

Subsistemas hidrológicos de la laguna Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México

¹Margarito Tapia-García

¹M. C. García-Abad

²Fredi Eugenio Penagos García

³José Luís Moreno Ruiz

³Luís Gibran Juárez Hernández

³José Martín Ramírez Gutiérrez

³David Herrera Olayo

RESUMEN

La laguna Mar Muerto tiene amplias variaciones de temperatura (desde 21.5 hasta 38.5 grados centígrados) y salinidad (desde 13 hasta 90 ups), determinadas el clima prevaleciente. Durante la época de sequía-vientos “Tehuantepecanos” y en el principio de la época de lluvia, la laguna se comporta como un antiestuario; durante la época de lluvia, el patrón observado es inverso al de la época de sequía. La laguna Mar Muerto se divide en tres subsistemas hidrológicos. El subsistema eurihalino es la parte más interna de la laguna con alta turbidez, y grandes variaciones de salinidad. El subsistema marino está en contacto directo con el mar a través de la Boca de Tonalá, tiene la mayor profundidad con menor variación de salinidad y

temperatura, y baja turbidez. El subsistema de transición constituye la parte media de la laguna y representa una unidad de transición entre el subsistema eurihalino y el subsistema marino.

Palabras clave: subsistema hidrológico, factores abióticos, Mar Muerto, Arriaga, Chiapas, México.

ABSTRACT

The Mar Muerto Lagoon has broad variation of temperature (21.5 to 38.5 °C) and salinity (13 to 90 ups), determined by the climatic seasons. During the dry-season “Tehuantepecanos” winds and the beginning of the wet season the lagoon has a negative estuarine pattern; during the wet season is a typical estuarine system. The lagoon has three hydrological subsystems. The eurihaline subsystem is the inner part of the lagoon, with high turbidity and broad variations of salinity. The marine subsystem has a direct connection with the sea, through the Tonalá inlet, and it has the highest depth and lower turbidity. The transitional subsystem is the mid part of the lagoon, and it has transitional characteristics between the eurihaline subsystem and the marine subsystem.

Keyword: hydrological subsystem, factors abióticos, Mar Muerto, Arriaga, Chiapas, México.

¹Depto. De Hidrobiología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa Av. Rafael Atlixco #186, col. Vicentina, México, D.F., C.P. 09390 A.P. 55-535. Tels: 5804-4737, 5804-6492 Fax: 5804-4738 e-mail: mtg@xanum.uam.mx

²Laboratorio de Hidrobiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) Libramiento Norte Poniente 1150, col. Lajas Maciel Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, C.P. 29039 e-mail: fredy_penagosgarcia@hotmail.com

³Laboratorio de Ictiología y Ecología Costera, Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa. Dir. Av. San Rafael Atlixco #186, col. Vicentina México, D.F., C.P. 09390 e-mail: gibbjuarez@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En México, el Golfo de Tehuantepec es una de las principales áreas de pesca, ya que tiene el cuarto lugar en cuanto a la producción de camarón a nivel nacional, con una intensa actividad industrial en la ciudad de Salina Cruz, Oaxaca, dirigida en primer término a la refinación del petróleo, y con una fuerte proyección hacia el turismo en la costa oeste del golfo (Tapia-García *et al.* 1998). En la región, también se localizan un gran número de sistemas lagunares, donde la actividad pesquera artesanal es intensa y está dirigida principalmente al camarón. Entre estos sistemas se encuentra la laguna de Mar Muerto, que tiene una gran influencia sobre la plataforma continental adyacente (Tapia-García, 1997).

Para el conocimiento ecológico de un sistema y su adecuado manejo y explotación se requiere del análisis previo de sus características hidrológicas. Así, a partir de una caracterización de los factores abióticos se tendrá un marco de referencia físico ambiental que será base para la caracterización de la comunidad biótica en investigaciones futuras.

En el Pacífico sur mexicano correspondiente a las costas del Golfo de Tehuantepec, los antecedentes existentes sobre la hidrología de las lagunas costeras son escasos por lo que el objetivo del presente estudio es caracterizar la laguna con relación a la salinidad, temperatura y transparencia del agua en las diferentes épocas climáticas.

ÁREA DE ESTUDIO

La laguna Mar Muerto, se localiza en la parte norte del Golfo de Tehuantepec entre los 15° 58' y 16° 17' de Latitud norte, y entre los 93° 50' y 94° 25' de Longitud oeste, y forma parte de los estados de Oaxaca y Chiapas. Tiene una longitud de 12 km en su parte más ancha y 60 km de largo, con un área aproximada de 700 km² (fig. 1). La forma general de la laguna es alargada con la parte de mayor longitud situada del sureste al noroeste, paralela a la línea de costa, y se conecta al Océano Pacífico a

través de la Boca de Tonalá, que es una estrecha entrada de aproximadamente mil 600 m de ancho y 3.6 m de profundidad (Cervantes Castro, 1969).

Álvarez del Villar y Díaz Pardo (1973), hicieron una descripción general de la laguna Mar Muerto sobre la que mencionan las siguientes características. Presenta tres áreas amplias y dos estrechas. Estas áreas estrechas son someras por lo que constituyen barreras físicas entre las tres áreas amplias. Las áreas amplias, central y sureste, tienen una extensión aproximada de 28 mil 50 hectáreas. En el área sureste prevalecen condiciones marinas que no tiene variación por el aporte constante de agua de mar a través de la Boca de Tonalá, y en el área central el intercambio es limitado lo que provoca una variación estacional. El área noroeste es muy somera y presenta grandes variaciones estacionales. En general la laguna es muy somera, ya que el 49.5% tiene profundidades menores a 1m y sólo el 2.3% alcanza más de 5 m. Desembocan un gran número de ríos de escasa dimensión los que se mantienen secos durante la época de sequía, entre éstos, el de mayor importancia es el río Tapanatepec que desemboca en la región denominada El Escopetazo. La causa principal de las corrientes son las mareas, que ocasionan la entrada y salida de agua de la laguna; la influencia de las mareas no es de gran amplitud, debido a que la Boca de Tonalá es relativamente pequeña. Durante octubre, noviembre y diciembre se presentan con frecuencia vientos denominados "Nortes" o Tehuantepecanos, a pesar de que tienen una dirección oeste-este, y disminuyen de enero a marzo. Estos vientos ocasionan una corriente superficial hacia la Boca de Tonalá, lo cual determina que el nivel de la laguna disminuya notablemente; el nivel se restablece cuando cesan los vientos nortes. Durante la época de lluvia, la precipitación pluvial también provoca corrientes que se dirigen hacia la Boca de Tonalá.

METODOLOGÍA

Actividades de campo. En la laguna Mar Muerto se realizaron 13 muestreos correspondientes a los meses

de julio y septiembre de 1991, marzo, abril, junio, agosto, octubre y diciembre de 1992, y marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre de 1993. Se realizaron un máximo de 34 estaciones, lo que permitió caracterizar áreas de contraste en la laguna Mar Muerto -ambiente de baja salinidad, hipersalinidad y marinos (fig. 1).

Se hicieron mediciones de temperatura ambiente y del agua con un termómetro convencional, salinidad con un refractómetro, profundidad con una sonda y transparencia con un disco de Secchi.

Actividades de gabinete. Se realizó un análisis de los factores físicos de la laguna temperatura ambiente, temperatura superficial del agua, transparencia, profundidad y salinidad para determinar las áreas contrastantes y su variación estacional, para lo cual se aplicó un análisis de factores a través del método de componentes principales.

Para la descripción en mapas de los grupos de estaciones clasificadas se utilizó la distancia media entre las estaciones que bordean a los grupos clasificados.

RESULTADOS

Caracterización de los factores abióticos. La temperatura ambiente presentó una variación de 20 grados centígrados en noviembre a 37 grados centígrados en mayo. Los valores promedio más bajos correspondieron a marzo, julio, noviembre y diciembre, y los más altos a abril y mayo. La tendencia general a partir de abril-mayo, fue una disminución de la temperatura hasta alcanzar los valores más bajos de noviembre a marzo (fig. 2).

El comportamiento de la temperatura del agua fue similar al comportamiento de la temperatura ambiente. La temperatura más baja del agua se registró en el mes de diciembre (21.5 grados centígrados) y la más alta en mayo (38.5 grados centígrados). Los valores promedio más bajos se presentaron de noviembre a marzo; a partir de marzo se observó un incremento hasta alcanzar los máximos valores de mayo a agosto, para disminuir posteriormente (fig. 2).

La salinidad presentó una variación de 13 ups en noviembre hasta 90 ups en mayo. Los valores promedio más bajos se presentaron de junio a noviembre, correspondientes a la época de lluvia. Los valores más altos se presentaron de diciembre a mayo (fig. 2).

La transparencia del agua (Secchi) varió desde 10 cm en octubre hasta 200 cm en marzo. La transparencia promedio de la laguna fue mayor durante la época de sequía y menor durante la época de lluvia (fig. 2).

En los meses correspondientes al final de la época de sequía (marzo-mayo), los registros de temperatura presentaron un gradiente, con los valores más altos en la parte más interna de la laguna, y disminuyeron hacia la boca. El área contigua a la boca, presentó los registros de temperatura más bajos. Desde junio hasta octubre (época de lluvia), los registros de temperatura fueron más homogéneos en toda la laguna, con una tendencia a ser ligeramente mayor en aguas somera y hacia la parte más interna de la laguna (fig. 3).

La distribución de la salinidad presentó un fuerte gradiente durante la época de sequía y al principio de la época de lluvias (diciembre a junio), con hipersalinidad en la mayoría de la laguna. Los valores más altos correspondieron a la parte más interna de la laguna, los cuales disminuyeron hasta alcanzar los valores del agua de mar hacia la boca. De julio a noviembre, que comprende la época de lluvias, el patrón observado durante la época de sequía se invierte, con los valores de salinidad más bajos hacia la parte más interna de la laguna, y los más altos hacia la boca (Fig. 4).

Los valores de transparencia presentaron un patrón de distribución general durante todo el año, con un gradiente de mayor transparencia del agua en el área de influencia marina, que disminuyó hacia el interior de la laguna. Este patrón fue más evidente durante la época de lluvia (fig. 5).

Como resultado del análisis de factores por componentes principales (salinidad, temperatura y transparencia), se observaron tres grupos de estaciones, que reflejaron en general las tres áreas mencionadas, y los

límites entre ellas fueron variables y por lo general coinciden con las partes estrechas que las separan (fig. 6). En la época de sequía se detectaron solo dos agrupaciones (fig. 7).

CONCLUSIONES

Caracterización de los factores abióticos. De acuerdo al comportamiento de los parámetros abióticos de la laguna, éstos reflejan un comportamiento estacional que también está asociado a la dinámica climática de la región. Esto se manifiesta claramente en los valores de temperatura ambiente, ya que los valores bajos corresponden principalmente con el periodo de sequía, y esporádicamente en algunos meses de la época de lluvias. Los valores bajos en el periodo de sequía se atribuyen a los vientos Tehuantepecanos, denominados en esta laguna como vientos Chicapa, los cuales son fríos y secos (Monreal Gómez y Salas de León, 1998), y aun cuando tienen menor intensidad respecto al Istmo de Tehuantepec, presentan un efecto directo en las condiciones locales, la temperatura ambiente y la del agua, ya que siguen un comportamiento similar. Al respecto, los valores bajos de temperatura durante la época de lluvia, Ocampo y Emilsson (1974) atribuyen este comportamiento en la laguna de La Joya-Buenavista, contigua a la laguna Mar Muerto, a la alta nubosidad que reduce la radiación solar, así como por los escurrimientos fluviales intensos que provienen de la sierra contigua de mayor altitud y menor temperatura.

Generalmente la salinidad promedio de la laguna, excede la salinidad marina (hipersalina) durante la época de sequía, resultado de la alta evaporación y la escasez de escurrimiento fluvial, contrario a lo que sucede durante la época de lluvia. Sobre la salinidad, Ocampo y Emilsson (1974) mencionan para la laguna La Joya-Buenavista, que en la época de sequía las isolíneas de salinidad (principalmente por efecto de las mareas) avanzan hacia el interior del sistema a una velocidad de 30 k/m/mes, lo cual también está asociado a la intensa

evaporación de la época de sequía, la ausencia de lluvia y los escasos aportes fluviales. Esta situación es similar en la laguna Mar Muerto, donde la parte más interna de la laguna alcanza valores de hipersalinidad, que disminuye hasta la Boca de Tonalá donde se encuentran características marinas. De la misma forma, Ocampo y Emilsson (1974) mencionan que en la época de lluvia, las isolíneas de salinidad mayores a 10 ups retroceden bruscamente, observándose valores menores a 10 ups lo que atribuyen a lluvias torrenciales. El comportamiento de la salinidad indica una expulsión y dilución del agua salada en el inicio de la época de lluvia y la incursión de agua marina en la época de sequía con tendencia a la hipersalinidad por la alta evaporación.

La transparencia también refleja la importancia de los aportes fluviales a la laguna, los que determinan una baja transparencia en la parte más interna y mayor transparencia hacia la Boca de Tonalá.

Es importante mencionar que la parte más interna es somera y de menor circulación, lo cual probablemente también influye para tener una mayor temperatura, y por tanto mayor evaporación y salinidad.

Los patrones observados pueden presentar modificaciones debido a periodos de sequía y por tanto al retraso o adelanto de la época de lluvia, como sucedió en el mes de agosto cuando se presentó un gradiente claramente antiestuarino.

De acuerdo al resultado del análisis de factores por componentes principales, se observa que en general hay tres áreas de características diferentes en la laguna, y que los límites entre ellas son variables y por lo general coinciden con las partes estrechas de la laguna. Puesto que estas tres áreas coinciden con las tres áreas geomorfológicas de la laguna, para motivos descriptivos, la parte más interna de la laguna se le denominará posteriormente como *subsistema eurihalino*, la parte media *subsistema de transición*, y la parte hacia la Boca de Tonalá *subsistema marino* (de influencia marina).

Los meses en que se detectaron estos tres subsistemas, coinciden con los meses en los que el gradiente de

salinidad fue débil, correspondiente a la época de lluvia, ya que es muy evidente el subsistema de transición entre el subsistema eurihalino y el subsistema marino. En la época de sequía se detectaron sólo dos subsistemas hidrológicos, época en la cual el gradiente de salinidad fue muy fuerte. Como resultado de la hipersalinidad hacia la parte más interna de la laguna, los subsistemas eurihalino y de transición observados en la época de lluvia conforman un solo subsistema en la época de sequía. Asimismo, es importante mencionar que en algunos meses los subsistemas mencionados anteriormente no son claros, lo que puede ser resultado de radicales cambios hidrológicos observados en los subsistemas de la laguna, resultado de una fuerte hidrodinámica determinada por diversos factores como son el efecto de los vientos (“nortes” en la época de sequía, y “surestes” en la época de lluvias), la variación de las mareas, los aportes pluviales y las sequías, en adición a que la laguna es muy somera, razón por la cual los factores mencionados tienen mayor impacto en la hidrodinámica de la laguna. Esta hidrodinámica se refleja en la distribución de sedimentos, ya que de acuerdo a Guilbert López (1996), la composición textural de los sedimentos de la laguna cambian evidentemente en las diferentes épocas climáticas, con una tendencia general de arena muy fina, fina y media en la parte más interna de la laguna, limos gruesos y arena muy fina en la parte central, y arena fina y media en el subsistema marino. La tendencia a presentarse arena gruesa y muy gruesa en el subsistema eurihalino, puede ser resultado del efecto de los vientos Tehuantepecanos que provienen del noreste (en la región se le denominan vientos “Chicapa”), cuya actividad erosiva puede transportar arena que se acumulan en esta parte de la laguna. La presencia de limos gruesos y arena muy fina en el subsistema de transición frente al río Tapanatepec, probablemente manifiesta la influencia de éste hacia la laguna. El predominio de arena fina en el subsistema marino es posible que indiquen el efecto del transporte litoral y

las mareas hacia el interior de la laguna a través de la Boca de Tonalá.

En general, los cambios estacionales en la laguna Mar Muerto se manifiestan en cambios de sus parámetros abióticos, que corresponden con las dos épocas climáticas de la región. En la época de sequía-vientos la laguna Mar Muerto tiene amplias variaciones de temperatura (desde 21.5 hasta 38.5 grados centígrados); los valores bajos de temperatura corresponden al principio de la época de sequía-vientos Tehuantepecanos, y los más altos al final de esta misma época. En la época de sequía-vientos Tehuantepecanos (marzo-mayo), la temperatura es mayor en el subsistema eurihalino, y disminuye hacia el subsistema marino; en la época de lluvias, y durante la época de vientos Tehuantepecanos (noviembre-diciembre) la temperatura tiende a ser homogénea en toda la laguna. El comportamiento de la temperatura se puede atribuir a que en la época de lluvias la temperatura disminuye por la alta nubosidad que reduce la radiación solar; asimismo, en noviembre y diciembre hay un mínimo en la temperatura que responde al descenso térmico de la región y el efecto de los vientos Tehuantepecanos.

Las variaciones de salinidad son muy grandes (desde 13 hasta 90 ups), con los valores más bajos en la época de lluvia y los más altos en la época de sequía-vientos Tehuantepecanos. La salinidad promedio de la laguna generalmente excede la salinidad marina, lo que caracteriza a la laguna como hipersalina. Durante la época de sequía-vientos Tehuantepecanos y en el principio de la época de lluvias, la laguna se comporta como un anti-estuario; durante la época de lluvia, el patrón observado es inverso al de la época de sequía, y esto se atribuye a los escurrimientos fluviales intensos, que se reflejan en la disminución de la salinidad. La transparencia promedio de la laguna es mayor durante la época de sequía y menor durante la época de lluvia, lo que también refleja la importancia de los aportes fluviales.

De acuerdo a la salinidad, temperatura y transparencia, la laguna Mar Muerto se puede dividir en tres

subsistemas hidrológicos. Uno comprende la parte más interna de la laguna con grandes variaciones de salinidad y temperatura durante el año, alta turbidez, somero (profundidad promedio 1m), con escasa vegetación costera, y grandes extensiones de algas verdiazules en la parte oeste. Otro está en contacto directo con el mar a través de la Boca de Tonalá, de mayor profundidad, con menor variación de salinidad y temperatura, y alta transparencia del agua; presenta abundante vegetación litoral, así como amplias praderas de pastos marinos y praderas de algas; tiene un delta interno resultado del flujo de marea que deposita sedimentos arenosos hacia el interior de la laguna, y las condiciones marinas prevalecen la mayor parte del año. La parte central de la laguna representa una unidad de transición entre el subsistema eurihalino y el subsistema marino; cuando el gradiente salino es débil, este subsistema es muy evidente; cuando el gradiente salino es fuerte, conforma una unidad con la parte más interna de la laguna. Estas tres áreas de la laguna reciben el nombre de *subsistema eurihalino*, *subsistema marino* y *subsistema de transición*, respectivamente.

A partir de lo anterior, se puede concluir que la Laguna Mar Muerto se divide en tres subsistemas hidrodinámicos con las siguientes características:

1. *Subsistema eurihalino*. Es la parte más interna de la laguna Mar Muerto (fig. 8), con grandes variaciones de salinidad durante el año. La vegetación costera litoral es escasa, la profundidad es muy somera con un promedio de 1 m y presenta arena media, fina y muy fina, en la porción oeste hay grandes extensiones de algas verdiazules.

2. *Subsistema de transición*. Este subsistema constituye la parte media de la laguna y representa una unidad de transición entre el subsistema eurihalino y el subsistema marino. Cuando el gradiente salino en la laguna es débil se forma este subsistema. Conforman un subsistema con el subsistema eurihalino cuando el gradiente salino es más fuerte. Se caracteriza por una vegetación litoral de manglar de bajas dimensiones,

una zona de forma triangular con profundidad de hasta 4 m (El Escopetazo) y sedimentos predominantes de limos gruesos. Las estrechas zonas que la conectan con el subsistema eurihalino y el subsistema marino se ubican las Islas Palizada y Punta Chal, respectivamente, que contribuyen a limitar la circulación del agua entre las tres áreas. En la parte suroeste se forman áreas de inundación donde se distribuyen algas verdiazules, y contigua a estas áreas el fondo está caracterizado por gran abundancia de conchas de mejillones (fig. 8).

3. *Subsistema marino*. Esta subsistema tiene una fuerte influencia marina a través de la Boca de Tonalá (fig. 8). Esta es la región más profunda, caracterizada por abundante vegetación litoral donde predomina el mangle. El margen costero sur hacia la Boca de Tonalá se caracteriza por ser muy somero, que difícilmente excede 1 m de profundidad, en el que se localizan amplias praderas de pastos marinos. El margen costero opuesto también es somero donde hay amplias praderas de algas verdes. En la cuenca central hay un canal de hasta 5 m de profundidad en dirección noroeste-sureste. Hacia la barra de Tonalá se presenta un delta interno resultado del flujo de marea que deposita sedimentos arenosos (arenas fina y media) hacia el interior de la laguna. Las condiciones marinas prevalecen la mayor parte del año.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa por el apoyo institucional y económico para la realización del presente estudio. El trabajo deriva del proyecto de investigación *Diagnóstico de la biodiversidad del sistema Zanjón-Estero La Ventosa y el río Tehuantepec, Oaxaca, México* (UAM-I/CBS, 1999-2003) y actualmente forma parte del proyecto *Diagnóstico ecológico de sistemas acuáticos de México, como base para su gestión ambiental* (UAM-I/CBS, 2011-2014).

Las actividades de campo fueron apoyadas por la cooperativa pesquera Progresistas del Mar, La Gloria, Chiapas. Al respecto, un agradecimiento especial a los

señores Apolinar López Lorenzana, Armando Torres, José Luis Ramírez y Alberto Marroquí.

LITERATURA CITADA

ÁLVAREZ DEL VILLAR Y J. DÍAZ PARDO, 1973. *Estudio bioecológico Mar Muerto, Chiapas*, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, 85 pp.

CERVANTES-CASTRO, D., 1969. Estabilidad del acceso a la laguna Mar Muerto, Chiapas, México, en Ayala-Castañares, A. y F.B. Phleger (eds.), *Lagunas costeras un simposio*, Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras, UNAM-UNESCO, nov. 28-30, 1967, México, D.F.: 367-376.

GUILBERT LÓPEZ, E.A., 1996. *Análisis sedimentológico y su correlación faunística de la laguna de Mar Muerto, Oaxaca, México*, Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 75 pp.

MONREAL GÓMEZ M.A. Y D.A. SALAS DE LEÓN, 1998. Dinámica y estructura termohalina, cap. 2, en M. Tapia-García (ed.) *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, pp. 13-26.

OCAMPO R. E. Y I. EMILSSON, 1974. Investigaciones sobre el tipo hidrológico de las lagunas litorales la Joya-Buenavista, en *Anales del Instituto de Geofísica, UNAM*, 20: 21-36.

STATSOFT, 1998. *Statistica for windows* (Volume III), StatSoft, USA, s.p.

TAPIA-GARCÍA, M., 1997. *Estructura e interacciones ecológicas de las comunidades de peces de la plataforma continental y la laguna Mar Muerto, en el Golfo de Tehuantepec, al sur del Pacífico Mexicano*, Tesis de doctorado en Ciencias del Mar, UACPyP del CCH, ICML-UNAM, México, 135 pp.

TAPIA-GARCÍA, M., E. RAMOS-SANTIAGO Y A. AYALA-CORTÉS, 1998. La actividad humana y su impacto en la zona costera, con énfasis en el Istmo de Tehuantepec, cap. 15, en M. Tapia-García (ed.) *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, pp. 209-228.



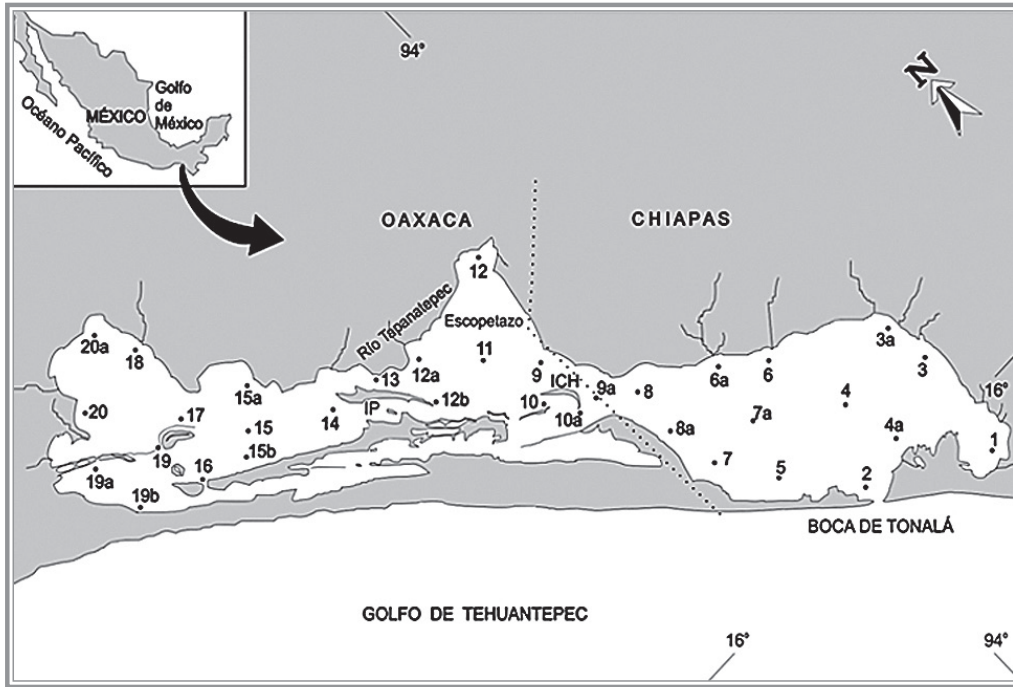


Figura 1 ■ Laguna del Mar Muerto. Se indica la red de estaciones de muestreo. IP= Isla Palizada, ICH= Isla Punta Chal.

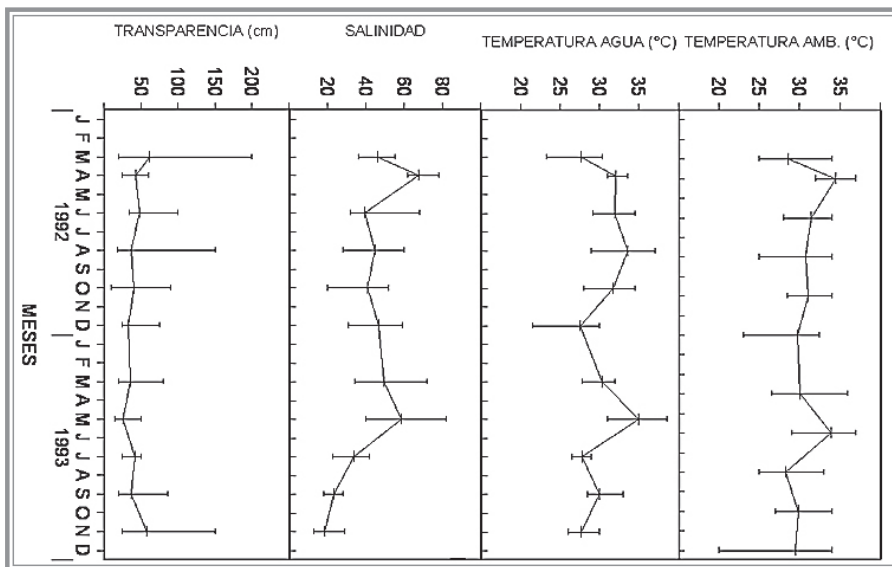


Figura 2 ■ Variación anual de la temperatura ambiente y la temperatura, salinidad y transparencia del agua en la laguna del Mar Muerto. Se indican los valores máximos y mínimos.

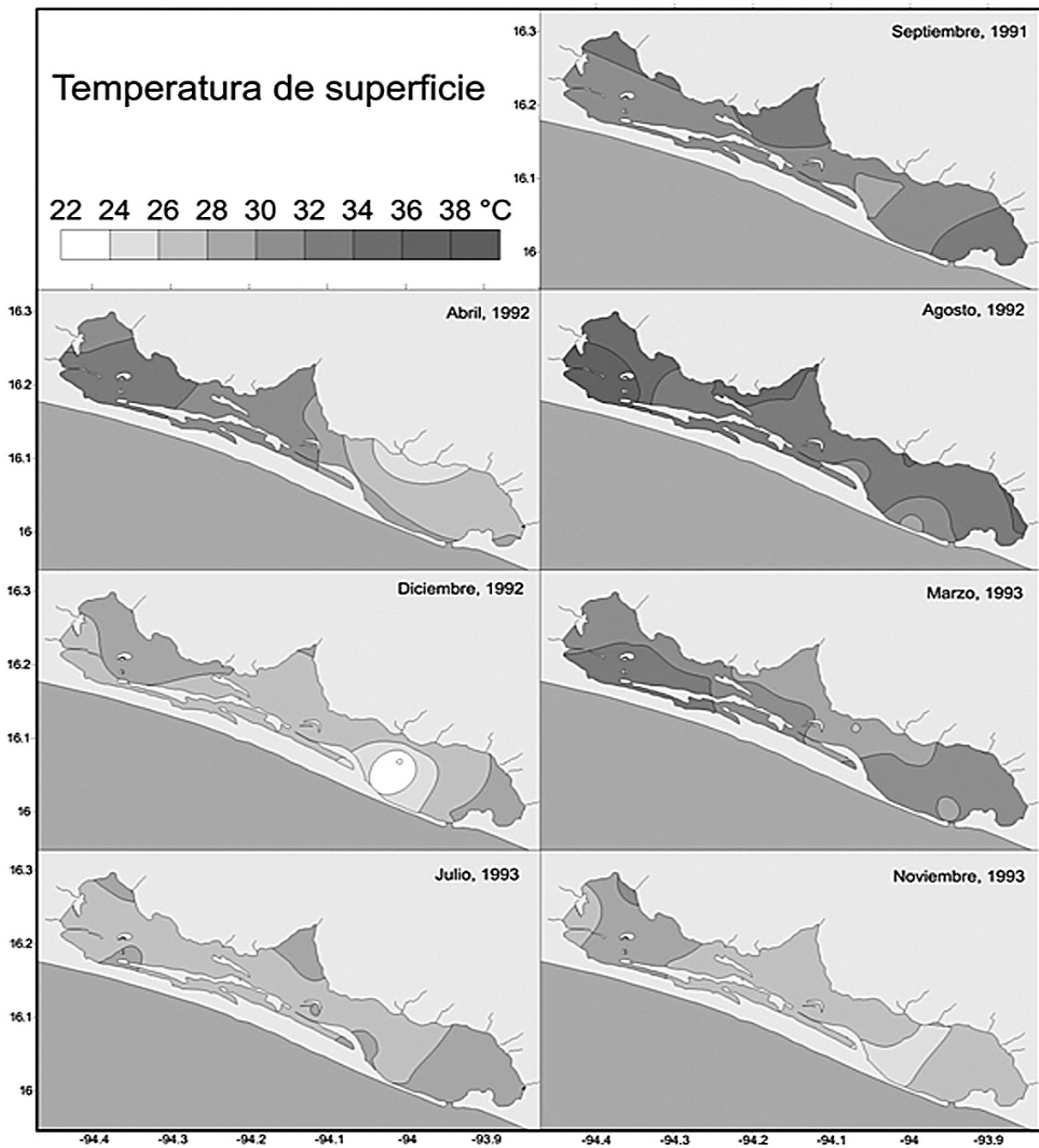


Figura 3 ■ | Distribución de la temperatura superficial en la laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a las épocas de sequía y lluvia.

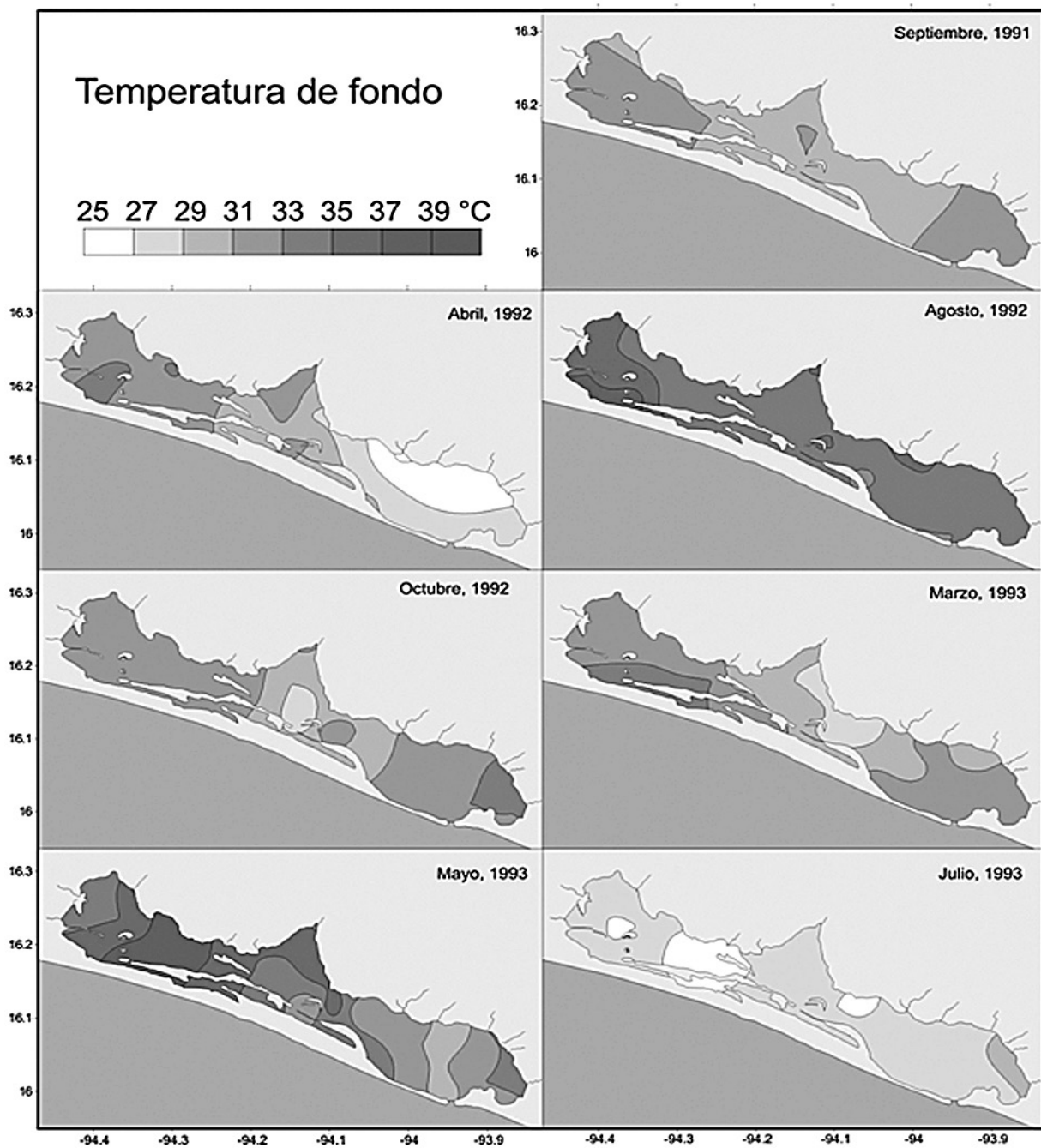


Figura 4 ■ | Distribución de la temperatura de fondo en la laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a las épocas de sequía y lluvia.

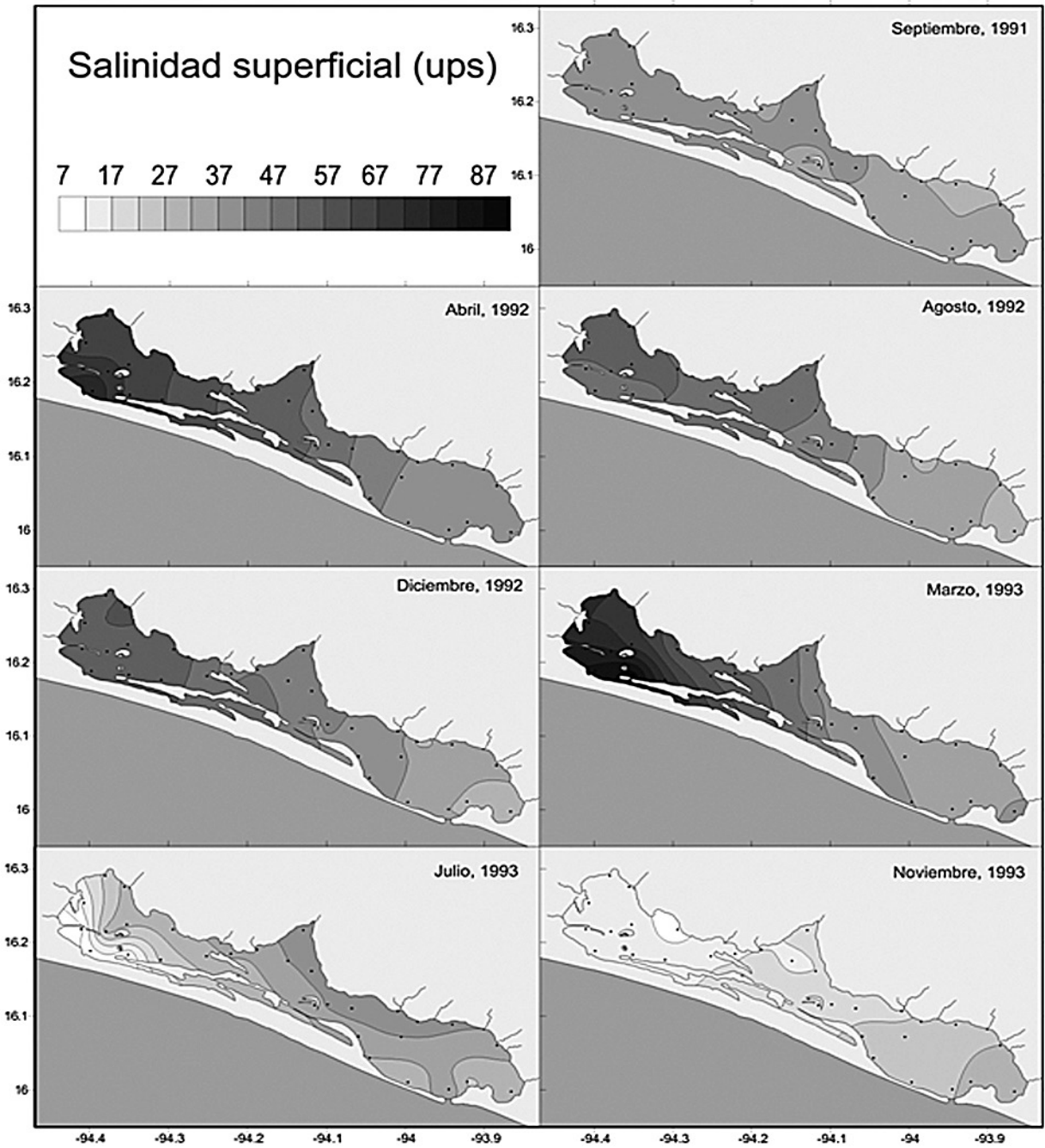


Figura 5 ■ | Distribución de la salinidad superficial en la laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a las épocas de sequía (mayo) y lluvia (septiembre).

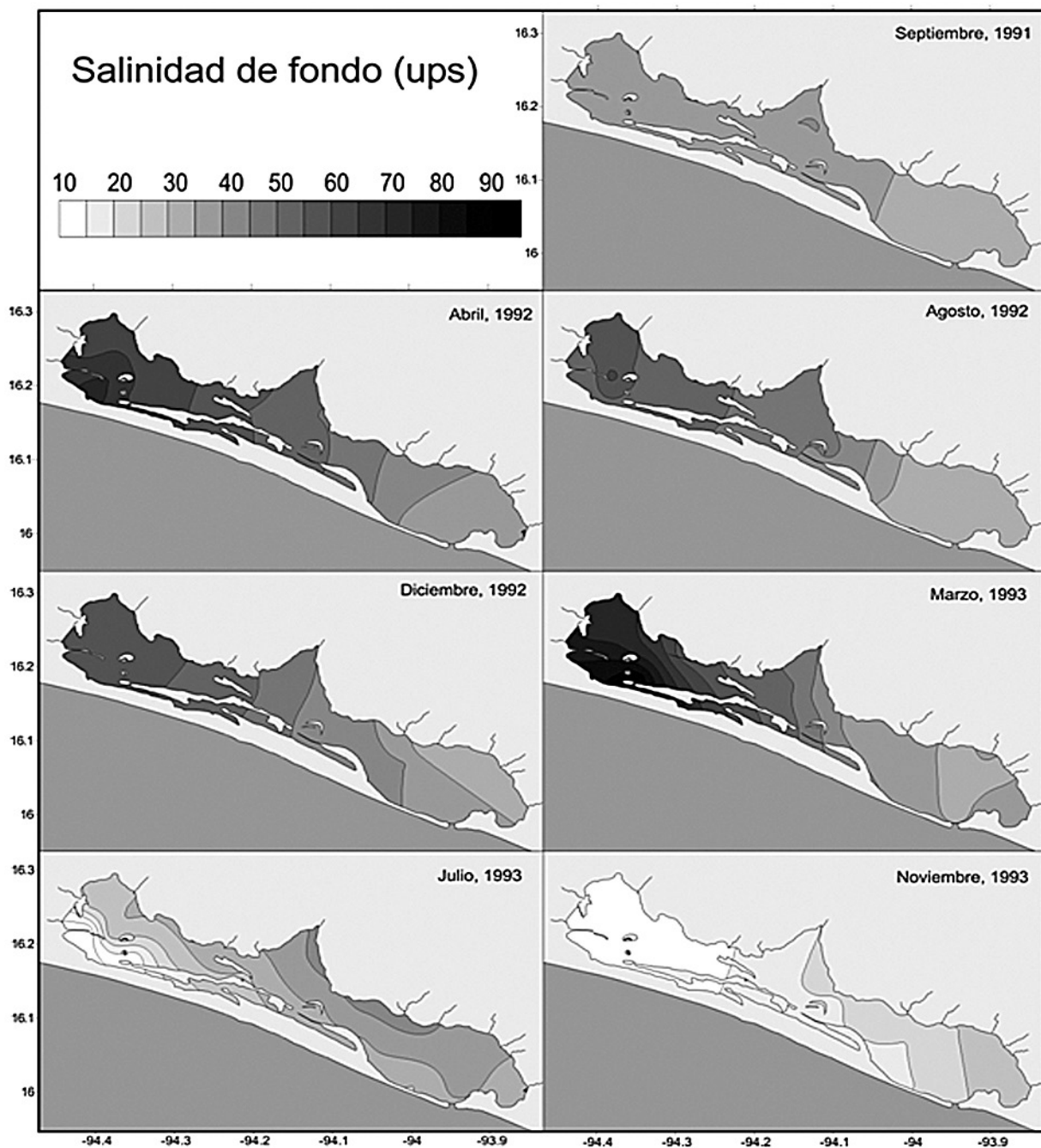


Figura 6 ■ | Distribución de la salinidad de fondo en la laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a las épocas de sequía y lluvia.

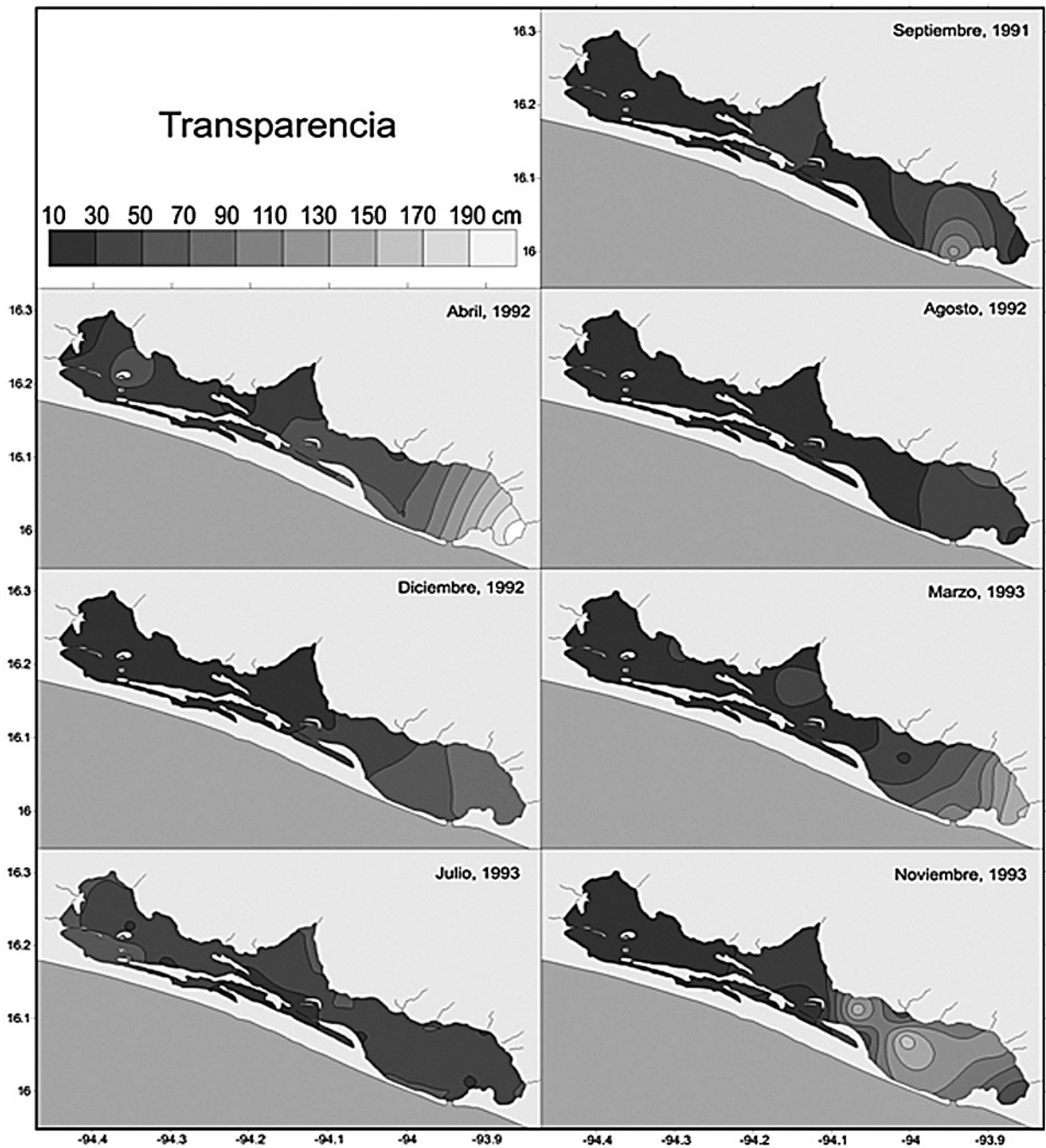


Figura 7 ■ | Distribución de la transparencia del agua en la laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a las épocas de sequía y lluvia.

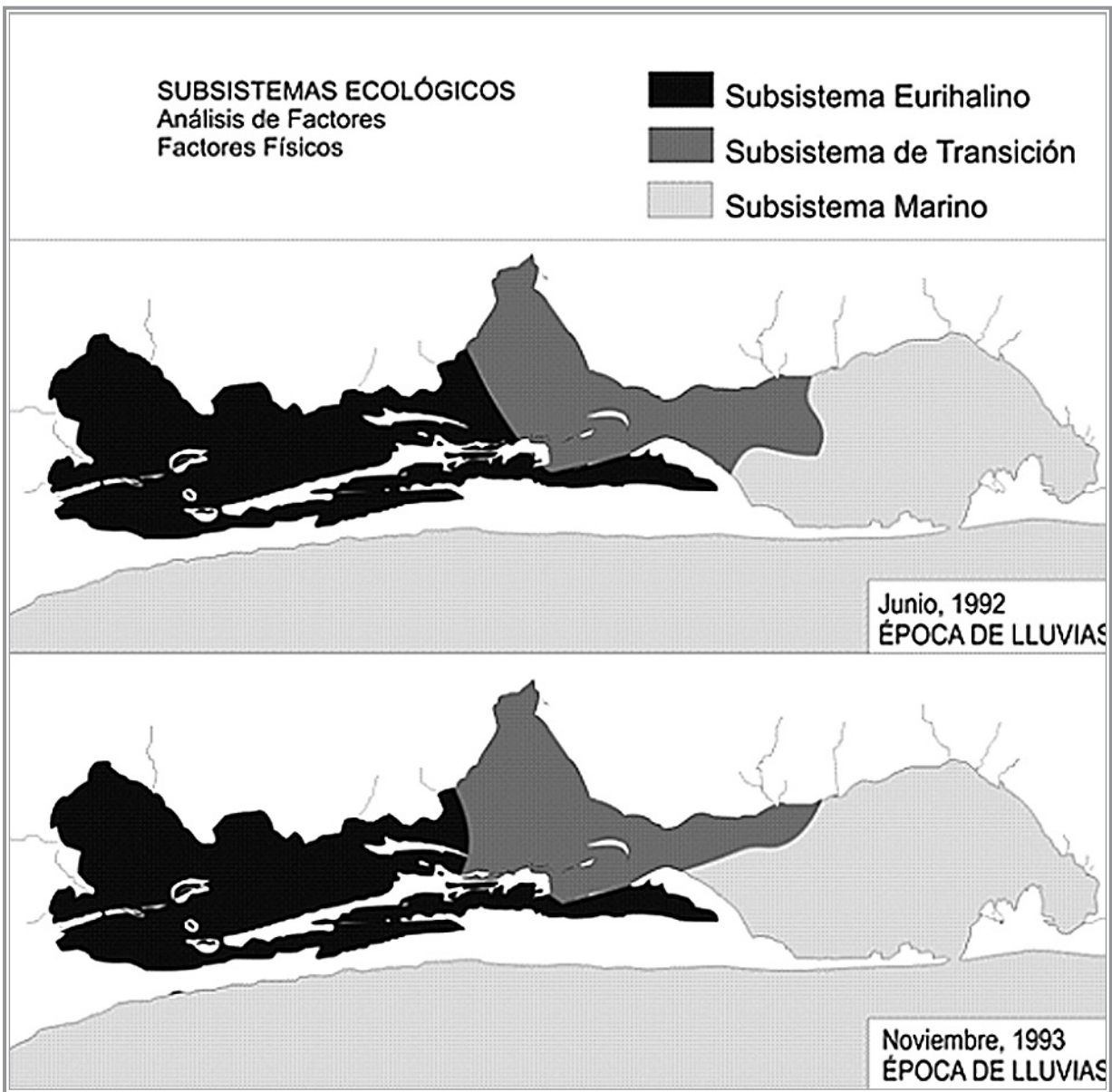


Figura 8 ■ | Subsistemas ecológicos de la laguna del Mar Muerto derivado del análisis de factores por componentes principales de la salinidad, temperatura y transparencia del agua, correspondiente a la época de lluvia.

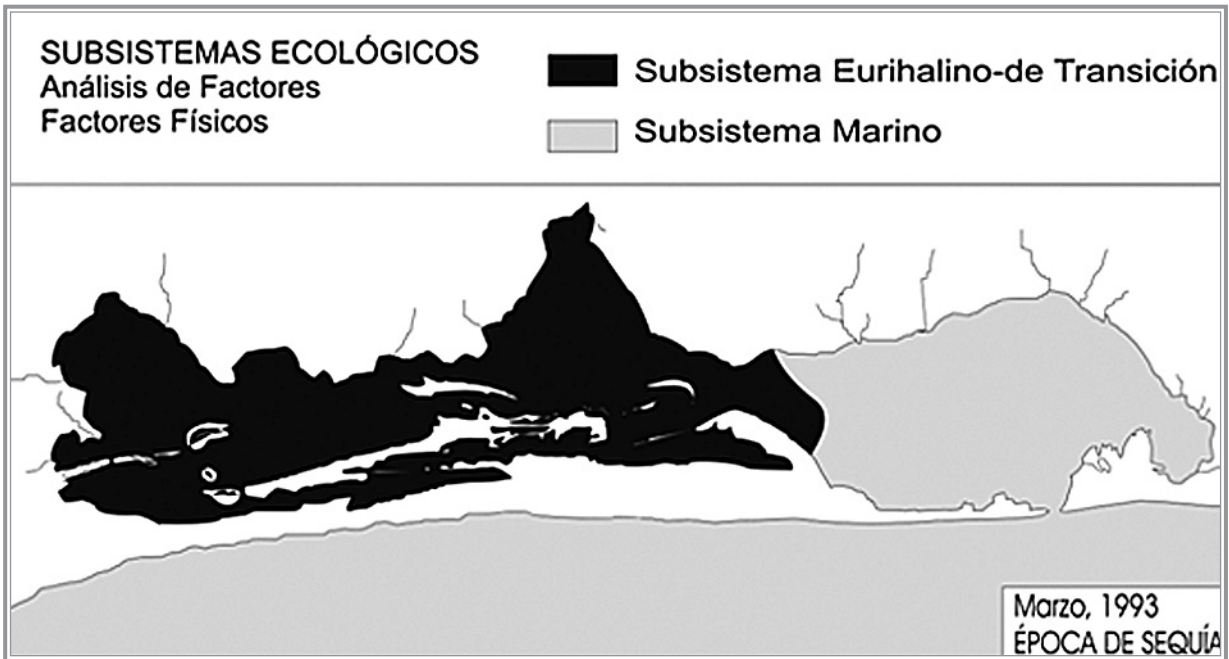


Figura 9 ■ Subsistemas ecológicos de la laguna del Mar Muerto derivado del análisis de factores por componentes principales de la salinidad, temperatura y transparencia del agua (parte inferior) correspondiente a la época de sequía (marzo).

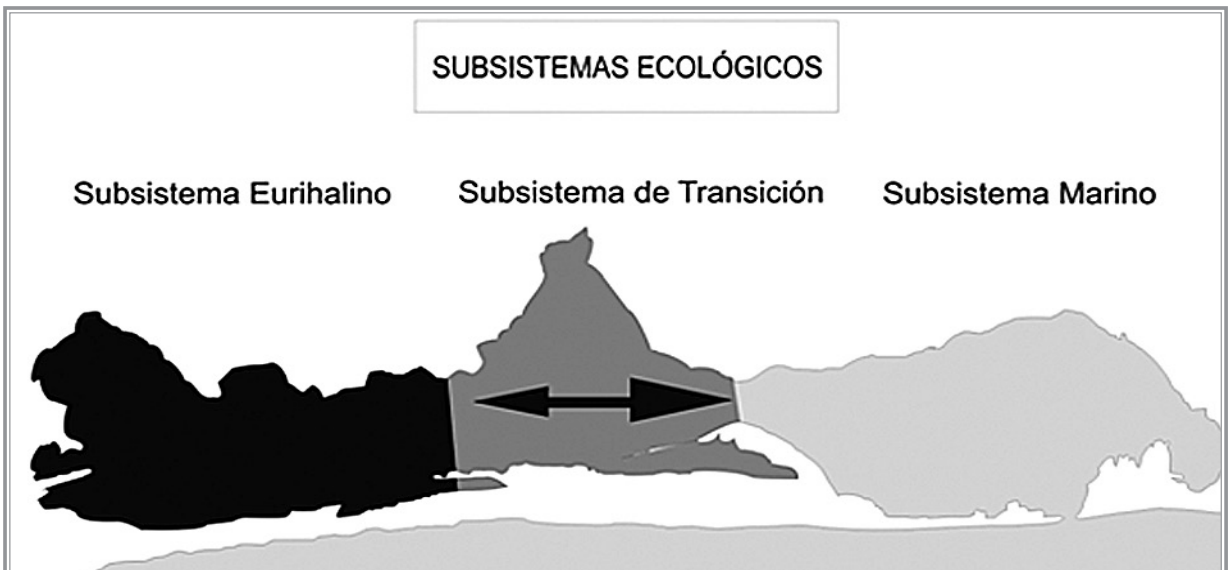


Figura 10 ■ Subsistemas ecológicos de la laguna del Mar Muerto. El subsistema de transición es variable y su presencia o dimensión cambia durante el año.