres de Ribadeo (fig. 4). Por último, se estudia la variación de los índices conquiométricos (fig. 7).

a) *Caracteres morfológicos*

Los datos del cuadro III indican que el número de dientes de la charnela no sirve para distinguir por sí solo a *M. edulis* de *M. galloprovincialis*, siendo muy significativo que hasta el mejillón de la bahía de Aiguillon (típicamente *edulis*) presente un porcentaje relativamente alto (21 %) de ejemplares con 3 dientes o menos en la charnela (característica de *M. galloprovincialis*). Por el contrario, en Sotojusto y Placeres se presenta un porcentaje notable de ejemplares con 4 o más dientes (alrededor del 60 %), cuando por los demás caracteres son más afines a *M. galloprovincialis*.

Para ver si el número de dientes variaba con la talla se ha trazado la gráfica de la figura 5, con el valor medio de dientes para cada talla de los mejillones cultivados en Aiguillon, Canadá y el Mediterráneo, encontrando que existe una ligera tendencia a aumentar con la talla, y apreciándose también que el número de dientes es menor para el mejillón del Canadá que para el mejillón francés (ambos *M. edulis*).

El mejillón del Mediterráneo (*M. galloprovincialis*) presenta —para la misma talla— un número medio de dientes menor que el *M. edulis* de Aiguillon.

Hechas las regresiones lineales y calculados los coeficientes de determinación (fig. 6), se obtienen unos resultados que demuestran que al nivel de significación de 0,005 existe dependencia lineal entre el número de dientes y la talla, tanto en el mejillón del Mediterráneo como en el de Aiguillon, y que aplicando el test de CHOW (1960) ambas regresiones no son confundibles.

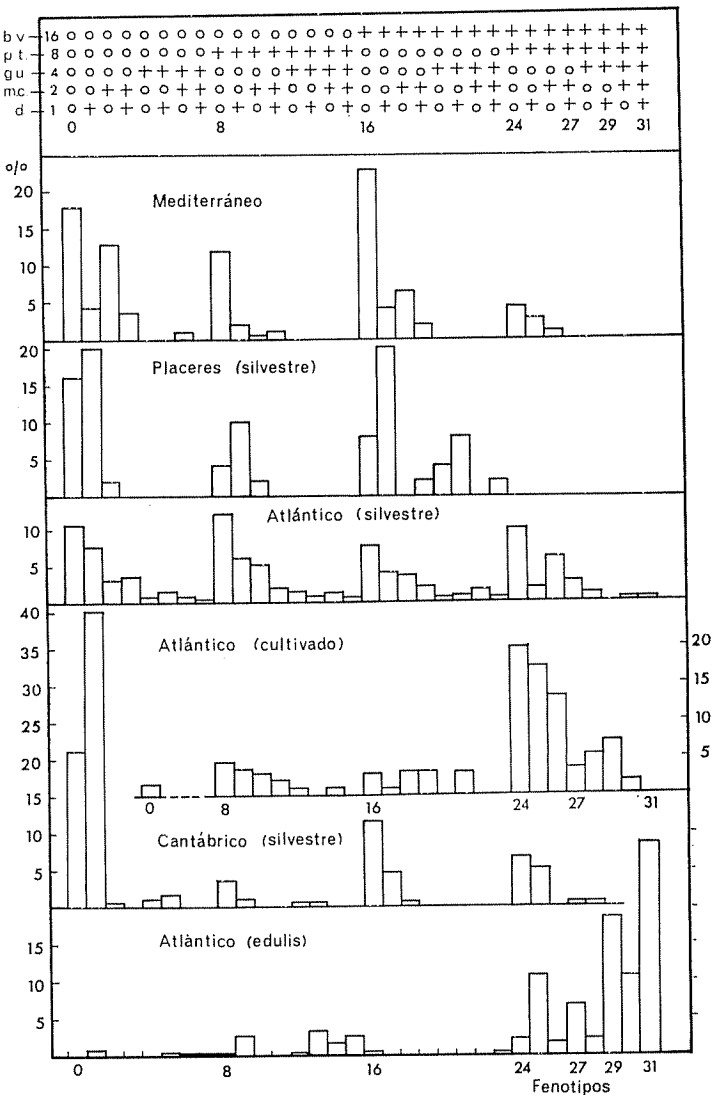

FIG. 3. — Distribución de frecuencias de los fenotipos de las regiones geográficas que se indican. En la parte superior de la gráfica se representan los 32 fenotipos cuya frecuencia se muestra en los histogramas. d = número de dientes (carácter a de la fig. 2); m.c. = ángulo de la meseta cardinal con el borde del extremo anterior (carácter *b* de la fig. 2); g.u. = gancho del umbo (carácter *c* de la fig. 2); p.t. = perfil transverso de la norma posterior (carácter *d* de la fig. 2); b.u. = borde ventral (carácter *e* de la fig. 2).

Las regresiones son: para Aiguillon $y = 2{,}84 + 0{,}045\,x$, con $r^2 = 0{,}976$; mientras que para el Mediterráneo es: $y = 2{,}35 + 0{,}016\,x$, con $r^2 = 0{,}035$ (siendo y el número de dientes y x la talla en milímetros).

En cuanto a la bondad de estos caracteres en lo que respecta a la seguridad de las lecturas por la claridad con que se presentan, tenemos que el porcentaje medio de lecturas dudosas de un total de 1071 ejemplares estudiados (1994 conchas) es de 23 %. Como dudosas se consideran aquellos ejemplares en los que las dos lecturas de los dos autores no coincidieron.

Por lo que respecta a la constancia con que cada uno de los caracteres se presenta en una u otra forma (*edulis* o *galloprovincialis*), se ha calculado, a partir de los datos del cuadro III, el porcentaje medio en que cada carácter se presenta en el total de localidades (cuadro IV), encontrando que en las localidades donde predominan los fenotipos de *M. edulis*, los caracteres más constantes son: el carácter *d* (perfil transverso de la norma posterior, cuadro II y fig. 2), con un porcentaje medio del 91 %; seguido del carácter *c* (ausencia de gancho en el umbo), con el 82 %. Mientras que los caracteres *e*, *b* y *a* (línea del borde ventral, ángulo de la meseta cardinal y el número de dientes), con porcentajes medios del 69 %, 66 % y 63 % respectivamente, presentan una mayor variabilidad.

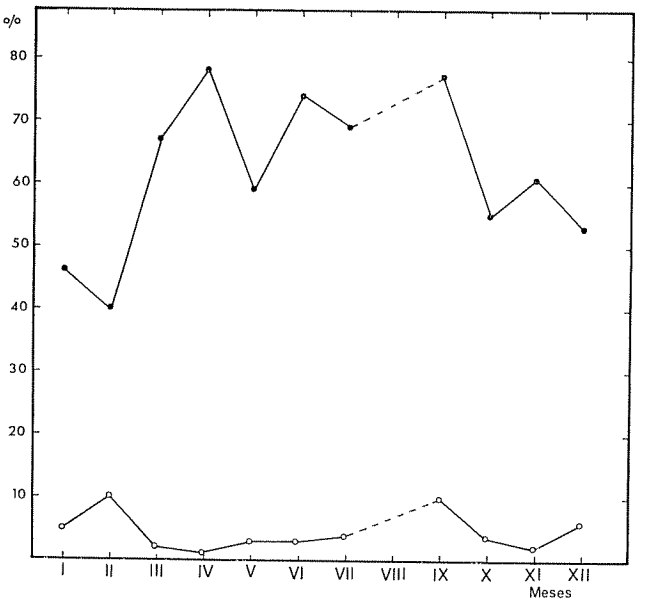

FIG. 4. — Variación estacional de la distribución de frecuencias relativas de los ejemplares que presentan el borde ventral del manto de color claro (círculos blancos) o de color oscuro (círculos negros).

En cambio, en aquellas localidades donde predomina *M. galloprovincialis*, los caracteres más frecuentes son: el *c* y el *b* (con el 91 % y 78 % de porcentaje medio), y los caracteres más fluctuantes: el *a*, *d* y *e* (con 66 %, 59 % y 54 % de porcentajes medios respectivamente).

Como se ve, el número de dientes (carácter *a*) no es un carácter fijo ni para una ni para la otra forma (63 %, 66 %), teniendo mayor fijeza la presencia de gancho en el umbo (carácter *e*, 82 % y 91 %).

Los datos del cuadro III son las proporciones de caracteres morfológicos en conjunto para cada muestra —independientemente de que pertenezcan o no al mismo individuo— y nos indican que sólo en alguna muestra todos los individuos de la misma presentan el mismo carácter, pero que no hay ninguna muestra en la que todos los individuos tengan todos los caracteres del mismo tipo (*edulis* o *galloprovincialis*).

En cambio, en la figura 3, en cuya parte superior están representadas las 32 combinaciones de caracteres, y en la parte media e inferior los histogramas de frecuencias relativas de cada fenotipo, agrupados según los casos por grandes áreas geográficas o localidades muy concretas (como, por ejemplo, Placeres, en la ría de Pontevedra), se puede ver que hay una proporción de individuos en las muestras, tanto individualizadas como agrupadas, que tienen todos los caracteres de uno de los dos tipos, junto con otros que poseen dichos caracteres mezclados.

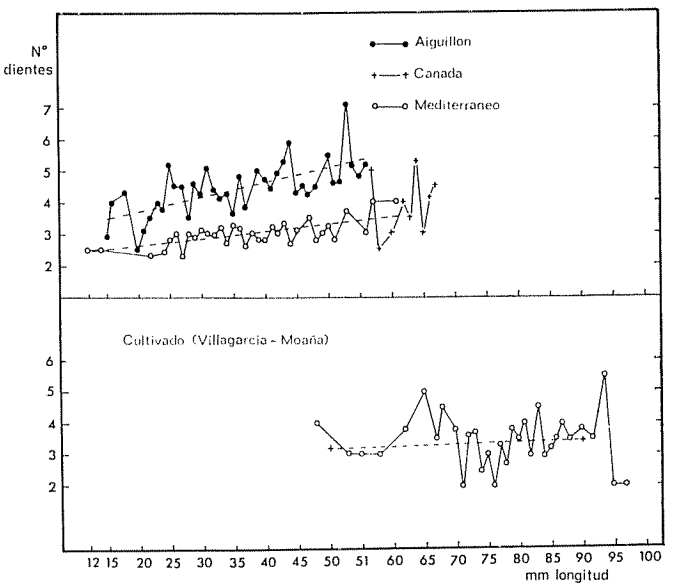

FIG. 5. — Variación del número de dientes con la talla en el mejillón de Aiguillón, Mediterráneo, Canadá y del cultivado de la ría de Vigo y de la ría de Arosa.

CUADRO III

Frecuencia relativa (%) de los caracteres morfológicos de *Mytilus* para cada localidad.

Localidad	*% a*			*% b*			*% c*			*% d*			*% e*			*F* con-chas	*F* ?	*Tallas* extre-mas mm	*Feno-tipos F*	*% 2ª e.*	*% 0 g.*
	0	*1*	*?*	*0*	*2*	*?*	*0*	*4*	*?*	*0*	*8*	*?*	*0*	*16*	*?*						
Canadá	34	64	3	22	78	—	—	100	—	19	81	—	63	37	—	32	0	46-47	10	75	25
Irlanda	63	26	13	25	75	—	13	87	—	13	87	—	38	62	—	8	2	57-63	6	75	25
Aiguillon b.p.	28	68	4	8	91	1	18	82	0,5	0	100	0	8	91	1	238	15	15-51	12	87	13
Aiguillon b.g.	14	76	10	79	20	1	40	60	0	3	97	0	16	84	—	280	13	36-62	15	61	39
S. Sebastián	48	34	18	94	0	6	75	18	7	88	0	12	97	3	0	33	14	41-59	8	10	90
Ribadeo I	19	64	17	100	—	—	100	—	—	100	—	—	95	2	3	160	5	21-59	5	14	86
Ribadeo II	69	20	11	74	2	24	66	4	29	54	43	3	32	61	7	195	145	28-47	17	30	70
Villagarcía	63	27	10	73	27	—	62	36	2	6	83	10	22	74	1	81	19	62-97	15	34	66
Moaña	41	41	18	59	38	3	96	3	1	26	71	3	25	72	3	68	19	48-96	15	48	52
Sotojusto a	33	66	—	100	—	—	83	17	—	67	33	—	88	12	—	18	0	21-44	12	35	65
Sotojusto b	48	51	1	80	12	8	93	5	2	38	55	7	83	17	—	42	8	18-47	11	29	71
Arcade	57	41	2	65	32	3	72	22	6	63	36	1	75	22	3	222	34	17-63	43	32	68
Cabo Estay	61	31	8	64	25	11	89	9	2	23	75	2	42	50	8	104	31	14-50	21	40	60
Bayona	85	15	0	88	6	6	80	14	6	32	68	0	30	70	—	50	6	21-69	13	35	65
Mte. Ferro	78	22	0	62	37	1	94	6	—	31	69	0	30	70	—	68	1	15-51	15	40	60
Barra	60	40	0	18	78	4	96	4	0	55	45	0	20	80	—	55	2	18-52	13	44	56
Placeres	39	61	—	91	7	2	96	4	0	65	26	9	54	42	4	57	8	49-75	13	29	71
Llançà	74	7	19	85	4	10	96	0	4	65	8	27	63	35	2	48	30	20-42	9	12	88
Empúries	100	0	0	91	9	0	95	0	5	95	0	5	36	64	—	22	2	33-48	2	29	71
Palamós	79	11	10	31	59	11	93	4	3	74	8	18	45	50	5	86	40	25-57	14	19	81
Mataró	74	21	5	68	16	16	90	0	10	50	0	50	50	50	—	20	16	26-44	4	27	73
Alcanar	70	30	0	85	7	8	92	3	2	32	42	26	51	49	—	62	22	12-47	10	23	77
Benicasim	62	29	9	82	13	5	96	0	4	33	36	31	71	29	—	45	18	24-57	7	22	78

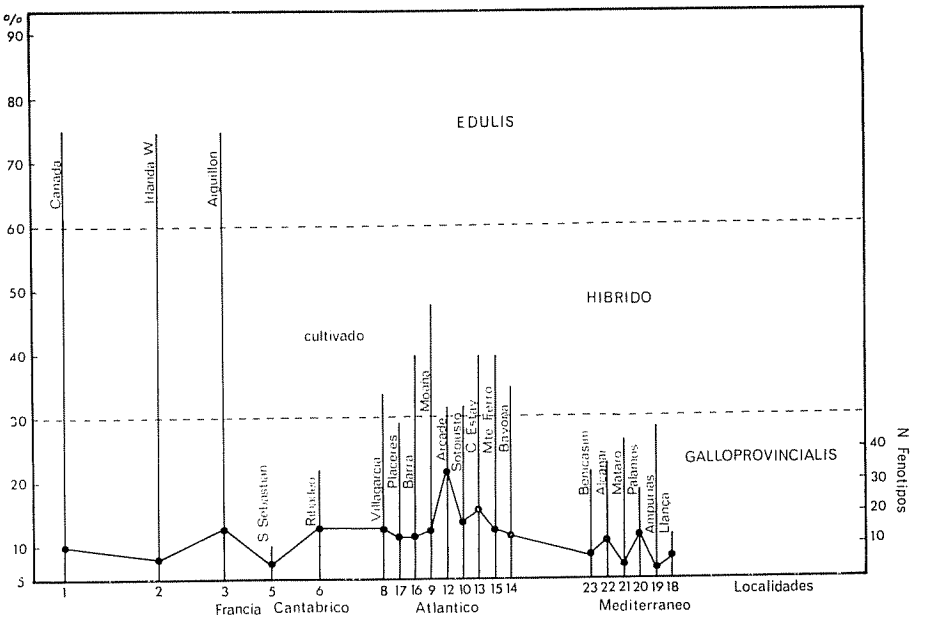

FIG. 6. — En histogramas lineales: distribución del porcentaje medio de caracteres de *M. edulis* que presenta cada muestra según los valores del cuadro III. — En la gráfica inferior (escala de la derecha): número de fenotipos de cada muestra o muestras de las localidades que se citan.

En el mejillón del Atlántico Norte (Canadá, Irlanda y Francia) abundan los fenotipos de *M. edulis* (31, 29, 27, 25), habiendo un 27 % de ejemplares que presentan todos los caracteres de *M. edulis* (31), mientras que en el Mediterráneo abundan más los fenotipos de *M. galloprovincialis* (0, 8, 16, 24), habiendo un 16 % de ejemplares que presentan todos los caracteres.

La distribución de frecuencias de fenotipos del mejillón silvestre del Atlántico y del Cantábrico es parecida a la del Mediterráneo, aunque el mejillón silvestre de Placeres (ría de Pontevedra) presenta mayor proporción de los fenotipos 1, 9, 17, que son individuos de *M. galloprovincialis* con un número de dientes de la charnela propio de *M. edulis* (cuatro o más). El mejillón del Cantábrico tiene un 40 % de ejemplares del fenotipo 1 (*M. galloprovincialis*, con cuatro o más dientes).

A fin de poder comparar la proporción de cada forma (*edulis* o *galloprovincialis*) que se presentan en las poblaciones estudiadas se ha calculado el porcentaje medio de caracteres propios de *M. edulis* que hay en cada población por separado, resultando que el mejillón del Atlántico (fig. 6) se separa en cuanto a grado de «edulización» del mejillón del Mediterráneo. Las poblaciones de San Sebastián y de Ribadeo están mucho menos «edulizadas» que las

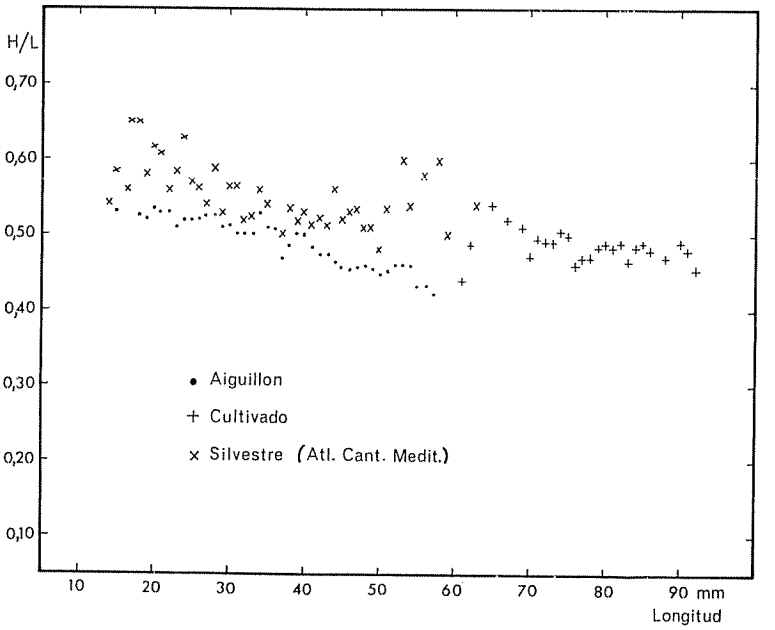

FIG. 7. — Variación del índice H/L con la talla. En puntos, mejillón cultivado de Aiguillon (Francia). En cruces, mejillón cultivado de la ría de Vigo. Las × para el mejillón silvestre de las costas españolas (atlántica, cantábrica y mediterránea).

poblaciones del Mediterráneo, lo cual está de acuerdo con el carácter de meridionalidad que también en otras especies de moluscos y de algas presenta la costa del mar Cantábrico. En cambio, tanto el mejillón silvestre como el cultivado de estaciones netamente atlánticas presentan un grado mayor de «edulización», quedando en un grado intermedio entre el Mediterráneo y el Atlántico Norte. En lo que se refiere a estos caracteres, el grado de edulización del mejillón de las poblaciones muestreadas en Francia, Irlanda y Canadá no sobrepasa el 75 %, entendiendo por grado de edulización el porcentaje medio de caracteres de *M. edulis* que se presentan en una población determinada.

La gráfica inferior de la figura 6 indica el número de fenotipos presente en los ejemplares de las muestras de cada estación. La mayor variedad se presenta en Arcade (ría de Vigo), y donde menos en Ampurias (Mediterráneo).

b) *Color del manto*

En las curvas de la gráfica de la figura 4, donde aparecen distribuidas a lo largo de los meses del año, la media de las frecuencias relativas mensuales de la proporción del color claro en el borde ventral del manto, en el mejillón

cultivado de Moaña (ría de Vigo), se aprecia que la proporción de individuos con todo o casi todo el borde del manto de color claro es muy escasa a lo largo del año (carácter de la forma *edulis*), y alcanza sólo el 10 % en febrero y septiembre; en cambio, el color oscuro total típico de la forma *galloprovincialis* presenta tres máximos de 78 %, 74 % y 77 % en abril, junio y septiembre respectivamente, y los mínimos en los meses de menos luminosidad (diciembre, enero y febrero).

Las observaciones puntuales realizadas en la ría de Arosa (Villagarcía) en el mes de noviembre dan un 43 % de ejemplares con el borde ventral del manto oscuro (forma *galloprovincialis*), un 52 % de ejemplares intermedios y un 5 % de ejemplares con el borde ventral del manto claro (forma *edulis*).

El mejillón procedente de Ribadeo, en diciembre, presenta proporciones opuestas entre las dos muestras (una del interior de la ría (I) y otra de la costa abierta (II)). Mientras que Ribadeo I —que según los demás caracteres morfológicos (excepción hecha del número de dientes) se aproxima bastante a la forma *galloprovincialis* var. *uncinata*— presenta un 90 % de ejemplares con el borde ventral del manto claro (forma *edulis*), y el 10 % de intermedios y ninguno con el borde enteramente violáceo (forma *galloprovincialis*) (esta muestra tiene un número bastante considerable de ejemplares con más de 4 dientes en la charnela —carácter de *M. edulis*—), Ribadeo II presenta el 53 % de ejemplares con el borde ventral del manto oscuro, el 47 % con el borde ventral del manto intermedio y ninguno con el borde claro.

Comparados estos resultados con los del mejillón cultivado de la ría de Vigo en esa época del año, donde se presentan alrededor del 5 % de ejemplares claros (*edulis*), el 40 % intermedios y el 55 % de oscuros (*galloprovincialis*), resulta que los ejemplares de Ribadeo II (zona expuesta) y los de Villagarcía se aproximan bastante a esa proporción; en cambio, los de Ribadeo I (zona abrigada) tendrían el color del borde del manto de *edulis* y los caracteres morfológicos claramente *galloprovincialis*.

CUADRO IV

Porcentaje medio de la frecuencia en que se presentan los caracteres enumerados para cada forma de *Mytilus*.

Caracteres	*% medio*	
	edulis	*galloprovincialis*
a) Número de dientes	63	66
b) Meseta cardinal	66	78
c) Gancho del umbo	82	91
d) Perfil transverso	91	59
e) Borde ventral	69	54

Como se ve, también el color del borde del manto presenta dificultades cuando se trata de adjudicarlo a una de las dos formas (*edulis* o *galloprovincialis*) tanto por lo que respecta a su asociación a los demás caracteres como por su variación estacional a lo largo del año.

c) *Índice conquiométrico* (H/L)

Después de calcular el índice H/L, se ha tratado de ver si con el mismo se podían caracterizar los tipos *edulis* y *galloprovincialis* que quedan separados por los fenotipos que se presentan en la figura 3. A la vista de la distribución de los puntos no se han calculado las regresiones del índice H/L con la talla (fig. 7), aunque para una misma talla, en *M. edulis* (Aiguillon) el valor medio del índice H/L es siempre menor que para *M. galloprovincialis* (mejillón silvestre del Atlántico, Cantábrico y Mediterráneo).

También se observa que dicho índice H/L disminuye con la talla. Al mismo tiempo puede suponerse con cierto fundamento que la talla máxima que alcanza *M. galloprovincialis* cultivado es mayor que la que alcanza *M. edulis* cultivado, aun teniendo en cuenta el distinto sistema de cultivo empleado en Aiguillon y en Vigo, y la producción primaria de ambas áreas.

En un próximo trabajo se estudiarán los otros índices de la concha.

AGRADECIMIENTOS

Nos complace agradecer a las personas que han colaborado en la realización de este trabajo, en especial a los que nos han ayudado a obtener muestras, como D. Hipólito Cabezas, de Vigo; M. Guy Bouyé, de Aiguillon; Mr. Niall Herriott, de Irlanda; el Dr. L. L. MadLeod, de Canadá, y Alejandro Guerra, de Ribadeo.

Al prof. Lubet, de la Universidad de Caen, y a los Dres. LePennec, de Brest, y Saldanha, de Lisboa, sus apreciadas orientaciones.

Al Dr. F. Fraga, de Vigo, la revisión del manuscrito y sus valiosas indicaciones, así como a A. Ayala, que se ha encargado de los dibujos y mecanografiado el texto. A todos nuestro reconocimiento y gratitud.

BIBLIOGRAFÍA

AHMAD, M. y J. A. BEARDMORE. — 1976. Genetic evidence that the «Padstow Mussel» is *Mytilus galloprovincialis*. *Marine Biol.*, 35: 139-147.

ALOUZO, V. — 1970. Ricerche sierologiche applicate alla sistematica del genere *Coris*. *Boll. Pesca Piscic. Hidrobiol.*, 25 (1).

ANDREU, B. — 1968. Pesquería y cultivo de mejillones y ostras en España. *Publ. Técn. J. Est. Pesca*, 7. Madrid.

— 1976. El cultivo del mejillón en Europa. II. Aspectos biológicos y ecológicos. Enemigos y parásitos. *Anais Acad. Brasil Cien.*, Vol. 47, Supl.

ARRECGROS, J. — 1965. Coquillages marins. *Petits Atlas Payot Lausanne*, 33.

BARSOTTI, G. y C. MELUZZI. — 1968. Osservazioni su *Mytilus edulis* L. e *Mytilus galloprovincialis* Lamarck. *Conchiglie*, Anno IV (3-4).

BISIGNANO, G., A. DI PIETRO, O. C. GRILLO & I. PICERNO. — 1980. Serological studies on the genus *Mytilus*. Comparison of proteinic antigens extracted from *M. edulis* and *M. galloprovincialis*. *Rev. Int. Oceanogr. Med.*, LIX: 31-39.

BOETTGER, C. R. — 1930. Die standortmodificationen der Mediterranen Miesmuschel, *Mytilus galloprovincialis* Lam., in Golf von Neapel. *Zool. Anz.*, 91 (15).

BOUXIN, H. — 1954 (1956). Observations sur le frai de *Mytilus edulis* var. *galloprovincialis* (Lmk), dates precises de frai et facteurs provoquant l'emission de produits genitaux. *Rapp. Proc. Verb. C.P.I.M.*, 140 part III: 43-46.

CHOW, G. C. — 1960. Test of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econométrica*, 28 (3): 591-605.

DEHENEL, P. A. — 1956. Growth rates in latitudinally and vertically separated populations of *Mytilus californianus*. *Biol. Bull.*, 110: 43-54.

DONOVAN, E. — 1802. *The Natural History of British Shells*. London F. and C. Rivington.

F.A.O. — 1973. *Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire*, Zone de Pêche 37, vol. II.

— 1976. Sampling and analysis of biological material (guidelines for the F.A.O. Joint coordinated project on pollution in the Mediterranean). *Fisheries Technical Paper nº 158 FIRI/T. 158.*

GARTNER-KEPKAY, K. E. *et al.* — 1980. Genetic differences and environments of mussel populations in the Maritime Provinces. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37 (5): 775-782.

GENOVESE, S. — 1961. Analisi biometrica di una popolazione di *Mytilus galloprovincialis* L. (Moll. Lam.) vivente nella laguna veneta. *Rapp. Proc. Verb. Comm. Int. Expl. Sci. Mer Medit.*, 16 (3): 799.

— 1961a. Analisi biometrica di una popolazione di *Mytilus edulis* L. proveniente dal Mare del Nord (Norddeich Ostfriesland). *Atti Soc. Peloritana Sc. Fis. Mat. Nat.*, 7: 335.

— 1965. Ulteriore contributo alla sistematica del genere *Mytilus*. Analisi biometrica di due popolazioni provenienti dal Canale di Leme e da Boulogne. *Bol. Zool.*, 32: 247.

GOSLING, E. y N. P. WILKINS. — 1977. Phosphoglucoisomerase allele frequency data in *Mytilus edulis* (L.) from Irish Coastal sites: its ecological significance. *Biology of benthic organisms*. Pergamon Press, N. York.

— 1981. Ecological genetics of the mussels *Mytilus edulis* and *M. galloprovincialis* on Irish coasts. *Marine Ecology - Progress series* 4: 221-227.

HEPPER, B. T. — 1957. Notes on *Mytilus galloprovincialis* Lamarck in Great Britain. *Journ. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 36: 33-40.

HERNÁNDEZ OTERO, J. y F. JIMÉNEZ MILLÁN. — 1971. Distribución de los moluscos gasterópodos y pelecípodos marinos de las costas de Galicia. *Dep. Zool. Univ. Granada. Cuad. Biol.*, 1: 79-93.

HIDALGO, J. G. — 1917. Fauna malacológica de España, Portugal y Baleares. Moluscos testáceos marinos. *Trab. Mus. Nac. Ciencias Naturales. Ser. Zoológica*, 30.

JEFFREY, J. G. — 1863. *British Conchology*. London: John van Voorst.

LASSEN, H. H. y F. J. TURANO. — 1978. Clinal variation and heterozygote deficit at the lap-locus in *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.*, 49: 245-254.

LEPENNEC, M. — 1978. *Genese de la coquille larvaire et postlarvaire chez divers bivalves marines*. Univ. Bretagne Occidentale. Laboratoire de Zoologie. Brest.

LEWIS, J. R. y H. T. POWELL. — 1961. The occurrence of curved and ungulate forms of the mussel *Mytilus edulis* L. in the British isles and their relationship to *M. galloprovincialis* Lamarck. *Proc. Zool.* London, 137: 583-597.

LEWIS, J. R. y R. SEED. — 1969. Morphological variation in *Mytilus* from South-west England in relation to the occurrence of *M. galloprovincialis* Lamarck. *Cahiers B. M. Roscof*, X.

LINDNER, GERT. — 1977. *Field guide to seashells of the world.* Van Nostrand Reinhold Co., N. Y. Toronto. Londres. Melbourne.

LOCARD, A. — 1892. *Les coquillages marines des côtes de France.* Paris Librairie J. B. Baillière et fils.

LUBET, P. — 1976. L'espèce chez les Lamellibranches marins. In «*Les problemes de l'espèce dans le regne animal*», T. J. Bocquet C., Genermont J., Lamotte M., Soc. Zool. de France: 341-374.

LUTZ, R. & H. HIDU. — 1979. Hinge morphogenesis in the shells of larvae and early postlarvae mussels (*Mytilus edulis* L. and *Modiolus modiolus* (L.)). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 59: 111-121.

MARS, P. — 1965. Faune marine des Pyrénées Orientales: Mollusques Aplacophores, Polyplacophores, Scaphopodes et Bivalves. Fasc. 5, *Supl. Vie et Milieu*, XV (4).

MASSON, M. — 1975. *Étude expérimental de la croissance et de la nutrition de la larve de Mytilus galloprovincialis* (Lmk) (*Mollusque pélécypode*). Th. 3er cycle. Caen: 105 pp.

MILKMAN, R. y R. K. KOEHN. — 1976. Temporal variation in the relationship between size, numbers, and an allele frequency in a population of *Mytilus edulis. Evolution*, 31: 103-115.

MONTERO AGÜERA, I. — 1971. *Moluscos bivalvos españoles.* Anales de la Universidad Hispalense. Publ. Univ. Sevilla. Ser. Veterinaria, n.º 5.

NEWKIRK, G. F., K. R. FREEMAN y L. M. DICKIE. — 1980. Genetic studies of the blue mussel, *Mytilus edulis*, and their implications for commercial culture. *Proc. World Mariculture Soc.*, 11: 596-606.

NOBRE, A. — 1938-1940. *Fauna malacologica de Portugal. I. Moluscos marinhos e das aguas salobras.* Porto. Compahia editora do Minho. Barcelos.

NORDSIECK, F. — 1969. *Die europäischen meeresmuscheln (Bivalvia) vom Eismeer bis Kapverden, Mittelmeer und Schwarzes Meer.* Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

PERRIER, R. — 1954. *La faune de la France en tableaux synoptiques illustrés. Fasc. 9. Bryozoaires, Brachiopodes, Mollusques.* Paris. Librairie Delagrave.

RENZONI, A. — 1963. Ricerche ecologique ed idrobiologiche su *Mytilus galloprovincialis* Lam. nel golfo di Napoli. *Boll. Pesca Piscic e Idrobiol.*, XVIII (2): 187-238.

SACCHI, C. F. — 1961. L'évolution récente du milieu dans l'étang saumatre dit «Lago di Patria», étudiée par sa macrofaune invertébrée. *Vie et Milieu*, 12, 35.

SACCHI, C. F. y A. RENZONI. — 1962. L'écologie de *Mytilus galloprovincialis* (Lam.) dans l'étang littoral du Fusaro et les rythmes annuels et nycthémeraux des facteurs environnants. *Publ. Staz. Zool. Napoli*, 32 (suppl.): 255-293.

SALDANHA, L. — 1974. Estudo do povoamento dos horizontes superiores da rocha litoral da costa da Arrabida (Portugal). *Arquivos do Museo Bocage*, 2.ª serie, vol. IV (1): 219-283.

— 1979. Peuplements benthiques littoraux de substrat rocheux de la côte du Portugal (en prensa).

SARÁ, M. — 1961. Specie ed ambiente negli animali marini del benthos fisso. *Boll Zool.*, 28, 97.

SCHLIEPER, C. — 1958. Sur l'adaptation des Invertébrés marins à l'eau de mer diluée. *Vie et Milieu*, 9 (2): 139-152.

SEED, R. — 1968. Factors influencing shell shape in the mussel *Mytilus edulis. J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 48: 561-584.

— 1969. The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. Part 1. Breeding and settlement. *Oecologia* (Berl.), 3: 277-316.

— 1969a. The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. Part 2. Growth and mortality. *Oecologia* (Berl.), 3: 317-350.

— 1969b. The incidence of the pea crab *Pinnotheres pisum* in the two types of *Mytilus* (Mollusca Bivalvia) from Padstow, SW England. *J. Zool. London*, 158: 413-420.

— 1971. A physiological and biochemical approach to the taxonomy of *Mytilus edulis* L. and *M. galloprovincialis* Lmk, from SW England. *Cahiers Biol. Mar.*, XII: 291-322.

— 1972. Morphological variation in *Mytilus* from the French coasts in relation to the occurrence and distribution of *M. galloprovincialis* Lmk. *Cahiers Biol. Mar.*, XIII: 357-384.

— 1975. Reproduction in *Mytilus edulis* (Mollusca bivalvia) in European waters. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 39, Suppl.: 317-334.

SEED, R. & R. A. BROWN. — 1975. The influence of reproductive cycle, growth, and mortality on population structure in *Modiolus modiolus* (L.), *Cerastoderma edule* (L.) and *Mytilus edulis* L. (Mollusca: Bibalvia). *Proc. 9th Europ. Mar. Biol. Symp.*, 1975: 257-274.

SKIBINSKI, D. O. F., M. AHMAD y J. A. BEARDMORE. — 1978. Genetic evidence for naturally occurring hybrids between *Mytilus edulis* and *Mytilus galloprovincialis*. *Evolution*, 32 (2): 354-364.

SOOT-RYEN, T. — 1955. A report on the family Mytilidae (Pelecypoda). *Allan Hancock Pacific Exped.*, 20 (1). Los Angeles.

SUCHANEK, T. H. — 1978. The ecology of *Mytilus edulis* L. in exposed rocky intertidal communities. *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.*, 31: 105-120.

TEBBLE, N. — 1966. *British bivalve seashells*. Trustees of the British Museum (Natural History), London.

VAN URK, R. M. — 1977. A method for the interpretation of polymorphic species (systematical notes on *Cardium edule* L. and *C. glaucum* Brug. in the Netherlands II). *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol.*, 14 (2): 51-60.

VERDUIN, A. — 1979. Conchological evidence for the separate specific identity of *Mytilus edulis* L. and *M. galloprovincialis* Lam. *Basteria*, 43: 61-80.

WALLACE, J. D. — 1980. Growth rates of different populations of the edible mussel, *Mytilus edulis*, in North Norway. *Aquaculture*, 19: 303-311.