

II. INTRODUCCION

Las zonas intermareales de caños de las salinas de la bahía de Cádiz se caracterizan, como todos los ecosistemas litorales de transición entre el mar y la tierra firme, por ser biotopos de elevada productividad primaria. Aunque su riqueza en especies no es elevada, por tratarse de un medio de condiciones muy restrictivas, se alcanzan considerables valores de biomasa, especialmente de peces, aves, crustáceos y moluscos. Varias comunidades de pescadores artesanales, mariscadores y, sobre todo, antiguos salineros reconvertidos a acuicultores dependen para su subsistencia de esta variedad faunística. Por lo que se refiere a los peces, estas zonas juegan un importante papel como áreas de cría de numerosas especies marinas, ya que intervienen muy directamente en el desarrollo de sus estadios larvarios y juveniles, proporcionándoles alimento abundante y protección frente a los predadores.

Desde principios de la década de los años setenta el Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), realiza investigaciones multidisciplinarias sobre estas salinas, encaminadas a disponer de un adecuado nivel de información que contribuya al desarrollo de una estrategia de explotación racional de sus recursos y los de las marismas en que están ubicadas.

En la actualidad, y como consecuencia de la antigua crisis del sector salinero, la mayor parte de dichas salinas se utiliza únicamente en la producción extensiva de varias especies de peces marinos de gran importancia económica. Esta actividad ha alcanzado en algunos casos un considerable desarrollo tecnológico, y se ha convertido en la alternativa de uso más razonable para combatir el abandono, la infrautilización, la contaminación y la desaparición de un ecosistema de gran valor a todos los niveles. Existe todavía un reducido grupo de salinas cuya actividad principal es la originaria para la que fueron creadas, la fabricación de sal, pero que, ante la nueva orientación del sector, permanecen a la expectativa y no descuidan el pescado captado de forma natural en el régimen normal de operaciones para labrar la sal, al que dedican la atención mínima suficiente.

La importancia económica de las salinas, como fuentes naturales de proteínas animales de alta calidad, se ha ido revalorizando progresivamente en el transcurso de los diez últimos años. Este fenómeno ha sido una consecuencia lógica del continuo desarrollo y aplicación de modernos métodos de acuicultura en nuestra zona, que se ha traducido en un espectacular incremento de la producción de algunas especies.

No obstante, para la mayoría de las especies ícticas explotadas, el principal factor limitante de la producción reside en la cantidad de alevines que pueden ser introducidos en los esteros con las mareas. La composición de especies y la magnitud de la captación, junto con otros factores que actúan posteriormente, condicionan el rendimiento de cada ciclo productivo.

A pesar de esta estrecha relación entre captación de alevines y producción de peces en los esteros, la composición de especies en la zona y sus variaciones espacio-temporales no ha sido objeto de ningún trabajo científico que permita una aproximación al mejoramiento de las producciones ícticas. Ante esta carencia de unos conocimientos tan fundamentales, surgió la idea de realizar un estudio que recopilara a todas las especies de peces que utilizan las zonas intermareales de las marismas y salinas de la bahía de Cádiz.

Para ello, dentro del Proyecto de Investigación AC 25/84-02, titulado **Estudio del alevinaje de peces marinos comerciales en los esteros de las salinas de la Ribera Gaditana**, financiado por la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT) y por el CSIC, llevamos a cabo una serie de muestreos estandarizados en un período de algo más de cinco años, abarcando varias zonas significativas de la marisma.

El objetivo primordial del trabajo propuesto, enfocado fundamentalmente desde la óptica de la acuicultura local, ha consistido en evaluar el potencial íctico de las especies de interés económico que existe en los caños de las salinas, determinando las épocas de presencia de los estados juveniles en los caños y los momentos de máxima abundancia, así como el estadio de desarrollo en que aparecen, el tamaño de los especímenes y sus hábitos alimentarios. Junto con las especies comerciales se han capturado otras muchas propias de la zona, de escaso o nulo valor comercial, pero no así desde el punto de vista científico; a estas especies hemos aplicado el mismo tratamiento que a las primeras, obteniendo una valiosa información sobre aspectos de su biología no abordados en trabajos anteriores.

Por todo ello, consideramos que además de su interés eminentemente práctico para los acuicultores salineros, el contenido del trabajo que aquí presentamos tiene una clara intencionalidad didáctica, tratando de dar a conocer de forma asequible el conocimiento científico adquirido sobre un aspecto importante de la comunidad íctica de la bahía de Cádiz.

La exposición de los resultados obtenidos se inicia con una aproximación global al área de estudio, describiendo sus rasgos geológicos, geográficos y climatológicos más significativos, y se analiza con cierto detalle la información hidrográfica existente sobre los caños, como habitat de los estados juveniles objeto de estudio. Asimismo, se describen los usos actuales a que están destinadas las marismas y salinas de la bahía, y se introducen términos y conceptos sobre su aprovechamiento en acuicultura, convenientes para una mejor comprensión de aspectos que se desarrollarán más adelante al tratar de las especies comerciales.

A continuación, la segunda parte del trabajo incluye los resultados específicos del estudio de los estados juveniles de la ictiofauna de los caños, con un primer apartado dedicado a la metodología, en el que se describe la estrategia, la técnica y los útiles de muestreo empleados para la captura de los estados juveniles, así como el posterior tratamiento de las muestras para la consecución de los objetivos previstos. Seguidamente, se analizan de una manera general las principales características de la ictiofauna, señalando la composición de especies, su distribución en el área de estudio, las variaciones anuales de la abundancia de estados juveniles, la composición de tallas y los hábitos alimentarios del conjunto de especies recolectadas. El apartado final de este capítulo se dedica a la exposición detallada de la información obtenida de cada una de las 48 especies recolectadas, acompañada de dibujos originales de los principales estados del desarrollo encontrados, que consideramos de gran interés práctico por su utilidad para posteriores estudios, y de gráficas sobre la abundancia, distribución de tallas y composición de la alimentación.

Finalmente se incluye un compendio de conclusiones generales y recomendaciones, junto con un listado de la bibliografía consultada.

III. EL MEDIO: LAS MARISMAS Y SALINAS DE LA BAHIA DE CADIZ

1. Síntesis geográfica y geológica

La bahía de Cádiz y su zona oriental de marismas circundantes ocupan una superficie aproximada de 30.000 hectáreas, comprendida entre los paralelos 36° 23' y 36° 37' de latitud norte, y los meridianos 6° 08' y 6° 15' de longitud oeste. De esta superficie 12.000 hectáreas corresponden al espejo de agua de la bahía, y 18.000 hectáreas a las restantes zonas húmedas. Dentro de este conjunto se incluyen en todo o en parte los términos municipales de Cádiz, San Fernando, Chiclana de la Frontera, Puerto Real y El Puerto de Santa María.

Geológicamente, el origen de los terrenos en que se asientan estas marismas corresponde al comienzo del cuaternario (GAVALA, 1927 y 1971; ALONSO RODRIGUEZ, 1952), y son producto de los aportes de las corrientes del río Guadalete al formar su estuario, y del posterior proceso de sedimentación de los materiales arrastrados.

Entre estos materiales predominan en un 80% (ESTABLIER *et al.*, 1984), las arcillas (partículas de 20 a 200 μ) y los limos (partículas menores de 2 μ), formando una capa de 20 metros de espesor medio (ZOIDO, 1982), que en algunos lugares llega a 60 m (FLORES *et al.*, 1979). Debajo de los limos y arcillas se encuentran capas de arenas finas (partículas de 20 a 200 μ) y arenas gruesas (partículas mayores de 200 μ), hasta llegar a terreno firme del Terciario (Plioceno), del que sobresalen al exterior los islotes sobre los que están asentados los núcleos urbanos.

La sucesión de épocas geológicas de erosión fluvial, de avances y retrocesos del mar y de épocas de sedimentación, dio lugar a un terreno prácticamente llano, de baja cota (en raras ocasiones sobrepasa los 18 m de altitud por encima del nivel del mar), en el que existe una profunda interconexión de zonas inundadas y zonas emergidas, que configura un complejo entramado de ríos, caños, balsas de agua e islas, que dan al paisaje una fisonomía muy característica.

A lo largo del tiempo, las marismas de la bahía de Cádiz han sufrido numerosas transformaciones y acotaciones, encaminadas principalmente a su conversión en salinas. El número y superficie de salinas, así como la superficie de marisma en estado natural, son difíciles de determinar con exactitud, ya que cada vez son más frecuentes los rellenos y la consiguiente desaparición de zonas húmedas. No obstante, a partir de datos del Catastro y de los propietarios, se sabe que en 1980 se censaron entre 121 (ALBA, 1981) y 146 (ZOIDO, 1982) salinas, que ocupaban una superficie de 4.760 a 5.647 hectáreas, respectivamente. Con ello, puede considerarse que en la actualidad la marisma en estado natural de la bahía de Cádiz ocupa una superficie aproximada de 12.000 a 13.000 hectáreas.

2. Climatología

La climatología que afecta a las marismas de la bahía de Cádiz está influenciada por su proximidad a ésta y por la topografía del terreno en que se asientan. El perfil prácticamente horizontal del paisaje contribuye a que el paso de los frentes nubosos procedentes del Atlántico se realice con facilidad, favoreciendo así la escasez de precipitaciones en la zona. Por otra parte, las formaciones montañosas de la provincia de Cádiz y del norte de Marruecos repercuten en la dirección y fuerza de los vientos. El predominio de los vientos en la dirección E-O y su alternancia (levante, viento seco; poniente, viento húmedo), influyen decisivamente sobre la humedad relativa de la zona, que en poco tiempo puede sufrir bruscas y pronunciadas oscilaciones.

A partir de datos del Instituto Hidrográfico de la Marina de Cádiz y del Observatorio de la Marina de San Fernando, para el período 1947 a 1976, elaborados por SANCHEZ AYLLLO (inédito) y adaptados para este trabajo, se deduce que la climatología de las marismas de la bahía gaditana está afectada por un régimen térmico del tipo subtropical semicálido, con ausencia de heladas y temperaturas suaves.

En la Figura 1 se expone una síntesis gráfica de las condiciones meteorológicas promedio existentes en el entorno de las salinas de San Fernando (Cádiz), que comentamos a continuación.

La temperatura media anual del aire es de 17,8 °C, oscilando entre 11,9 °C en enero y 24,5 °C en agosto. Los valores mínimo y máximo absolutos en el período considerado fueron de -2,6 °C (febrero de 1956) y 42,5 °C (julio de 1967), respectivamente.

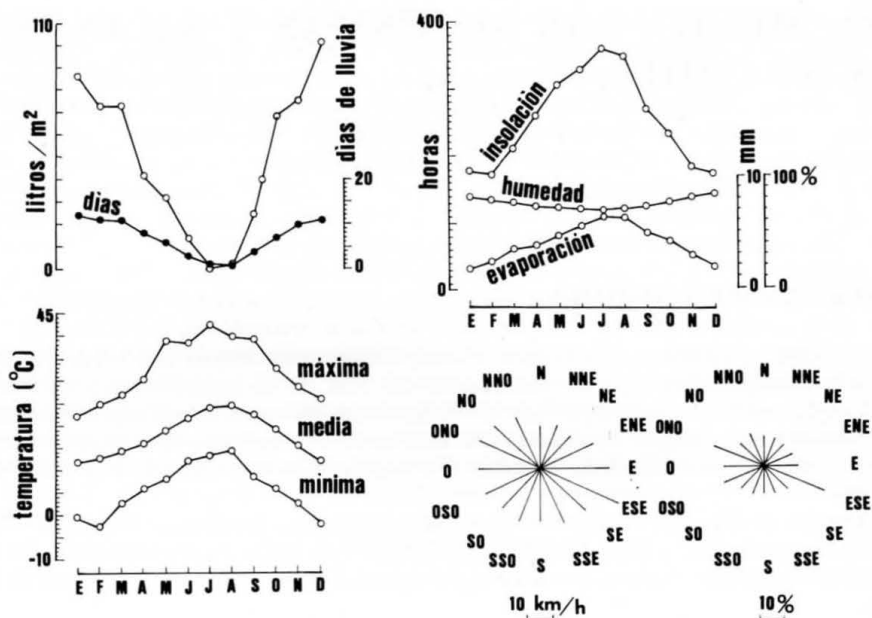


Fig. 1.- Síntesis gráfica de las condiciones climatológicas en el entorno de la bahía de Cádiz durante el período 1947-1976 (adaptado de SANCHEZ AYLLO, inédito).

Esta evolución típicamente estacional de la temperatura del aire, con máximos en verano y mínimos en invierno, se corresponde con una evolución similar del ciclo de insolación. La cantidad total media de horas de sol al año es de 3029,5, con valores extremos de 172,8 horas (diciembre) y 360,7 horas (julio).

Por el régimen de precipitaciones, con lluvias escasas e irregulares, la zona de la bahía pertenece al tipo climático mediterráneo húmedo. La media total anual de precipitaciones es de 596 mm, con valores mensuales medios que varían entre 0,5 mm en julio y 101 mm en diciembre. El número total medio de días de lluvia al año es de 85, oscilando entre 1 día (julio y agosto) y 12 días (enero) de lluvia.

La humedad relativa del aire es elevada, como consecuencia de la proximidad del mar. El valor promedio anual es de 77%, con un margen de variación entre 71% (julio) y 84% (diciembre).

La evaporación total media anual es muy alta, en relación con la escasez de precipitaciones, fuerte insolación y altas temperaturas. El valor medio obtenido es de 4,2 mm/día, con un mínimo de 1,9 mm/día en diciembre, y un máximo de 6,7 mm/día en julio.

El viento es uno de los factores climáticos más característicos de la zona, ya que su presencia es prácticamente constante. Los vientos que baten las salinas son de intensidad y dirección muy variables; no obstante, es claro el predominio de la dirección ONO-ESE, con el 32% de frecuencia, correspondiendo el 11,4% a los días de calma. La velocidad media anual del viento es de 17 km/h, siendo los vientos del ESE los que soplan con mayor fuerza. La velocidad máxima instantánea observada en el período considerado fue de 145 km/h, en diciembre de 1958.

3. Hidrografía

3.1 Batimetría

En una aproximación aérea al territorio, llama la atención la complicada red de caños que se extiende por la marisma, especialmente en la zona situada al este y al sur de la bahía de Cádiz (Fig. 2). En ella destaca por sus grandes dimensiones el caño de Sancti-Petri, principal arteria de comunicación que pone en contacto las aguas libres del océano con las interiores de la bahía, a lo largo de un sinuoso recorrido de 18 km de longitud. La anchura de este caño es relativamente uniforme, con un máximo de 500 m en la entrada, a la altura del poblado de Sancti-Petri. Su profundidad, sin embargo, varía considerablemente de un extremo a otro (Fig. 3). Así, en general, la barra, en la boca del océano, y la zona central son poco profundas, con puntos de apenas 30 cm de profundidad en las bajamares vivas. Hacia el interior de la barra, los recientes dragados han dado a algunas zonas un calado de hasta 12 metros en bajamar. Pasada la zona central, la profundidad aumenta de nuevo, hasta conectar en La Carraca (7 m) con el canal de navegación de la bahía.

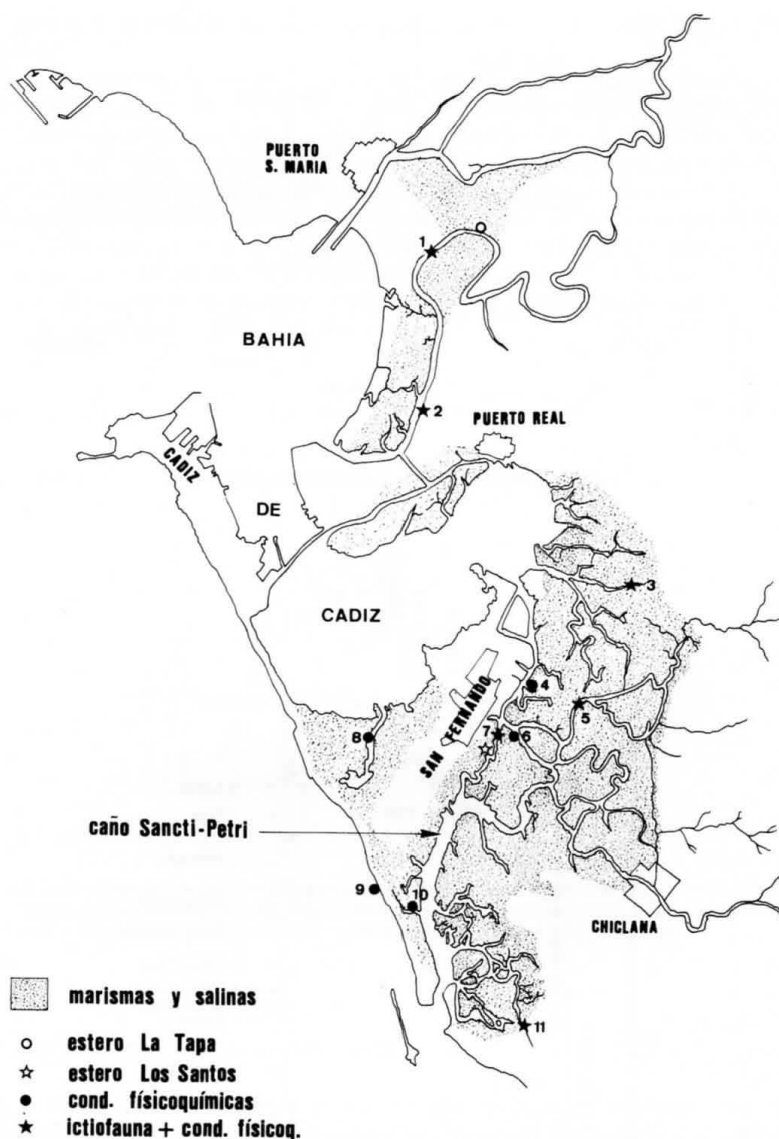


Fig. 2.- Mapa de la zona de estudio, indicando la situación de los diferentes puntos de recogida de muestras de ictiofauna y de determinación de condiciones físicoquímicas, junto con la de otros lugares mencionados en el texto: 1, río San Pedro (dentro); 2, río San Pedro (boca); 3, caño San Fernando; 4, caño del estero Nuestra Señora de La O; 5, caño Zurraque; 6, caño del estero San Agapito; 7, caño La Corta; 8, caño Río Arillo; 9, Atlántico (playa); 10, caño del estero Esperanza siglo XIX; 11, caño Cerromolino.

Desde el caño de Sancti-Petri parten multitud de caños secundarios, cada vez más estrechos, que inundan la marisma a través de enrevesadas ramificaciones. Estos caños secundarios y sus derivaciones, están muy elevados respecto al cero hidrográfico (bajamar en marea viva escorada), y quedan en seco en la bajamar.

La marisma situada entre Puerto Real y El Puerto de Santa María (Los Toruños), está surcada por el río San Pedro, antiguo afluente del río Guadalete. Hoy día el río San Pedro está convertido en un brazo de mar, ya que su cauce está interrumpido varios kilómetros río adentro con motivo de las obras de desecación de esta zona de marisma. El perfil de profundidades del río San Pedro es muy uniforme, disminuyendo paulatinamente a medida que se adentra en la marisma. La profundidad máxima es de 4 metros en bajamar.

De una manera general, la situación del nivel de los distintos caños objeto de estudio en este trabajo, así como el de las compuertas de algunos esteros que se abren a ellos, que citamos por su interés a la hora de analizar su repercusión en la captación de alevines, queda reflejada en el corte esquemático de la Figura 4.

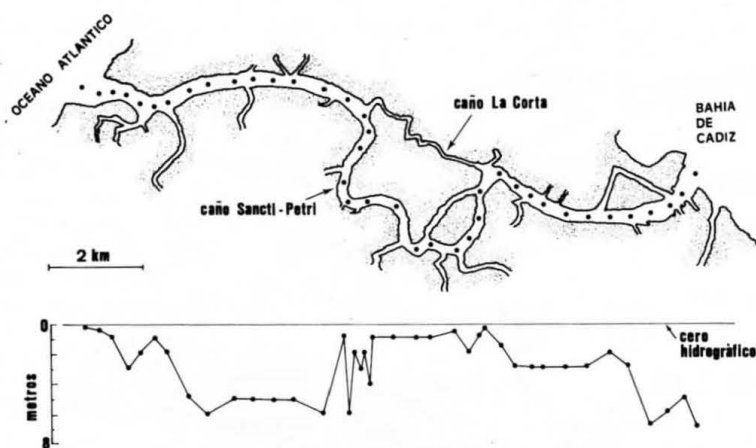


Fig. 3.- Perfil de profundidades del caño Sancti-Petri.

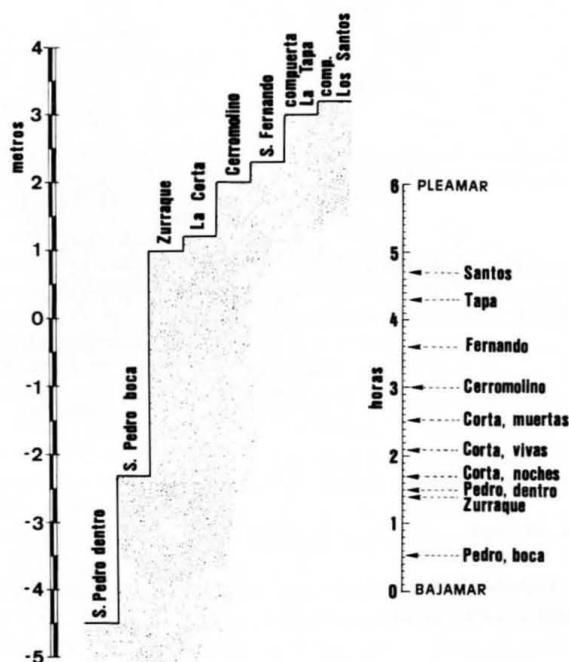


Fig. 4.- Corte esquemático de la situación respecto al cero hidrográfico del fondo de los caños estudiados, en el punto de toma de muestras de ictiofauna y en la base de las compuertas de dos esteros relacionados con el trabajo. A la derecha, promedios horarios del momento de llegada de la onda de marea a cada uno de estos puntos durante la marea creciente. Ver Metodología.

3.2 Mareas

Las marismas de la bahía de Cádiz están afectadas por un régimen de mareas semidiurno de intensidad moderada. Las ondas de marea penetran por el caño Sancti-Petri por sus dos bocas, con una diferencia horaria de 20 minutos (GOMEZ PARRA, 1978), y se encuentran en una zona de unos 1.000 metros de longitud, situada a 13 km del océano y a 5 km de la bahía, a la altura de la ciudad de San Fernando. El encuentro de ambas ondas se aprecia claramente en un tramo del caño La Corta, que queda en seco en las bajamareas.

La llegada de las ondas de marea a los distintos puntos de la marisma depende, lógicamente, de su elevación respecto al cero hidrográfico. En la Figura 4 se exponen los promedios horarios obtenidos por nosotros en las diferentes zonas de muestreo visitadas para este trabajo. En general, se ha observado una amplia variabilidad horaria en cada uno de los puntos considerados, que depende fundamentalmente de la

fuerza de los vientos y de la presión atmosférica reinante, aspectos cuyo análisis queda fuera de los objetivos del presente trabajo.

La velocidad de la corriente de marea varía, además de con el momento de la creciente o de la vaciente, con las características batimétricas del caño en cuestión (elevación respecto al cero hidrográfico y sección del cauce). En líneas generales, las velocidades medias obtenidas por nosotros con datos de cinco años, se sitúan alrededor de 0,35 m/s, con valores máximos próximos a 1 m/s; en las compuertas de los esteros, que son los pasos de agua más estrechos en comparación con los caños, obtuvimos valores de hasta 2,5 m/s. Existe un gradiente decreciente en la velocidad de la corriente de marea desde la superficie al fondo y desde el centro a las orillas, que se aprecia mejor a medida que los caños son de mayores dimensiones. Tanto durante la primera mitad del flujo como del reflujó mareal, la velocidad de la corriente aumenta progresivamente hasta alcanzar un máximo, a partir del cual disminuye, de la misma manera, hasta llegar a la siguiente pleamar o bajamar (Fig. 5).

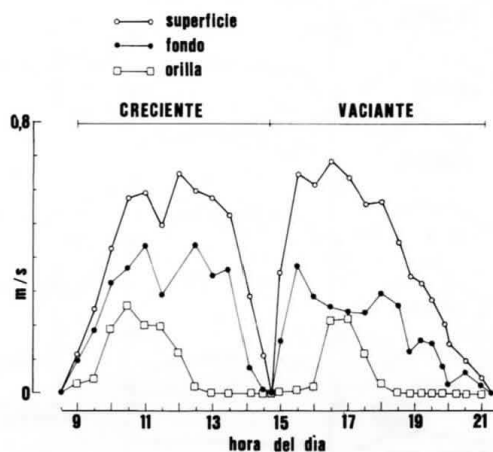


Fig. 5.- Ejemplo de la evolución de la velocidad de la corriente de marea en el río San Pedro (boca), durante un ciclo diario de marea, y de las diferencias de velocidad existentes entre la superficie y el fondo, en el centro del caño, y entre éste y la orilla.

3.3 Condiciones físicoquímicas de los caños

Aunque son ya numerosos los trabajos científicos que recogen información sobre las condiciones de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en el agua de los caños de las salinas (ARIAS & ESTABLER, 1979; ARIAS & RODRIGUEZ, 1977; BLASCO, 1985; ESTABLER *et al.*, 1984; GOMEZ PARRA, 1978 y 1983), y en la bahía de Cádiz (ESTABLER *et al.*, 1986, entre otros muchos trabajos), no existe un estudio sistemático e integrador realizado simultáneamente en distintas zonas representativas.

La información disponible se obtuvo de 1971 a 1987, pero aparece dispersa en el tiempo. Por otra parte, en cada trabajo se estudian caños diferentes, y las condiciones de marea y hora del día en que están tomadas las muestras son también dispares. Únicamente en lo que se refiere a la bahía, la información existente ha sido obtenida de manera uniforme.

No obstante, toda ésta información es de gran valor, pues es la única que existe. Con ella y con los nuevos datos obtenidos de 1984 a 1989 en los caños en que estaban situadas las estaciones de muestreo para la realización del presente trabajo, hemos establecido los siguientes modelos de condiciones físicoquímicas para los tres parámetros citados más arriba, a cuya representación gráfica corresponden las curvas de la Figura 6.

Temperatura

La temperatura media mensual del agua en los caños oscila entre 11,1 °C (diciembre) y 23,8 °C (agosto), siendo bastante uniforme de unas zonas a otras de la marisma. El valor máximo absoluto observado fue de 29,7 °C (caño San Fernando, agosto 1986), y el mínimo de 6,9 °C (caño La Corta, enero 1985).

En general, se aprecia una evolución típicamente estacional, con valores extremos en verano e invierno. Asimismo, se observa que en los caños interiores (Cerromolino, Zurraque, San Fernando), y en el tramo central del caño Sancti-Petri (La Corta), los valores extremos de temperatura, tanto máximos como mínimos, son más elevados que en los caños exteriores, aunque muchas veces las diferencias no son significativas.

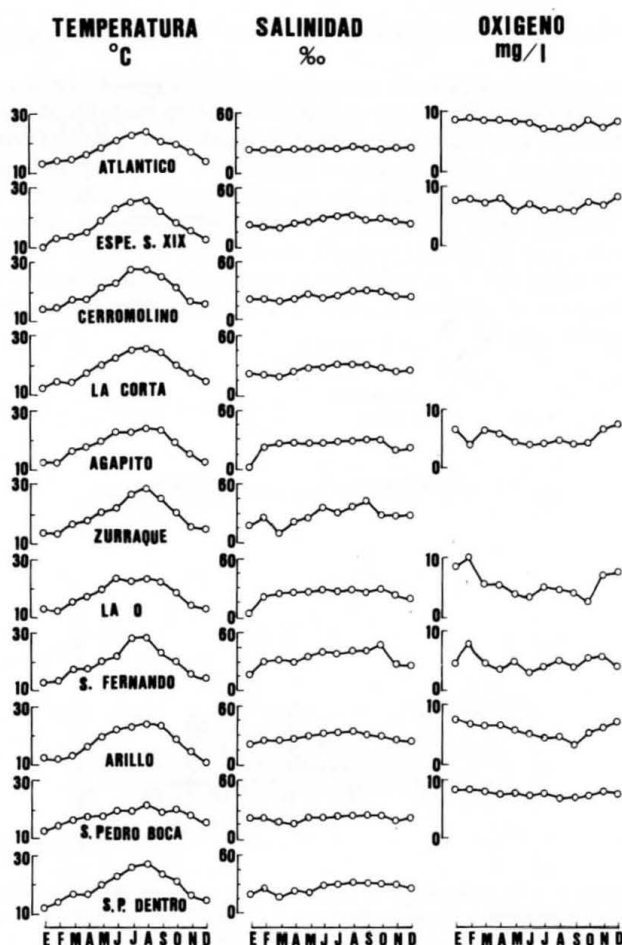


Fig. 6.- Síntesis gráfica de la evolución anual de la temperatura del agua, salinidad y oxígeno disuelto en distintos caños de la zona de salinas de la bahía de Cádiz, estudiados por distintos autores desde 1971 a 1989. Ver situación en Figura 2.

Salinidad

La salinidad en los caños varía con la época del año (temperatura, lluvias, turbulencias, evaporación, salinidad del mar), con la intensidad de las mareas y con la distancia al mar. Debido al poco espesor de la capa de agua y a la mezcla producida por las corrientes de marea, no existen, sin embargo, diferencias significativas entre la superficie y el fondo.

Su evolución anual sigue un modelo estacional similar al de la temperatura, con máximos en el período cálido y mínimos en el invierno. Los valores medios calculados oscilan entre 21 o/oo (enero) y 47,4 o/oo (agosto). En condiciones normales, los valores mínimo y máximo absolutos registrados fueron de 12,5 o/oo (La Corta, enero 1982) y 53 o/oo (Zurraque, septiembre 1986). Esporádicamente, se han medido salinidades muy superiores (61 o/oo), pero se obtuvieron en momentos coincidentes con evacuación de aguas sobresaladas ("arronces") de esteros próximos al punto de muestreo.

Como en el caso de la temperatura, se observa un aumento de salinidad a medida que nos adentramos en la marisma y nos alejamos del mar. Sin embargo, determinaciones realizadas a lo largo del curso del caño Sancti-Petri (FLORES *et al.*, 1979; GOMEZ PARRA, 1978) de enero a mayo de 1978, pusieron de manifiesto la existencia de un gradiente decreciente de salinidad desde el mar hacia la zona central del caño, motivado por los efluentes de aguas residuales de la ciudad de San Fernando (Fig. 7).

Oxígeno disuelto

La solubilidad del oxígeno en el agua de mar está en función principalmente de su temperatura y salinidad, así como de la presión atmosférica. También influyen la humedad ambiental, los vientos y el contenido en materia orgánica disuelta.

La concentración de oxígeno disuelto en el agua de los caños sigue una evolución estacional inversa a la de la temperatura y salinidad, presentando los valores más elevados en invierno y los más bajos en verano.

Los valores medios mensuales obtenidos durante el período de estudio en los distintos caños considerados oscilan entre 2,5 mg/l (octubre) y 10,9 mg/l (febrero), siendo los valores mínimo y máximo absolutos observados de 0,0 mg/l (en varios meses de verano) y 10,9 mg/l (febrero), respectivamente.

El estudio de SALES *et al.* (1983) diferencia claramente tres zonas en el caño de Sancti-Petri según su distinta concentración de oxígeno disuelto (Fig. 7): la zona central, muy deficiente en oxígeno, porque es la zona en la que se produce el impacto directo de los efluentes domésticos de San Fernando, y las dos zonas de entrada al caño, bien oxigenadas, con concentraciones de oxígeno similares a las normales del agua del mar.

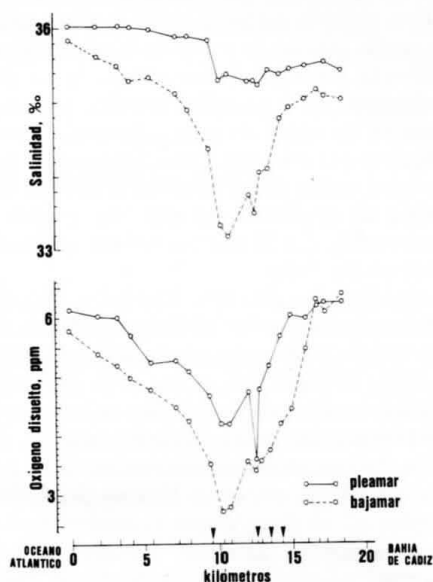


Fig. 7.- Salinidad y oxígeno disuelto en distintos puntos de muestreo a lo largo del curso del caño Sancti-Petri, en el período enero-mayo de 1978. Las flechas indican la situación de los efluentes urbanos de la ciudad de San Fernando. Adaptado de GOMEZ PARRA (1978).

3.4 Contaminación

Por su proximidad a los núcleos urbanos, la bahía de Cádiz y sus zonas de marismas y salinas constituyen los espacios húmedos con mayor riesgo de agresiones contaminantes y destructoras diversas.

Las zonas de marisma antiguamente convertidas en salinas, con ser ésta una transformación artificial, se mantienen prácticamente en su estado natural, ya que continúan disponiendo de extensas planicies inundadas y gran cantidad de muros cubiertos por una abundante vegetación, tanto de plantas halófilas como de flora silvestre variada. Las excavaciones y acondicionamientos de esteros, cristalizadores y demás compartimentos de las salinas realizadas en los últimos años para su utilización en acuicultura, hicieron desaparecer buena parte de esta vegetación. Sin embargo, hay que decir, que consistieron en una agresión leve y reversible, ya que en poco tiempo se ha regenerado esta protección vegetal de los muros, así como el sedimento fangoso de los estanques, asiento de densas comunidades de organismos de la fauna de invertebrados.

Las agresiones transformadoras más negativas, impactantes e irreversibles que se están produciendo sobre las salinas, sobre lo que queda de marisma en estado natural y sobre la propia bahía, a pesar de la importancia reconocida de estas zonas y de las recomendaciones que desde la propia Administración (ver ZOIDO, 1982) se hacen para su conservación, son los rellenos y desecaciones. Tales actuaciones constituyen el peligro número uno para la supervivencia de estos ecosistemas litorales. Esta "creación de suelo" con fines industriales o de urbanización, afecta a los cinco municipios de la Bahía, y en los últimos diez años ha acabado drásticamente con una importante superficie de zonas naturales.

El segundo gran peligro que se cierne sobre el entorno general que nos ocupa, lo constituye la creciente contaminación biológica y química de sus aguas, a través de los vertidos urbanos e industriales. A la bahía descargan directamente, sin depuración, los efluentes urbanos e industriales de Cádiz, Rota, El Puerto de Santa María, Arcos de la Frontera, de Astilleros Españoles S.A. y del Arsenal de La Carraca. Al caño de Sancti-Petri descargan las aguas residuales de San Fernando.