

## ANÁLISIS FITOSOCIOLOGICO DE LOS SALADARES Y MANGLARES DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO

JOSE DELGADILLO

Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California,  
Ensenada, B. C. México

MANUEL PEINADO

MARCELINO DE LA CRUZ

Departamento de Biología Vegetal. Universidad de Alcalá de Henares.  
28871 Alcalá de Henares (Madrid), España

JOSE M<sup>a</sup> MARTÍNEZ-PARRAS

I.B. Luca de Tena, Sevilla, España

FRANCISCO ALCARAZ

ANTONIO DE LA TORRE

Departamento de Biología Vegetal. Universidad de Murcia, España

### RESUMEN

Se realiza un estudio fitosociológico de las comunidades de plantas vasculares existentes en los saladares y manglares de la península de Baja California. Aplicando la metodología fitosociológica sigmatística se han reconocido un total de 16 asociaciones, para cada una de las cuales se comentan diversos aspectos dinámicos, estructurales, ecológicos, biogeográficos, florísticos y sintaxonómicos. Además, se discute la zonación existente en los saladares y manglares estudiados.

### ABSTRACT

A phytosociological study of Baja Californian salt marshes and mangroves is made. The sigmatistic phytosociological approach is used to describe the zonation of sixteen recognized associations and to define the optimum zone of several halophilous plants and communities. Ecological, structural and biogeographical data are provided for every association, and its syntaxonomical position is discussed.

### INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es mostrar el análisis fitosociológico realizado sobre las comunidades de plantas vasculares de los saladares y manglares existentes en ambas costas de la península de Baja California. La revisión bibliográfica realizada pone de relieve que aunque existen numerosos trabajos acerca de la autoecología, sinecología y ecofisiología de plantas y comunidades existentes en los saladares de las costas de California y, en general, en las costas del Pacífico (Macdonald, 1988; Macdonald & Barbour,

1974; Rzedowski, 1978), hasta la fecha no se han realizado estudios fitosociológicos sigmatísticos de las comunidades que aparecen en estos frágiles ecosistemas.

La fitosociología sigmatista o de Zurich-Montpellier es una metodología de análisis de la vegetación que se ha aplicado con profusión en todo el mundo (Braun-Blanquet, 1968; Westhoff & van der Maarel, 1973; Whittaker, 1973); pese a ello, y por razones históricas que aparecen sumariadas en Whittaker (1973), esta metodología no ha sido desarrollada en Norteamérica, excepción hecha del Canadá donde se ha introducido gracias a la escuela fitosociológica francesa. Algunos ecólogos estadounidenses han puesto de relieve la necesidad de aplicar la metodología fitosociológica para la clasificación de las comunidades norteamericanas (Major: In Barbour & Major, 1988: 1004; Rundel & Vankat, 1989: 128). Por otra parte, de acuerdo con Chapman (1960: 11), el sistema Zurich-Montpellier representa el mejor método para el estudio de la vegetación de saladares.

Con el propósito de clasificar las comunidades vegetales del suroeste de Norteamérica aplicando el método fitosociológico, iniciamos en 1989 una línea de investigación cuyos primeros resultados se presentan ahora. Con anterioridad (Peinado et al., 1992, en prensa) se ha realizado una descripción de las asociaciones vegetales existentes en los saladares californianos; en ese artículo se realizaron diversas propuestas sintaxonómicas que son ahora aplicadas al estudio de los saladares y manglares bajacalifornianos. Estos ecosistemas bajacalifornianos han merecido poca atención hasta la fecha y, en la mayoría de los casos, sólo han sido mencionados en obras generales sobre la vegetación de los desiertos de Baja California (cf. Rzedowski, 1978). Sobre la zonación de los saladares del estuario del río Tijuana han publicado Zedler (1975, 1977), y Zedler & Nordby (1986), mientras que los saladares de la bahía de San Quintín han sido trabajados por Dawson (1962) y Neuenschwander et al. (1979). Estas son las principales referencias existentes acerca del objeto de este trabajo.

## MATERIAL Y METODOS

La zona de estudio se extiende desde el estuario del río Tijuana (32° 35' N, 117° 07' W), en San Diego County, California (aproximadamente a 5 km al norte de la frontera con Baja California), hasta el Llano de Magdalena (24° N), en Baja California Sur. Se incluyen también en este trabajo las costas del Golfo de California situadas al norte de los 24°. Aunque el trabajo se centra principalmente en los saladares incluidos en estos límites, se han muestreado también otras zonas alejadas del área, con objeto de obtener datos comparativos precisos de determinadas comunidades.

La mayor parte de los saladares descritos en este artículo se incluyen en la zona climática en la cual la evaporación anual excede a la precipitación, y pertenecen a los grupos fitogeográficos Mediterráneo seco y árido, descritos por Macdonald (1976), los cuales presentan una originalidad florística y ecológica acusada y guardan evidentes similitudes con otros ecosistemas de saladares de tipo mediterráneo estudiados por algunos de los autores (Alcaraz, 1984; Alcaraz et al., 1989; Peinado & Martínez-Parras, 1985; Peinado, Alcaraz & Martínez-Parras, 1992). El límite meridional se estableció en el paralelo 24 porque al sur de éste comienzan a aparecer los ecosistemas tropicales y los saladares ceden su lugar a los manglares.

Las localidades estudiadas aparecen en el pie de los correspondientes cuadros fitosociológicos. En cada una de las localidades se analizaron diversos parámetros: zonación, composición florística, medidas microtopográficas y análisis fitosociológico. La zonación fue interpretada mediante transectos levantados desde la línea de marea hasta el límite de la vegetación halófila tierra adentro. A lo largo de los transectos se seleccionaron varias parcelas en función de su homogeneidad ecológica detectada por la uniformidad florística. La elección del tamaño de las parcelas descansó en el concepto del área mínima, definida como un área representativa desde el punto de vista florístico y cuyo tamaño depende del número de especies, del tamaño de los individuos y de su forma de agrupamiento. Con este criterio, el área de cada parcela muestreada oscila desde un metro cuadrado para las comunidades florísticamente muy homogéneas y dominadas por plantas de pequeña talla, hasta más de un centenar de metros cuadrados para el caso de los ecosistemas forestales del manglar.

En cada parcela se tomaron los siguientes datos: estimación de la cobertura total de la comunidad y de cada planta, altura media de la vegetación, estado biotípico y fenológico de las plantas dominantes, y se realizó un inventario fitosociológico. La base fundamental de este trabajo es el análisis fitosociológico según los conceptos, términos y métodos de la escuela fitosociológica de Zurich-Montpellier, para la descripción y clasificación de la vegetación.

La descripción de las asociaciones (cuadros 4-16), fue realizada mediante el análisis de los inventarios florísticos, en los cuales cada especie fue valorada con dos índices: abundancia-cobertura y sociabilidad. La abundancia es una estimación del número de individuos de cada especie existentes en la parcela inventariada. El grado de cobertura fue estimado como la proyección vertical de todas las partes aéreas de los individuos de cada especie, reflejándose como un porcentaje del área total de la parcela. El índice de abundancia-cobertura fue calculado simultáneamente en una sola estimación combinada (Braun-Blanquet, 1968), cuyos valores son los siguientes:

- + = planta escasa con un valor de cobertura muy pequeño,
- 1 = individuos bastante abundantes pero con baja cobertura,
- 2 = individuos muy abundantes con cobertura escasa o bien cubriendo menos de 1/4 de la superficie muestreada,
- 3 = cualquier número de individuos, pero cubriendo entre 1/4 y 1/2 de la superficie,
- 4 = cualquier número de individuos, pero cubriendo entre 1/2 y 3/4 de la superficie,
- 5 = cualquier número de individuos, pero cubriendo más de 3/4 de la superficie.

La sociabilidad es la forma de agruparse los individuos de una especie dada en cada parcela. En los estudios sociológico-florísticos, la sociabilidad es estimada con la escala de Braun-Blanquet (1968). Así, en un inventario, cada especie va acompañada de dos índices: el primero es el grado de abundancia-cobertura, mientras que el segundo es el grado de sociabilidad, estimado de acuerdo con los siguientes índices:

- 1 = individuos aislados,
- 2 = individuos creciendo en pequeños grupos,
- 3 = individuos creciendo en grupos mayores (pequeños rodales o almohadillas),
- 4 = individuos creciendo en colonias o rodales extensos,
- 5 = grandes poblaciones de la misma especie.

El valor de cada especie en asociaciones diferentes ha sido ponderado por el grado de presencia y cobertura. El índice de presencia (cuadros 2, 3) pone de relieve la aparición de un taxon en una comunidad, calculado en porcentaje ( $n/N \times 100$ ), siendo  $n$  el número de inventarios en que aparece el taxon en una comunidad y  $N$  el número total de inventarios de la comunidad. Los porcentajes obtenidos se han expresado mediante la escala de seis valores de Braun-Blanquet modificada por Géhu & Rivas-Martínez (1981), expresada en números romanos:

- V = Especie presente entre 81 y 100% de los inventarios,
- IV = Especie presente entre 61 y 80% de los inventarios,
- III = Especie presente entre 41 y 60% de los inventarios,
- II = Especie presente entre 21 y 40% de los inventarios,
- I = Especie presente entre 11 y 20% de los inventarios,
- + = Especie presente en menos de 11% de los inventarios.

Los índices de esta escala van acompañados del valor de cobertura. El valor de cobertura de cada especie en las diferentes asociaciones recogidas en el cuadro 2 fue medido aplicando la fórmula  $C=(Q/R) \times 100$ , donde  $C$  es el valor de cobertura,  $Q$  es la suma de los porcentajes de cobertura de una especie en cada inventario y  $R$  es el número de inventarios realizados de cada asociación.

Además del análisis florístico-ecológico de los inventarios, se realizó un análisis de grupos (cluster) para verificar la clasificación fitosociológica. Las técnicas empleadas y los resultados obtenidos en este análisis aparecen en Peinado et al. (1992).

La nomenclatura de las plantas está de acuerdo con Wiggins (1980), excepto en el caso de la taxonomía de Salicorniaceae en la que seguimos a Scott (1977). Por otra parte, la distribución geográfica de los halófitos californianos que aparece en Macdonald & Barbour (1974), ha sido de gran ayuda para estimar la corología de las diferentes comunidades o sintáxones. La nomenclatura de estos es acorde con las reglas del Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Barkman, Moravec & Rauchert, 1986).

## RESULTADOS

### Sucesión y zonación en ecosistemas halófilos

Una de las características más sobresalientes de la vegetación de saladares es su frecuente división en diferentes zonas. Estas zonas son la consecuencia de los procesos de zonación y sucesión, siendo esta última la expresión temporal de la dinámica de las comunidades, mientras que la zonación es la expresión espacial de esa dinámica.

La zonación en este tipo de ecosistemas dominados por halófitos parece ser un fenómeno de jurisdicción universal, según se desprende de la obras de Chapman (1960) y Adams (1991). La zonación de especies y comunidades de plantas ha sido descrita tanto en Europa (Alcaraz et al., 1989; Beeftink, 1977; Beeftink & Géhu, 1973; Christiansen, 1955; Géhu & Géhu-Franck, 1984; Géhu & Rivas-Martínez, 1983; Gillham, 1957; Nordhagen, 1944; Peinado & Martínez Parras, 1985; Peinado, Alcaraz & Martínez Parras, 1992; Richards, 1934; Rivas-Martínez et al., 1980, 1984, etc.) como en el este de Norteamérica

(Adams, 1963; Anderson, 1974; Grandtner, 1976, 1984; Johnson & York, 1915; Miller & Egler, 1950; Taylor, 1938, etc.) y a escala mundial (Chapman, 1934, 1960, 1974; Den Hartog, 1970; Ranwell, 1972; Reimold & Queen, 1974; Waisel, 1972). Pese a ello y debido a la escasez de datos cuantitativos (Macdonald, 1988: 283) existe una cierta controversia acerca de la existencia o no de una zonación en los saladares del Pacífico.

Purer (1942) sugirió por primera vez la existencia de tres áreas principales de plantas dentro de los saladares de San Diego County, California; las zonas definidas por Purer fueron denominadas como saladares bajo, medio y alto (Mudie, 1970). Vogl (1966), utilizando la frecuencia de especies y los datos de cobertura en saladares de Newport Bay, definió tres zonas de vegetación (alta, media y baja) en los saladares de California. Por su parte Macdonald (1969) caracterizó la zonación de los saladares de Mission Bay, en San Diego County, a través de la duración de los periodos de inundación y exposición de la máxima marea en sucesivas elevaciones. Posteriormente, trabajos sobre los saladares de Baja California (Thorsted, 1972; Neuenschwander, Thorsted & Vogl, 1979) han reconocido la existencia de estas tres zonas, que son semejantes a las descritas para California por Ferren (1985), Henrickson (1976), Mahall & Park (1976a), Mudie (1970), Zedler (1982) y Zedler & Nordby (1986).

Por nuestra parte, hemos podido comprobar que la zonación existente en los saladares de California y Baja California (excepción hecha en este último territorio de los manglares) es del todo análoga a la presente en los territorios europeos que tienen un clima de sequía estival y lluvias invernales semejante al que domina en el suroeste de Norteamérica. Como en el caso de otros ecosistemas existentes en el suroeste de Norteamérica y en el Mediterráneo europeo, se trata a todas luces de un fenómeno de convergencia ecológica de base fundamentalmente climática.

En este trabajo se pone de relieve la existencia de una clara zonación de comunidades dentro de los saladares, en especial en la zona comprendida entre los niveles máximo (NAP) y mínimo (NBP) alcanzados por el agua durante la pleamar. En los cuadros 2 y 3 se refleja la distribución de las diferentes asociaciones de plantas, cuya área se corresponde con distintas zonas del saladar; aunque dentro de éste no existe una zonación de comunidades uniformes separadas por abruptas fronteras, la separación entre las áreas de las diferentes comunidades - delimitadas entre sí por ecotonos progresivamente cambiantes - puede detectarse gracias a la dominancia de una o dos especies, que alcanzan su máxima vitalidad en determinada zona. Estas especies han sido consideradas como características de cada asociación de las descritas más abajo.

La zonación de las marismas, esteros y saladares bajacalifornianos extratropicales puede resumirse de la siguiente forma: la marisma baja está ocupada por dos asociaciones dominadas por perennes, *Spartinetum foliosae* y *Sarcocornietum pacificae*. La primera asociación se extiende desde el límite inferior del saladar, que se encuentra en el nivel más bajo alcanzado por el agua durante la pleamar (NBP); es decir, la zona de *Spartina foliosa* empieza por encima del nivel inferior del área intermareal expuesta cada 24 hrs (Macdonald, 1988). Por debajo de este nivel, la turbidez del agua impide la entrada de luz para una óptima actividad de la fotosíntesis y, por consiguiente, no puede prosperar *Spartina foliosa* (Hubbard, 1969; Grisswold, 1988). Debajo del NBP domina la vegetación fanerogámica que alcanza mayores profundidades: las comunidades de *Zostera marina*, las cuales se extienden aproximadamente entre el NBP y el nivel más bajo de bajamar (NBB).

De esta forma, los saladares emergen sobre arenas y lodos habitados comúnmente por organismos bentónicos y cubiertos por algas y zosteras. Las poblaciones de *Zostera marina* retardan la erosión por el flujo de la marea, de lo que resulta una continua y cada vez mayor acumulación de sedimentos; como, por otra parte, las raíces extensivas de *Zostera marina* protegen la acumulación de estos sedimentos frente a la erosión, se inicia así la colonización sucesional de las aguas próximas al litoral, que culminará en la zonación halófila terrestre.

Una vez estabilizados los sedimentos pueden instalarse las comunidades de *Spartina foliosa*, que forman una banda cerrada por encima del NBP, delimitando una zona extremadamente húmeda aun en la bajamar, la cual se extiende hasta aproximadamente 30-40 cm por arriba del nivel medio del mar (NMM). A alturas superiores, entre los 40-60 cm, cerca ya del NAP, es posible la existencia de individuos aislados de *Spartina foliosa* (cuadro 2, columna 2; cuadro 3, columnas 2, 3), pero en estos niveles sobre el NMM se hacen cada vez más frecuentes los caméfitos suculentos del *Sarcocornietum pacificae*. Estos inventarios indican el ecotono entre las asociaciones *Spartinetum foliosae* y *Sarcocornietum pacificae*.

Varios autores han trabajado sobre la autoecología de *Spartina foliosa* y *Sarcocornia pacifica* y sobre los ecotonos entre el área ocupada por ambas especies (Adams, 1963; Barbour, 1970; Barbour & Davis, 1970; Grisswold, 1988; Mahall & Park, 1976a, b, c; Macdonald, 1988; Phleger, 1971; Purser, 1942; Zedler, 1975, 1982) y han demostrado que *S. foliosa* tolera períodos muy largos de inundación pero soporta menos la salinidad que *S. pacifica*. Como la salinidad se incrementa tierra adentro, el *Sarcocornietum pacificae* sustituye progresivamente al *Spartinetum foliosae*. Grisswold (1988) sugiere que las condiciones extremas para *S. foliosa* en California son la hipersalinidad y la sequía.

De acuerdo con nuestros datos, la salinidad parece ser un factor limitante fundamental, habida cuenta que el límite superior alcanzado por *S. foliosa* en los saladares californianos coincide con la media de los NAP, una zona donde la salinidad alcanza sus valores máximos (Chapman, 1960; Macdonald, 1988; Mudie, 1970; Ranwell, 1972; Mahall & Park, 1976b). En estos niveles comienza a dominar el *Sarcocornietum pacificae*, el cual se extiende hasta unos 70 cm por encima del NMM. El incremento de la salinidad del agua tierra adentro (alrededor del NAP) puede resultar aparentemente contradictorio, pero está relacionado con el fenómeno encontrado por Lindberg & Harris (1973) de que el agua de las mareas altas tiende a ser más salina que la de las mareas bajas.

*Spartinetum foliosae* y *Sarcocornietum pacificae* son las comunidades dominantes en las zonas más bajas de los saladares; no obstante, los espacios abiertos existentes en el área de ambas asociaciones son colonizados por comunidades monoespecíficas de *Salicornia bigelovii*. Las comunidades de terófitos crasicuales, con aspecto y ecología idénticos al *Salicornietum bigelovii* del sur de California y Baja California, son frecuentes en los saladares mediterráneos y atlánticos, y se incluyen en la clase *Thero-Salicornietea*, que agrupa a la vegetación pionera que habita lagunazos intermareales, fangos litorales inundados y microdepresiones encharcadas que son tan frecuentes en marismas y saladares.

*Spartinetum foliosae*, *Salicornietum bigelovii* y *Sarcocornietum pacificae* son las tres asociaciones que constituyen el denominado saladar bajo por los autores norteamericanos antes mencionados. Por detrás de esta zona, alrededor de los 70-90 cm por encima del NMM, empieza el saladar medio, dominado también por *Sarcocornia pacifica*; sin embargo,

esta especie aparece en biótipo erecto en esta zona, a diferencia del biótipo postrado que presenta en el saladar bajo. La forma biológica rastrera es característica de las especies de *Sarcocornia* de los niveles bajos de los saladares europeos (*S. perennis* y *S. alpini*), mientras que el biótipo erecto es propio de *S. fruticosa*, la más frecuente de las especies europeas en la parte media de esos saladares. El hábito postrado parece ser, indudablemente, una adaptación a tolerar las inundaciones y el embate directo de las mareas.

Hay otra gran diferencia entre las partes más bajas y medias de los saladares; el saladar bajo está pobremente diversificado debido a que las condiciones ambientales son muy extremas y sólo *S. pacifica* puede tolerarlas (también *Batis maritima* en los saladares del sur de California y de toda Baja California). Por encima de esta zona baja, la inundación de la marea es corta -menos de 6 hrs- durante varios días consecutivos, que van seguidos por varias semanas o meses de exposición continua. Puesto que la salinidad disminuye también en estas elevaciones, las condiciones ambientales resultan más favorables para las plantas y, en consecuencia, la diversidad florística se incrementa (cf. cuadro 3).

Por ello, numerosas plantas aparecen por primera vez en la parte media del saladar: *Limonium californicum*, *Jaumea carnosa*, *Frankenia grandifolia*, *Cuscuta salina*, etc., que son las especies características de los niveles medios y altos de estos ecosistemas halófilos. La asociación *Frankenia-Sarcocornietum pacificae* es la comunidad característica del saladar medio.

Por detrás del saladar medio, alrededor de los 90-100 cm por encima del NMM, empieza el saladar alto, una zona normalmente seca, pero que puede inundarse cuando las tormentas coinciden con las mareas más altas de primavera (Zedler & Nordby, 1986). Dado que la evaporación supera a la precipitación a partir de los 37°N y aumenta cada vez más hacia el sur, se produce una acumulación superficial de sales en el suelo acompañada de extrema sequía estival, que componen un hábitat que sólo algunos halófitos pueden soportar: *Distichlis spicata*, *Monanthochloë littoralis*, *Cressa truxillensis* y *Arthrocnemum subterminale*; estas especies son las características del saladar alto. En esta zona del saladar, los suelos son eurihalinos (e.d. presentan fluctuaciones de salinidad estacional), debido al balance característico precipitación- evaporación causado por el suave y húmedo invierno que contrasta con los veranos calientes y secos (Callaway et al., 1990; Volleberg & Congdon, 1986; Westhoff & Schouten, 1979).

Así, puesto que las condiciones medioambientales han cambiado por completo en el saladar alto, aparecen aquí nuevas comunidades; además de las asociaciones dominantes (*Jaumea carnosae-Distichlidetum spicatae* en los suelos de textura arenosa; *Monanthochloë littoralis-Arthrocnemum subterminalis*, en los de textura arcillosa), aparecen por primera vez las comunidades de terófitos halonitrófilos del *Gassouletum crystallino-nodiflori*. Un fenómeno similar ocurre en los saladares mediterráneos europeos en donde, además de estas comunidades de terófitos con idéntica composición florística, las plantas dominantes son también gramíneas (*Puccinellia* spp. div., *Aeluropus littoralis*) y caméfitos crasicales (*Arthrocnemum macrostachyum*).

El saladar alto se extiende varios metros tierra adentro por detrás de la línea de detritus depositados por las mareas más altas; su extensión hacia el interior depende de la profundidad del agua salada subterránea, porque la aparición de laderas o desniveles más o menos abruptos reduce las propiedades de subirrigación de las mareas, permitiendo el crecimiento de especies procedentes de los ecosistemas climáticos no halófilos. El límite

superior de los ecosistemas azonales halófilos bajacalifornianos se encuentra entre el nivel medio alcanzado durante la pleamar de primavera (NMPP), y unos metros por detrás del nivel más alto de la pleamar de primavera (NEPP), que está situado generalmente en los lugares donde los restos de las plantas son depositados en hileras durante el invierno (Beeftink, 1977).

La microtopografía es un factor ecológico esencial en la distribución de las diferentes comunidades dentro de la zonación de los saladares. Nuestras medidas de campo muestran que cambios en elevaciones de tan sólo 25 cm permiten pasar desde la zona media (*Frankenio-Sarcocornietum pacificae*) a la zona baja (*Spartinetum foliosae*). Estos datos confirman que cambios elevacionales de tan sólo 10 cm, pueden producir bruscas modificaciones en la composición florística y en la relación de dominancia, tal y como demostraron Mahall & Park (1976c) y Zedler (1975).

Por lo general el ecotono del saladar alto con la vegetación climácica es abrupto, aunque la mayoría de las veces este hecho es difícil de comprobar debido a que la zona de transición ha desaparecido por efecto de la presión humana. Sólo en algunos saladares bien conservados como los de Bahía San Quintín, B.C. y Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., puede observarse una transición gradual entre la vegetación del saladar, la cual alcanza el extremo más alto del nivel de pleamar, y la vegetación de las llanuras arenosas o arcillosas de los desiertos alcalinos (*Allenrolfoetum occidentalis* y *Atriplici julaceae-Frankenietum palmeri*).

De la misma forma que los saladares del norte de Baja California guardan una estrecha relación ecológica, zonal y fisiognómica con sus vicariantes de la cuenca mediterránea, los manglares que aparecen en el centro y sur de la península están estrechamente relacionados con otros ecosistemas forestales del litoral de los trópicos. Los ecosistemas halófilos del litoral del sur de Baja California, tienen una gran influencia neotropical debido a la presencia del manglar, un tipo de comunidad forestal propia de mares cálidos; en Baja California las poblaciones de mangles tienen su límite septentrional alrededor de los 29°N, en la costa del Golfo de California cerca de Bahía de Los Angeles (Hasting, Turner & Warren, 1972); estas poblaciones han sido inventariadas también en el transcurso de este trabajo. Por el contrario, a lo largo del Pacífico los manglares quedan más al sur de la península, en las Islas Santa Margarita y Magdalena (24° 30'N).

En todo caso las poblaciones bajacalifornianas de manglar están muy cerca del límite septentrional de su área (Walter, 1977) y, en consecuencia, no presentan ni la riqueza florística de otros manglares meridionales que ha sido resumida por Waisel (1972) y Macnae (1967), ni la estructura macrofanerófitica de los manglares tropicales. Diversos autores han trabajado sobre la zonación de los manglares tropicales (Lugo & Snedaker, 1974; Davis, 1940; Thom, 1967, etc.) pero faltan las referencias sobre los manglares bajacalifornianos. Nuestras observaciones sobre la zonación del manglar en Baja California son plenamente coincidentes con la descrita por Rzedowski (1978) para el conjunto de México, excepción hecha de la ausencia de *Conocarpus erecta*. De acuerdo con esto, *Rhizophora mangle* es la especie que soporta más la inundación y los cambios de salinidad; *Laguncularia racemosa* aparece dentro de las poblaciones de *Rhizophora*, pero su óptimo se encuentra en zonas de aguas menos profundas, mientras que el mangle negro, *Avicennia germinans*, forma pequeños bosquetes en galería a lo largo de una línea interna, sobre suelos generalmente emergidos aunque susceptibles de ligeras inundaciones esporádicas.



En cuanto a su zonación, los manglares habitan la misma zona ocupada más hacia el norte por el saladar bajo. De acuerdo con Macdonald (1976) la colonización de la zona litoral por parte del manglar comienza con la estabilización de las barras de arena por *Spartina foliosa*, pero una vez iniciado el establecimiento de los elementos leñosos del manglar, se produce el desplazamiento de *Spartina*. Esta colonización previa por parte de *Spartina* no ha sido observada por nosotros. El saladar bajo está ocupado por el *Lagunculario racemosae-Rhizophoretum mangle*, una comunidad biespecífica de *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*; por detrás de ésta se encuentra el *Lagunculario racemosae-Avicennietum germinantis*, una comunidad que coloniza actualmente las áreas bajas pobres en drenaje, alrededor del nivel más alto de pleamar (NAP). Bajo el dosel del manglar, en pozas intermareales, puede habitar el *Salicornietum bigelovii* acompañado de densas poblaciones de *Batis maritima*, que quedan emergidas durante la bajamar. La composición florística de estas comunidades de pequeñas crasicaules es la misma que la de *Salicornietum bigelovii* de los saladares septentrionales.

El *Lagunculario-Avicennietum germinantis* constituye el límite interno de la zonación del manglar cuando éste prospera en las playas, pero en otros ambientes puede aparecer la vegetación típica de saladar, con *Sarcocornia pacífica* (ahora en biótipo postrado) y *Batis maritima*; es decir se trata del contacto de la vegetación del manglar con el *Sarcocornietum pacificae* finícola. Tal transición saladar-manglar puede observarse en los inventarios (8 y 10 del cuadro 6, y 1 del cuadro 14). De esta forma parece claro que los ecosistemas de manglar aparecen en la zona ocupada por *Spartina foliosa* de los saladares septentrionales, es decir, en la zona inferior del saladar bajo.

Las especies de los saladares medios septentrionales (*Frankenia grandifolia*, *Limonium californicum*, *Jaumea carnosa*) están todas ausentes, y la transición con la vegetación más alta se produce a través de comunidades de *Arthrocnemum subterminale* y, más frecuentemente, a través del *Allenrolfoetum occidentalis*. Finalmente las áreas más altas cerca del manglar, pero fuera de la influencia de las mareas y de capas freáticas de agua, están habitadas por el *Maytenetum phyllanthoidis*, una comunidad forestal solamente influenciada por la brisa y vientos marinos.

En los cuadros 2 y 3, se muestran de manera clara las zonaciones comentadas. En el saladar bajo (SB) se distinguen dos subzonas, una inferior (SBI) y otra superior (SBS), con una separación neta entre ambas. *Spartina foliosa* está muy restringida al SBI; su moderada presencia en el *Sarcocornietum pacificae* del SBS se debe a los inventarios tomados en el ecotono *Spartinetum-Sarcocornietum*. *Spartinetum foliosae* es una asociación muy pobre en especies y todas ellas, salvo *Batis maritima*, son plantas ocasionales. La presencia de *B. maritima* se debe a que es un halófito eurioico que aparece prácticamente en todas las zonas de los saladares del sur de California.

La subzona SBS, está dominada por el *Sarcocornietum pacificae*, también de muy pobre diversidad florística; nuevamente es *B. maritima*, después de *Sarcocornia pacifica*, la especie más abundante. Como ocurre también en la subzona del *Spartinetum foliosae*, la presencia de *Salicornia bigelovii* indica pequeñas áreas con escaso drenaje dentro del saladar bajo.

Un aumento brusco en la diversidad aparece a partir de la parte media del saladar (SM), en donde surgen por primera vez un grupo de especies (*Jaumea carnosa*, *Limonium californicum*, *Frankenia grandifolia*, *Monanthochloë littoralis*, *Distichlis spicata* y *Cuscuta salina*), junto con *Sarcocornia pacifica* (biótipo erecto). Los grados de presencia y cobertura

de estas especies son muy importantes, mientras que faltan por completo los componentes del SB. Las especies que aparecen en el SM están también en el saladar alto (SS), pero con diferencias muy significativas. Por ejemplo, el grado de cobertura de *Sarcocornia pacifica* en el SS es comparativamente mucho más bajo que en el SM. Por el contrario, *Jaumea carnosa*, *Distichlis spicata* y *Frankenia grandifolia* alcanzan en SS sus máximos valores de presencia y cobertura. Por otro lado, *B. maritima* es muy rara (aparece solamente en microdepresiones) y *Salicornia bigelovii* falta por completo.

Tres especies muestran su óptimo en el SS, *D. spicata*, *Monanthochloë littoralis* y *Arthrocnemum subterminale*, esta última exclusiva de esta zona del saladar. Existe una diferencia muy notable en el SS, que está determinada por la textura del sustrato. La asociación *Monanthochloë-Arthrocnemum subterminale*, caracterizada por las especies *M. littoralis* y *A. subterminale*, se instala sobre los suelos arcillosos compactos; *Distichlis spicata*, una especie ampliamente distribuida en el saladar medio y alto, existe también en esa asociación; sus valores de presencia y cobertura aumentan considerablemente, hasta hacerse la especie dominante, en las comunidades instaladas sobre los suelos arenosos del SS (*Jaumeo-Distichlidetum spicatae*), en la cual *M. littoralis* y *A. subterminale* faltan por completo. También es significativa la ausencia de *B. maritima*, una especie que no prospera en sustratos arenosos bien drenados por la escasez de humedad en los horizontes superiores del suelo. *Cressa truxillensis*, *Atriplex watsonii*, *A. hastata* y otras son también características del saladar alto, pero siempre como plantas ocasionales con bajos grados de cobertura. Finalmente, el SS se caracteriza por la presencia de un gran número de plantas anuales: *Spergularia marina*, *Parapholis incurva*, *Gassoul crystallinum*, *G. nodiflorum*, *Lasthenia glabrata*, *Amblyopappus pusillus*, etc.; esta aparición de plantas efímeras es una característica de los saladares mediterráneos.

El análisis fitotopográfico (Bolòs, 1963; Peinado, 1983; Rivas-Martínez et al., 1980; Tüxen, 1978), permite resumir fácilmente el sinecosistema de los saladares de las costas de Baja California. El término sinecosistema expresa un conjunto de ecosistemas (es decir, de sinasociaciones en el sentido de Rivas-Martínez, 1978), que se encuentran en zonación, o lo que es lo mismo, separados por un gradiente ecológico cualquiera. La zonación de cada saladar es, bajo este punto de vista, una geosigmasociación, es decir una serie de sinasociaciones (Tüxen, 1978).

En las figuras 1 y 2, se muestra la vegetación de los saladares del Pacífico y Golfo de Baja California en dos transectos representativos. En el cuadro 3 aparece la distribución de las principales asociaciones estudiadas agrupadas por zonas; cada columna corresponde a una asociación (los códigos de asociaciones y zonas de los saladares aparecen en el cuadro 1). Cada especie va acompañada de dos índices: el de presencia (números romanos), y el de cobertura. De los cuadros han sido eliminadas las especies ocasionales o accidentales. El paisaje vegetal de estos sinecosistemas se puede resumir en las siguientes geosigmasociaciones:

A.- Vegetación del Sur de California y Norte de Baja California: Esta geosigmasociación (G1; Fig. 1) empieza en el Estuario del Río Tijuana y se extiende hacia el sur a lo largo de la costa del Pacífico hasta los 24° 30'N, en donde empieza la transición con la zonación del manglar. En las costas del sur de Baja California (Vizcalno y Llano de Magdalena), el saladar alto puede incluir las comunidades *Allenrolfeetum occidentale* (6) y *Atriplici julaceae-Frankenietum palmeri* (7), ambas propias de suelos alcalinos.

Cuadro 1. Tipos de asociaciones y zonas de los saladares identificados en el área estudiada, con los códigos abreviados utilizados en los cuadros 2 y 3.

CODIGO	ASOCIACIONES
ALL	<i>Allenrolfeetum occidentalis</i>
AFR	<i>Atriplici-Frankenietum palmeri</i>
FRA	<i>Frankenio-Sarcocornietum pacificae</i>
JAD	<i>Jaumeo-Distichlidetum spicatae</i>
JUN	<i>Frankenio-Juncetum acuti</i>
LAR	<i>Lagunculario-Rhizophoretum mangle</i>
LAV	<i>Lagunculario-Avicennietum germinantis</i>
MAY	<i>Maytenetum phyllanthoidis</i>
MOA	<i>Monanthochloo-Arthrocnemetum subterminalis</i>
SAB	<i>Salicornietum bigelovii</i>
SAR	<i>Sarcocornietum pacificae</i>
SPA	<i>Spartinetum foliosae</i>
SUA	<i>Suaedetum moquinii</i>
ZOS	<i>Zosteretum marinae</i>
	ZONAS Y SUBZONAS
SB	Saladar bajo
SBI	Saladar bajo (subzona inferior)
SBS	Saladar bajo (subzona superior)
SM	Saladar medio
SS	Saladar alto
ZT	Zona de transición saladar-vegetación climática
VT	Vegetación climática

G1: *Zosteretum marinae* (1); *Spartinetum foliosae* (2); *Salicornietum bigelovii*; *Sarcocornietum pacificae* (3); *Frankenio grandifoliae-Sarcocornietum pacificae* (4); *Jaumeo carnosae-Distichlidetum spicatae*; *Monanthochloo littoralis-Arthrocnemetum subterminalis* (5).

B.- Vegetación Neotropical del Sur de Baja California: Esta geosigmasociación (G2; Fig. 2) empieza a los 24° 30'N en el Pacífico y a los 27° N en las costas del Golfo. *Maytenetum phyllanthoidis* (5) es una asociación común en lugares expuestos a la maresía.

G2: *Lagunculario racemosae-Rhizophoretum mangle* (1); *Lagunculario racemosae-Avicennietum germinantis* (2); *Salicornietum bigelovii*; *Sarcocornietum pacificae* (3); *Allenrolfeetum occidentalis* (4); *Frankenion palmeri* (6).

#### Descripción de las comunidades

La descripción de las comunidades se ha realizado de acuerdo al método fitosociológico de los inventarios (Braun-Blanquet, 1964; Géhu & Rivas Martínez, 1981; Westhoff & van der Maarel, 1973). Aunque el número de inventarios realizados en los saladares bajacalifornianos es de 163, en los cuadros de asociación se incluye un máximo

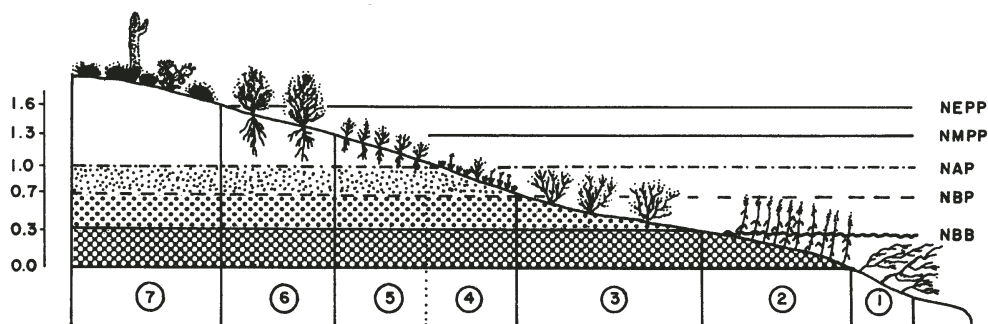


Fig. 1. Zonación en los saladares del norte de Baja California (Vizcalno). Códigos de las zonas en cuadro 1 y texto. 1: *Zosteretum marinae*; 2: *Spartinetum foliosae*; 3: *Sarcocornietum pacificae*; 4: *Frankenio grandifoliae-Sarcocornietum pacificae*; 5: *Monanthochloo-Arthrocnemetum subterminalis*; 6: *Allenrolfeetum occidentalis*; 7: *Atriplici-Frankenietum palmeri*. NBB: Nivel más bajo de la bajamar; NBP: nivel más bajo de la pleamar; NAP: nivel más alto de la pleamar; NMPP: nivel medio de la pleamar de primavera; NEPP: nivel más alto de la pleamar de primavera.

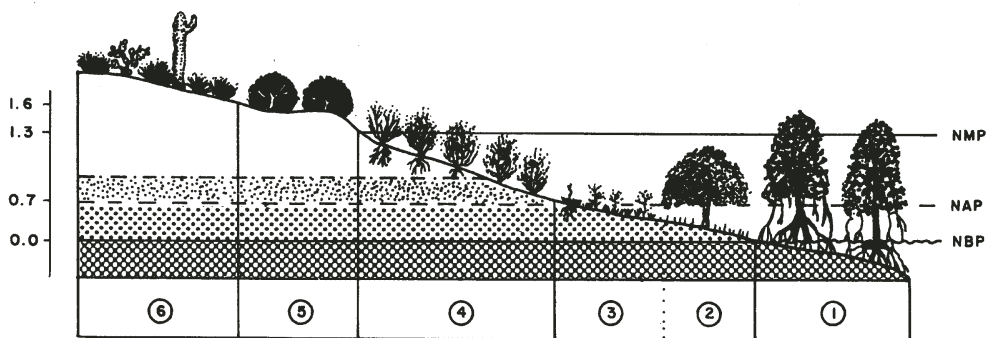


Fig. 2. Zonación en los saladares del sur de Baja California (zona de influencia tropical). Códigos de las zonas y de los niveles alcanzados en cuadro 1 y texto. 1: *Lagunculario-Rhizophoretum mangle*; 2: *Lagunculario-Avicennietum germinantis*; 3: *Sarcocornietum pacificae*; 4: *Allenrolfeetum occidentalis*; 5: *Maytenetum phyllanthoidis*; 6: *Atriplici-Frankenietum palmeri*. NBP: nivel más bajo de la bajamar; NAP: nivel más alto de la pleamar; NMP: nivel medio de la pleamar de primavera.

de diez; cada especie va acompañada de los índices de abundancia-cobertura y sociabilidad (véase Material y Métodos). Además, en los cuadros 2 y 3 puede observarse el grado de presencia de cada especie en cada asociación. Algunas asociaciones pueden incluirse fácilmente dentro del esquema sintaxonómico de comunidades europeas (e.g., *Thero-Salicornietea*, *Saginetea maritimae*, *Zostera marinae* y *Ruppiaetea maritimae*). La propuesta de un esquema sintaxonómico para las comunidades exclusivamente norteamericanas requiere todavía estudios comparativos más extensos.

Cuadro 2. Zonación (entre los niveles más alto y más bajo de la pleamar) de las comunidades halófilas perennes de los saladares del suroeste de Norteamérica expresada por los índices de cobertura (C=(Q/Rx 100) y de presencia (números romanos).

Asociación	SPA	SAR	FRA	JAD	MOA
Zonas	SBI	SBS	SM	SS	SS
No. de inventarios	12	26	20	25	22
No. de especies	5	4	10	11	14
<b>Especies</b>					
<i>Spartina foliosa</i>	V.5625	+	.	.	.
<i>Sarcocornia pacifica</i>	I.312	V.6727	V.4400	IV.806	III.81
<i>Batis maritima</i>	III.420	III.602	III.558	.	+
<i>Frankenian grandifolia</i>	.	.	V.261	III.623	IV.525
<i>Limonium californicum</i>	.	.	IV.269	II.636	III.602
<i>Jaumea carnosa</i>	.	.	III.1100	V.2516	+
<i>Cuscuta salina</i>	.	.	III.63	+	+
<i>Distichlis spicata</i>	.	.	+	V.3013	III.598
<i>Monanthocloë littoralis</i>	.	.	IV.552	.	V.2977
<i>Suaeda esteroa</i>	II.83	.	III.288	.	+
<i>Cressa truxillensis</i>	.	.	.	+	+
<i>Atriplex watsonii</i>	.	.	.	+	+
<i>Atriplex hastata</i>	.	.	.	+	+
<i>Arthrocnemum subterminale</i>	.	.	.	.	V.3114
<i>Salicornia bigelovii</i>	+	+	+	.	.
<i>Heliotropium curassavicum</i> var. <i>oculatum</i>	.	.	.	+	.
<i>Juncus acutus</i>	.	.	.	+	+

### 1. *Ruppiaetea maritimae* Hocquette 1927

Ecología y estructura: Comunidad formada exclusivamente por el hidro-halófito enraizado *Ruppia maritima*, que vive en hábitats con inundaciones periódicas como las depresiones y lagunazos salobres. En estos lugares se acumula agua de lluvia durante el invierno, mientras que en primavera lo hace el agua salina procedente de las pleamares;

Cuadro 3. Composición florística y zonación de las diferentes comunidades citadas en el texto, acompañadas de los índices de presencia (números romanos) y abundancia-cobertura.

Asociación	SPA	SAR	SAB	FRA	JAD	MOA	SUA	JUN	ALL	LAR	LAV	AFR	MAY
Zonas	SBI	SBS	SB	SM	SS	SS	ZT	ZT	ZT	SB	SM	VT	VT
No. de inventarios	12	26	12	20	22	22	6	4	20	10	8	8	9
No. de especies	5	4	4	10	11	14	9	8	9	3	5	9	12
<b>Especies</b>													
<i>Spartina foliosa</i>	V.5	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Batis maritima</i>	III.1	III.1	III.1	III.1	.	.	+	+	.	+	.	V.1	.
<i>Salicornia bigelovii</i>	+	+	V.5	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sarcocornia pacifica</i>	I.1	V.5	+	V.4	IV.1	III.1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Frankenia grandifolia</i>	.	.	.	V.1	III.1	IV.1	II.1	IV.1	.	.	.	.	.
<i>Limonium</i>													
<i>californicum</i>	.	.	.	IV.1	II.1	III.1	.	III.1	.	.	.	.	.
<i>Jaumea carnosa</i>	.	.	.	III.1	V.2	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Cuscuta salina</i>	.	.	.	II.1	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Distichlis spicata</i>	.	.	.	+	V.2	III.1	+	+	.	.	.	.	.
<i>Monanthochloë</i>													
<i>littoralis</i>	.	.	.	IV.1	.	IV.2	.	III.1	.	.	.	.	.
<i>Cressa truxillensis</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arthrocnemum</i>													
<i>subterminale</i>	.	.	.	.	.	V.2	+	+	.	.	.	.	.
<i>Suaeda esteroa</i>	+	.	.	III.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Suaeda moquinii</i>	.	.	.	.	.	.	V.5	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex watsonii</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex hastata</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus acutus</i>	.	.	.	.	+	.	.	V.4	.	.	.	.	.
<i>Allenrolfea</i>													
<i>occidentalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	V.5	.	.	.	.
<i>Rhizophora mangle</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V.5	.	.	.
<i>Laguncularia</i>													
<i>racemosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV.1	IV.2	.	.
<i>Avicennia germinans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	V.4	.	.
<i>Atriplex julacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV.2	.
<i>Frankenia palmeri</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V.3	.
<i>Maytenus</i>													
<i>phyllanthoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V.3

en verano la comunidad desaparece debido a que el suelo es cubierto superficialmente por una costra salina originada por el lavado inverso de sales. El *Ruppium maritima* también se observa en algunas áreas palustres y estuarinas de inundaciones temporales (Ferren, 1985:101).

**Biogeografía:** A lo largo de la península, el *Ruppium maritima* se extiende por la costa del Pacífico desde el estuario del río Tijuana hasta el sur de Baja California. La asociación era conocida hasta el momento de las costas atlánticas europeas.

**Sintaxonomía:** Esta asociación se incluye en la clase de distribución holártica y probablemente cosmopolita *Ruppiaea* J.Tx. 1960, de la que se conocen únicamente un orden y una alianza (*Ruppiaea*, *Ruppiaea*).

## **2. *Zosteretum marinae* Harmsen 1936**

**Ecología y estructura:** Vegetación vivaz sumergida y enraizada propia de aguas marinas poco profundas, constituida casi exclusivamente por *Zostera marina*, a la que se une un gran número de algas epifíticas. El *Zosteretum marinae* es una asociación sublitoral que se desarrolla en zonas poco profundas (0,3-4 m), por debajo del NMM; las grandes poblaciones de *Z. marina* quedan parcialmente emergidas durante las mareas bajas. El límite superior del *Zosteretum marinae* depende tanto de la capacidad de almacenamiento de agua del sustrato, como del grado de desecación de las partes del tallo de *Zostera* que emergen del sustrato durante las mareas bajas (Beeftink, 1965).

**Biogeografía:** Esta asociación está ampliamente distribuida en Europa desde la zona ártica hasta las costas meridionales del Atlántico español. En Baja California es conocida por las descripciones cartográficas de Dawson (1962).

**Sintaxonomía:** El *Zosteretum marinae* se incluye en la clase de distribución holártica *Zosteretea marinae* Pignatti 1953.

## **3. *Spartinetum foliosae* Peinado et al. 1992**

Cuadro 4

**Ecología y estructura:** Vegetación hidrófila vivaz formada por el halófito rizomatoso de talla media (0,8-1,5 m) *Spartina foliosa*. La asociación aparece en los saladares costeros, estuarios y esteros bajo la influencia de una alternancia de aguas salinas procedentes de los flujos de las mareas que, de un modo continuo y periódico, van dejando inundadas o emergidas las comunidades de esta asociación. Tales saladares costeros forman una banda intermedia entre la vegetación sumergida del *Zosteretum marinae* y la vegetación de los saladares hidrófilos inundables dominados por plantas crasicaulas (*Sarcocornion pacifica*). El *Spartinetum foliosae* puede vivir bajo condiciones de salinidad superiores a las del mar (Callaway et al., 1990; Zedler & Nordby, 1986), y la especie dominante tolera mucho más la inundación que *Sarcocornia pacifica*. La ecotonía entre estas dos especies tiene lugar aproximadamente 60 cm por encima del NMM.

**Biogeografía:** *Spartinetum foliosae* es una asociación endémica de las costas del Pacífico de California (alcanza también las costas de Oregón) y Baja California que, en el área estudiada, se distribuye desde el estuario del río Tijuana hasta bahía Magdalena, en el sur de la península. No se encuentra en las costas del Golfo, probablemente por la mayor salinidad de sus aguas.

Cuadro 4. Asociación *Spartinetum foliosae* Peinado et al. 1992.

Inv. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cobertura %	100	80	90	80	80	80	80	70	80	70
Area m <sup>2</sup>	2	10	10	4	10	30	4	10	10	10
Nr. especies	1	1	3	3	2	3	2	3	4	2
Especie característica										
<i>Spartina foliosa</i>	5.5	4.3	4.3	4.3	4.4	4.4	4.3	3.3	4.4	3.3
Compañeras										
<i>Batis maritima</i>	.	.	1.1	+	1.1	2.3	1.1	.	2.2	.
<i>Sarcocornia pacifica</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	2.2	1.1	1.1
<i>Salicornia bigelovii</i>	.	.	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Suaeda esteroa</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.

Localidades.- Inv. 1, 8: Laguna Ojo de Liebre (BC); Inv. 2: Bahía de San Quintín (BC); Inv. 3: Estero de Punta Banda (BC); Inv. 4: Tijuana Estuary (CA); Inv. 5: San Diego Bay (CA); Inv. 6, 7: Punta Banda (BC); Inv. 8, 9: Imperial Beach, South Bay, San Diego (CA); Inv. 10: Estero Reserva La Jolla (BC).

Sintaxonomía: Las comunidades de *Spartina* se incluyen en la clase *Spartinetea maritimae* (R.Tx. 1961) Beeftink. J.M. Géhu, Ohba & R.Tx. 1971, que es exclusiva de las costas atlánticas del reino Holártico.

#### 4. *Salicornietum bigelovii* Peinado et al. 1992

##### Cuadro 5

Ecología y estructura: Vegetación terófitica pionera de los saladares costeros, dominada por la planta suculenta erguida *Salicornia bigelovii*, que prospera sobre lodos inundados y en pozas intermareales. El *Salicornietum bigelovii* muestra su óptimo en pequeños espacios desprovistos de vegetación dentro del *Spartinetum foliosae*, del *Sarcocornietum pacificae* y del *Lagunculario-Rhizophoretum mangle* principalmente, aunque puede también presentarse en microdepresiones pobremente drenadas del saladar medio. La salinidad del suelo es cercana a la del agua marina de inundación, pero puede incrementarse considerablemente en períodos de veranos secos.

Biogeografía: El *Salicornietum bigelovii* se encuentra en los saladares del noroeste de la península y se extiende hacia el norte, hasta el sur de Punta Concepción, California.

Sintaxonomía: El *Salicornietum bigelovii* se incluye en la clase fitosociológica *Thero-Salicornietea*. Táxones característicos de esta clase son los incluidos en *Salicornia europaea* agg., un taxon muy variable, todavía no completamente comprendido desde el punto de vista morfológico y genético, que ha sido citado en las costas atlánticas y pacíficas norteamericanas.



Cuadro 5. Asociación *Salicornietum bigelovii* Peinado et al. 1992.

Inv. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cobertura %	60	60	60	50	60	50	60	50	60	40
Area m <sup>2</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nr. especies	1	1	3	2	2	3	2	3	2	1
Especie característica										
<i>Salicornia bigelovii</i>	3.2	2.2	3.1	3.1	3.1	2.2	3.2	2.2	3.2	2.2
Compañeras										
<i>Batis maritima</i>	.	.	1.1	.	1.1	.	1.1	.	1.1	.
<i>Spartina foliosa</i>	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.
<i>Sarcocornia pacifica</i>	.	.	.	+2	.	+	.	+	.	.

Localidades.- Inv. 1: San Diego Bay (CA); Inv. 2: La Bufadora (BC); Inv. 3: Estero Punta Banda (BC); Inv. 4: Estero Reserva La Jolla (BC); Inv. 5: Laguna Ojo de Liebre (BC); Inv. 6: El Papalote, San Quintín (BC); Inv. 7: Bahía de San Quintín (BC); Inv. 8: Imperial Beach, South Bay, San Diego (CA); Inv. 9: Tijuana Estuary (CA); Inv. 10: San Diego Bay (CA).

## 5. *Sarcocornietum pacificae* Peinado et al. 1992

Cuadro 6

Ecología y estructura: Asociación dominada de forma casi exclusiva por *Sarcocornia pacifica* (88% de cobertura media), un caméfito suculento de tendencia postrada y tallos articulados que ocupa la zona baja, y caracteriza la subzona alta, de los saladares litorales. Los altos valores de salinidad que soporta esta asociación hacen que sea muy pobre en especies: *Salicornia bigelovii* (2,5%), *Spartina foliosa* (0,5%), y *Batis maritima* que puede alcanzar coberturas de hasta 8%. Su período de floración es durante el verano, predominando en otoño los tonos rojizos producidos por la acumulación de sales en *S. pacifica*, los cuales denuncian claramente la subzona de la asociación. El *Sarcocornietum pacificae* tolera mucho más la salinidad y la sequía que el *Spartinetum foliosae*, por lo que tiende a extenderse durante los años de sequía en áreas ocupadas por esta última asociación. Por el contrario, las condiciones de mayor inundación y anaerobiosis desplazan el *Sarcocornietum* a expensas del *Spartinetum foliosae*. Hacia el saladar medio, el *Sarcocornietum pacificae* es sustituido por el *Frankenio-Sarcocornietum pacificae*, en el que aumenta la diversidad florística y la especie dominante es también *S. pacifica* en biotipo erecto.

Biogeografía: El *Sarcocornietum pacificae* aparece al menos desde Baja California hasta los saladares de Punta Reyes, California y Washington.

Sintaxonomía: No existe una unidad sintaxonómica en que esta asociación, como las restantes asociaciones dominadas por caméfitos y hemcriptófitos de los saladares del

Cuadro 6. Asociación *Sarcocornietum pacificae* Peinado et al. 1992.

Inv. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cobertura %	70	100	100	80	100	100	80	60	60	80
Area m <sup>2</sup>	10	5	20	5	10	10	5	10	20	5
Nr. especies	2	2	2	1	1	4	2	4	2	4
Especies características de las y unidades superiores										
<i>Sarcocornia pacifica</i>	3.3	5.5	4.4	4.2	5.5	4.4	4.4	3.1	1.2	5.4
<i>Batis maritima</i>	1.1	1.2	2.2	.	.	1.1	1.1	2.2	3.4	2.1
<i>Frankenia grandifolia</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.
<i>Suaeda esteroa</i>	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.
Compañeras										
<i>Avicennia germinans</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	1.1
<i>Laguncularia racemosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Localidades.- Inv. 1: Loreto (BC); Inv. 2: La Serenidad, Mulegé (BC); Inv. 3, 4: Bahía de Los Angeles (BC); Inv. 5: La Salina, Tijuana (BC); Inv. 6: Laguna Ojo de Liebre (BC); Inv. 7: Bahía Concepción (BC); Inv. 8: Pto. López Mateos (BC); Inv. 9: Punta Banda (BC); Inv. 10: La Serenidad (BC).

oeste de Norteamérica, puedan ser incluidas. Las comunidades vicariantes de las costas atlánticas y mediterráneas europeas se incluyen en la clase *Arthrocnemetea fruticosi* Br.-Bl. & R.Tx. 1943. El *Sarcocornietum pacificae* puede formar parte de una unidad sintaxonómica homóloga al *Arthrocnemion perennis*, un sintaxon europeo, existente también en las costas atlánticas norteamericanas, que constituye la primera banda de vegetación fruticosa por detrás de las comunidades de *Spartinetea alterniflorae*.

Observaciones: El biotipo postrado de *Sarcocornia pacifica* es característico de los saladares bajos (Macdonald, 1967, 1988; Mudie, 1970; Zedler, 1982; Zedler & Nordby, 1986). Esta *Sarcocornia* puede corresponder a *S. pacifica* var. *utahensis* (Tidestr.) Munz, una variedad conocida de los saladares interiores.

#### 6. *Frankenio grandifoliae-Sarcocornietum pacificae* Peinado et al. 1992

##### Cuadro 7

Ecología y estructura: Asociación dominada por caméfitos y hemcriptófitos, que constituye la vegetación dominante en el saladar medio. El óptimo de esta asociación se encuentra alrededor del NAP, esto es, 80-100 cm por arriba del NMM. La diversidad florística en esta asociación es notablemente superior a las anteriores, y la mayor cobertura corresponde al biotipo erecto de *S. pacifica* (56%), acompañada por *Jaumea carnososa* (14%), *Batis maritima* (7,1%), *Monanthochloë littoralis* (7%), *Suaeda esteroa* (3,6%), *Limonium californicum* (3,4%), *Frankenia grandifolia* (3,3%), *Salicornia bigelovii* (sólo en

Cuadro 7. Asociación *Frankenio grandifoliae-Sarcocornietum pacificae* Peinado et al. 1992.

Inv. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cobertura %	100	90	100	100	80	80	100	100	90	100
Area m <sup>2</sup>	2	4	6	4	7	4	4	10	4	2
Nr. especies	6	7	6	7	7	6	5	8	4	6
Especies características de as. y unidades superiores										
<i>Sarcocornia pacifica</i>	3.4	3.4	3.3	2.2	1.2	2.3	3.4	4.4	4.5	3.4
<i>Frankenia grandifolia</i>	1.1	1.1	1.1	1.1	.	1.1	+2	1.1	.	1.2
<i>Batis maritima</i>	2.3	2.2	1.1	.	+	1.1	3.3	1.1	1.2	2.3
<i>Monanthochloë littoralis</i>	2.2	+2	2.3	2.2	2.2	.	.	+	.	.
<i>Limonium californicum</i>	1.2	.	1.1	1.1	2.2	.	1.2	+	.	1.2
<i>Jaumea carnosa</i>	.	3.3	1.1	2.2	3.3	2.2	.	.	1.1	2.2
<i>Suaeda esteroa</i>	1.1	1.1	.	2.1	1.2	+	+	+	.	1.1
<i>Cuscuta salina</i>	.	+	.	1.1	+	.	.	1.2	1.1	.
Compañeras										
<i>Salicornia bigelovii</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	1.1	.	.

Localidades.- Inv. 1, 8: Bahía de San Quintín (BC); Inv. 2, 3, 4: Punta Banda (BC); Inv. 5: Estero Reserva La Jolla (BC); Inv. 6: Tijuana Estuary (CA); Inv. 7: Imperial Beach, South Bay, San Diego (CA); Inv. 9, 10: El Papalote, San Quintín (BC).

microdepresiones húmedas; 2,3%), *Distichlis spicata* (1,6%), *Cuscuta salina* (0,8%), *Atriplex hastata* (0,3%) y *Triglochin maritimum* (0,3%). El mejor período de la asociación es durante el verano-otoño, cuando la mayoría de las especies están en floración, particularmente las entomófilas *J. carnosa*, *F. grandifolia* y *L. californicum*.

Biogeografía: Esta asociación se extiende desde Humboldt Bay, donde se encuentra su límite septentrional, hasta la laguna Ojo de Liebre, donde está su extremo meridional (Peinado et al., 1992).

Sintaxonomía: *Frankenio-Sarcocornietum pacificae* es una vicariante ecológica de las comunidades dominadas por *Sarcocornia fruticosa* de los saladares europeos. Estas están incluidas en la alianza *Arthrocnemion fruticosi*, por lo que el *Frankenio-Sarcocornietum pacificae* puede considerarse probablemente como característico de un nuevo sintaxon californiano de idénticas apetencias ecológicas.

**7. *Jaumea carnosae*-*Distichlidetum spicatae* Peinado et al. 1992****Cuadro 8**

Ecología y estructura: Asociación dominada por *Distichlis spicata*, una poácea perenne xerohalófila, de crecimiento bajo y reproducción por rizomas. En esta asociación la diversidad florística es al menos tan alta como en la anterior, correspondiendo la mayor cobertura a *D. spicata* (38%) y a *Jaumea carnosae* (32%). Otras especies representativas son *Sarcocornia pacifica* (biótipo erecto 10,2%), *Limonium californicum* (8%), *Frankenia grandifolia* (7,9%), *Cressa truxillensis* (1,26%), *Atriplex watsonii*, *A. hastata* (0,9%), y *Cuscuta salina* (0,45%). El *Jaumeo carnosae*-*Distichlidetum spicatae*, es una asociación característica de suelos arenosos del saladar alto; en los suelos ricos en arcillas es sustituido por *Monanthochloa-Arthrocnemetum subterminalis*. La ausencia o presencia de algunas especies tiene un alto significado florístico-ecológico que indica el hábitat de esta

Cuadro 8. Asociación *Jaumea carnosae*-*Distichlidetum spicatae* Peinado et al. 1992.

Inv. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cobertura %	100	100	100	100	60	100	100	100	100
Area m <sup>2</sup>	10	10	4	2	2	2	4	4	4
Nr. especies	4	6	6	5	4	4	4	5	7
Especies características de as. de unidades superiores									
<i>Distichlis spicata</i>	5.4	3.3	5.5	5.5	3.3	5.5	4.4	2.2	3.3
<i>Jaumea carnosae</i>	1.1	3.3	.	.	.	+2	1.2	3.3	2.2
<i>Sarcocornia pacifica</i>	.	1.1	1.2	.	2.2	2.1	+	.	+
<i>Frankenia grandifolia</i>	2.2	2.2	+	1.1	.	1.1	.	.	+
<i>Limonium californicum</i>	.	+2	+	+2	.	.	.	.	2.2
<i>Cressa truxillensis</i>	1.1	.	.	1.1	+	.	.	1.1	.
<i>Cuscuta salina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Arthrocnemum subterminale</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Compañeras									
<i>Atriplex hastata</i>	.	.	.	1.2	+	.	.	.	.
<i>Heliotropium curassavicum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
var. <i>oculatum</i>	.	.	1.1	.	.	.	+2	+	.
<i>Atriplex watsonii</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	2.2
<i>Juncus acutus</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.

Localidades.- Inv. 1, 8: La Salina, Tijuana (BC); Inv. 2, 7: Mission Bay (CA); Inv. 3: Tijuana Estuary (CA); Inv. 4: San Diego Bay (CA); Inv. 5: Estero de Punta Banda (BC); Inv. 6: Reserva de La Joya (BC); Inv. 9: Half Moon Bay (CA).

asociación, en la cual no existe *Batis maritima*, un elemento común en los saladares del sur de California, que prefiere suelos pobremente drenados y que, en consecuencia, no puede vivir sobre suelos arenosos.

Biogeografía: Esta asociación se conoce desde el estero Punta Banda, Baja California, que es su límite meridional, hasta Humboldt Bay, California. En los saladares al sur de Punta Banda, como San Quintín y Laguna Ojo de Liebre, la asociación ya no se observa, siendo muy rara *D. spicata*; no obstante, la presencia de esta especie no debe ser considerada como prueba de la existencia del *Jaumeo-Distichlidetum spicatae*, toda vez que *Distichlis spicata*, aun teniendo su óptimo en los saladares sobre suelos arenosos, presenta una gran amplitud ecológica sobre todo como especie colonizadora de arenas y dunas compactadas. En estas comunidades psammófilas de *Distichlis spicata* faltan las plantas propias de los saladares y están presentes táxones sabulícolas como *Mesembryanthemum chilense*, *Heliotropium curassavicum* var. *oculatum* y *Haplopappus furfuraceus*.

Sintaxonomía: Véase la siguiente asociación.

### **8. *Monanthochloa littoralis*-*Arthrocnemum subterminale* Peinado et al. 1992**

#### **Cuadro 9**

Ecología y estructura: Asociación dominada por el caméfito crasicaule *Arthrocnemum subterminale* (38%) y la gramínea *Monanthochloa littoralis* (36,4%). La primera es más constante (100% de los inventarios), mientras que la segunda lo es menos (72%), pero en algunos lugares es la especie dominante debido a su crecimiento clonal. Otros elementos presentes son *Limonium californicum* (7,3%), *Distichlis spicata* (7,2%), *Frankenia grandifolia* (6,4%), *Cressa truxillensis* (1,3%), *Sarcocornia pacifica* (biótipo erecto 1%), *Atriplex watsonii* (0,6%), *A. hastata* (0,6%), *Juncus acutus* (0,5%), además de otras especies con coberturas mucho más bajas. Esta asociación es característica de los saladares altos cuando los suelos son alcalinos o arcillosos. En los primeros 10 cm de suelo existe siempre un horizonte sálico con abundantes concreciones de cloruros y carbonatos; la salinidad disminuye en los niveles inferiores como corresponde a un perfil edáfico originado por lavado inverso. Callaway et al. (1990) han demostrado la hipersalinidad de estos suelos, que en abril y noviembre alcanzan concentraciones salinas tres o cuatro veces más altas que en los saladares bajos. La época de floración de la planta dominante, *Arthrocnemum subterminale*, es más temprana (abril-septiembre) que la de *Sarcocornia pacifica*; la otra especie dominante, *Monanthochloa littoralis*, rara vez florece o fructifica y nunca ha sido vista germinando (Zedler & Nordby, 1986). Este elemento subtropical está siempre restringido al saladar alto, donde su denso crecimiento rizomatoso produce extensas manchas clonales. Purer (1942) sugirió que el límite inferior de la franja ocupada por esta planta señala su intolerancia a la inmersión por las mareas.

Biogeografía: La asociación, que aparece en las dos costas de Baja California, se extiende hasta Punta Concepción, California.

Sintaxonomía: Esta asociación, junto con las dos anteriores, puede ser considerada dentro de un nuevo sintaxon propio que agruparía a las comunidades californianas que ocupan los saladares medios y altos. Son características de esta unidad sintaxonómica: *Atriplex hastata* y *A. watsonii* (especies diferenciales), *Cuscuta salina*, *Frankenia grandifolia*, *Jaumea carnosa*, *Limonium californicum* y *Monanthochloa littoralis*. Este nuevo sintaxon

Cuadro 9. Asociación *Monanthochloa littoralis*-*Arthrocnemum subterminale* Peinado et al. 1992.

Inv. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cobertura %	100	100	100	100	100	70	100	80	100	40
Area m <sup>2</sup>	10	10	4	10	2	2	10	10	10	10
Nr. especies	3	3	4	5	2	4	7	7	2	5
Especies características de las y unidades superiores										
<i>Arthrocnemum</i>										
<i>subterminale</i>	4.4	2.2	5.5	2.3	2.2	3.3	3.3	2.3	5.5	2.2
<i>Monanthochloa littoralis</i>	2.1	4.4	1.1	5.5	5.5	2.3	3.3	3.3	1.2	2.2
<i>Frankenia grandifolia</i>	.	.	.	+	.	1.1	+	+2	.	.
<i>Limonium californicum</i>	.	.	.	+	.	1.1	+	1.1	.	.
<i>Sarcocornia pacifica</i>	.	+	+	.	.	.	.	1.2	.	+
<i>Distichlis spicata</i>	1.2	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.
<i>Cressa truxillensis</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1.1
Compañeras										
<i>Lycium californicum</i>	.	.	1.1	.	.	.	2.2	1.2	.	.
<i>Atriplex watsonii</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Atriplex hastata</i>	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	+

Localidades.- Inv. 1, 3: Bahía de San Quintín (BC); Inv. 2, 5: Bahía de Los Angeles (BC); Inv. 4: Punta Banda (BC); Inv. 6: La Salina, Tijuana (BC); Inv. 7: Tijuana Estuary, San Diego (CA); Inv. 8: Imperial Beach, South Bay, San Diego (CA); Inv. 9: San Diego Bay (CA); Inv. 10: Laguna Ojo de Liebre (BC).

aparece en idénticos hábitats que otras comunidades europeas pertenecientes a las alianzas *Arthrocnemion fruticosi* y *A. glauci*.

### 9. *Gassouletum crystallino-nodiflori* O. Bolòs 1957

Ecología y estructura: El saladar alto es un hábitat en el cual son frecuentes las alteraciones naturales producidas por las numerosas madrigueras excavadas por las ardillas y otros mamíferos (Zedler, 1982). Neuenschwander et al. (1979) han señalado también la gran actividad de vida animal en las zonas altas del saladar. A estas alteraciones de origen animal hay que añadir otras de origen antrópico (paso de vehículos, pastoreo, caminos, desarrollo urbano, etc.), que hacen del saladar alto una zona muy alterada. Así, en esta franja del saladar aparece una comunidad frecuente en hábitats salinos alterados: *Gassouletum crystallino-nodiflori*. Esta asociación está formada por muchos terófitos halonitrófilos: *Parapholis incurva*, *Hymenolobus procumbens*, *Polypogon monspeliensis*,

*Spergularia marina*, *Juncus bufonius*, *Hordeum depressum*, *Amblyopappus pusillus*; sin embargo la mayor cobertura y vistosidad la proporcionan los terófitos suculentos *Gassoul crystallinum* y *G. nodiflorum*. En condiciones naturales estas comunidades necesitan la conjunción de una serie de factores ecológicos, entre los que se cuentan la existencia de un período largo de aridez anual, la presencia de suelos salinos encharcados temporalmente -lo que elimina la competencia de otras especies propias de ambientes alterados-, y el enriquecimiento superficial del suelo en sales solubles y sustancias nitrogenadas procedentes de la descomposición de la materia orgánica fresca de origen animal o vegetal (Rivas-Martínez et al., 1980). Así, las condiciones óptimas para el desarrollo de esta asociación son los claros que se presentan en el *Monanthochloo-Arthrocnemetum subterminalis* y en el *Jaumeo-Distichidetum spicatae*, donde prosperan gracias al aporte de materia orgánica de origen plocónico algal y a la suministrada por los pequeños mamíferos, reptiles y aves que viven en este ecosistema. En la actualidad, la asociación se ha expandido secundariamente gracias a la alteración de origen antrópico sufrida por las zonas altas del saladar y sus ecotonos con la vegetación climática.

**Biogeografía:** La abundancia de plantas anuales en el saladar alto es una característica de los saladares de clima mediterráneo; comunidades con similares requerimientos ecológicos han sido descritas en Francia (Corré, 1979), España (Alcaraz et al., 1989; Bolòs, 1957, 1963; Peinado, Alcaraz & Martínez Parras, 1992), Marruecos (Chapman, 1974), Israel (Waisel, 1972), Australia (Backshall & Bridgewater, 1981; Vollebergh & Congdon, 1986) y California (Callaway et al., 1990; Zedler & Nordby, 1986; Peinado et al., 1992). En Baja California esta asociación aparece desde el norte hasta el sur del área estudiada.

**Sintaxonomía:** *Gassouletum crystallino-nodiflori* es una asociación incluida en la alianza *Frankenion pulverulentae* Rivas-Martínez in Rivas-Martínez & Costa 1976 (*Saginetea maritimae*). Las comunidades de esta clase fitosociológica tienen una distribución holártica.

#### **10. *Frankenio grandifoliae-Juncetum acuti* Peinado et al. 1992**

##### **Cuadro 10**

**Ecología y estructura:** Asociación dominada por juncos de talla elevada (hasta 2 m), que forma la banda exterior más seca alrededor del saladar alto. Los suelos arenosos (Entisoles) sobre los que vive esta asociación muestran un horizonte de reducción a unos 30 cm por debajo de la superficie (Psammaquents), provocado por la existencia de una capa freática a pocos cm de profundidad durante la estación lluviosa. Así, el *Frankenio-Juncetum acuti* resulta un bioindicador de las zonas de transición entre las comunidades más secas del saladar y los lugares donde existe aporte de agua dulce. El desplazamiento de las comunidades de *Juncus acutus* por las comunidades halófitas procedentes de la zona alta del saladar es un fenómeno dinámico sucesional actualmente de fácil apreciación en la bahía de San Quintín, donde las poblaciones de *Juncus acutus* forman densas bandas alrededor del saladar alto, indicando la existencia de un acuífero subterráneo. La sobreexplotación de los mantos freáticos de agua dulce en esta zona trae como consecuencia la introgresión de agua salina marina, que provoca la sustitución del *Frankenio-Juncetum acuti* por comunidades del saladar alto. Este proceso dinámico ha sido observado en varias de las zonas donde se encuentra la comunidad, y por ello los

Cuadro 10. Asociación *Frankenia grandifoliae-Juncetum acuti* Peinado et al. 1992.

Inv. nr.	1	2	3	4	5
Cobertura %	100	90	90	100	100
Area m <sup>2</sup>	4	10	8	10	20
Nr. especies	5	7	4	5	3
Especies características de as. y unidades superiores					
<i>Juncus acutus</i>	5.5	3.3	4.4	4.5	4.5
<i>Frankenia grandifolia</i>	.	+	2.2	1.2	1.2
<i>Monanthochloë littoralis</i>	1.1	2.2	.	1.1	.
<i>Limonium californicum</i>	+	1.2	.	+	.
<i>Arthrocnemum subterminale</i>	1.1	1.2	.	.	.
<i>Distichlis spicata</i>	.	+	+	.	.
<i>Jaumea carnosa</i>	.	+	.	.	+
Compañeras					
<i>Haplopappus venetus</i>					
subsp. <i>tridentatus</i>	1.1	.	+	+	.

Localidades.- Inv. 1: Bahía de San Quintín (BC); Inv. 2: Punta Banda (BC); Inv. 3: La Bufadora (BC); Inv. 4: Mission Bay (CA); Inv. 5: Pto. Mugu (CA).

inventarios muestran una abundancia de plantas de saladar que no debieron existir en el estado original de la comunidad, antes de la sobreexplotación de los acuíferos que la sostienen.

**Biogeografía:** Aparece en los saladares del noroeste de Baja California, extendiéndose hacia el sur de California. El areal de la asociación fue indudablemente mayor a juzgar por el área conocida de la especie.

**Sintaxonomía:** *Juncus acutus* presenta la misma ecología en algunos saladares europeos. Es considerada una especie característica del sintaxon *Brizo-Holoschoenenion* (Rivas Goday y Borja, 1961) Rivas Martínez 1980, que incluye a las asociaciones psammofreatófilas mediterráneo-ibero-atlánticas. Quizás, las comunidades californianas de *Juncus acutus* puedan ser incluidas en la clase *Molinio-Arrhenatheretea*, un sintaxon conocido sólo de Europa. No obstante, la abundancia de especies del saladar alto y la escasez de táxones de *Molinio-Arrhenatheretea*, aproximan la composición florística de de la comunidad a las del saladar alto.



**11. *Suaedetum moquinii* Peinado et al. 1992**

**Cuadro 11**

Ecología y estructura: Asociación dominada por el nanofanerófito *Suaeda moquinii* (Torr.) Greene (*S. torreyana* Wats.; *S. fruticosa* Wats. non Forks.; *S. torreyana* Wats. var. *ramosissima* (Standl.) Munz), que prospera en los suelos arcillosos nitrificados más secos del saladar alto. En los claros de esta comunidad crecen los terófitos halonitrófilos del *Gassouletum crystallino-nodiflori* gracias a la eutrofización de los horizontes superficiales del suelo. El resto de las plantas que se presentan en esta comunidad proceden de las comunidades de contacto (*Monanthochloo-Arthrocnemetum subterminalis*, *Allenrolfeetum occidentalis*).

Biogeografía: Esta asociación se presenta tanto en los saladares costeros (inventarios 1-6), como sobre los suelos salinos de los saladares continentales (inventarios 7-8).

Cuadro 11. Asociación *Suaedetum moquinii* Peinado et al. 1992.

Inv. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Cobertura %	80	80	70	80	70	80	70	70
Area m <sup>2</sup>	4	6	4	20	10	10	10	10
Nr. especies	1	2	3	4	5	3	2	3
Especie característica								
<i>Suaeda moquinii</i>	4.4	3.3	3.2	3.3	2.3	3.3	3.3	3.4
Características de unidades superiores								
<i>Frankenia grandifolia</i>	.	.	+	+	1.2	.	.	.
<i>Distichlis spicata</i>	.	.	.	1.1	1.1	.	.	+2
<i>Arthrocnemum subterminale</i>	.	.	.	.	+2	.	.	.
<i>Batis maritima</i>	.	.	.	.	.	+2	.	.
Compañeras								
<i>Atriplex semibaccata</i>	.	.	.	+2	+	.	.	.
<i>Atriplex watsonii</i>	.	.	1.1	.	.	.	.	.
<i>Lycium californicum</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Atriplex hymenolytra</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Bassia hyssopifolia</i>	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Allenrolfea occidentalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	+2

Localidades.- Inv. 1: Loreto (BC); Inv. 2: Desierto de San Felipe (BC); Inv. 3: Estero Punta Banda (BC); Inv. 4: Tijuana Estuary (CA); Inv. 5: San Diego Bay (CA); Inv. 6: Imperial Beach, South Bay, San Diego (CA); Inv. 7: Mono Lake (CA); Inv. 8: Badwater, Death Valley (CA).

Sintaxonomía: El *Suaedetum moquinii* pertenece a la clase *Pegano-Salsoletea vermiculatae* Br.-Bl. & O.Boldòs 1954, un sintaxon que agrupa a la vegetación nitrófila camefítica y nanofanerofítica, formada por elementos de origen estépico y desértico, extendida por las regiones Mediterránea, Sáhara-Arábica e Irano-Turaniana (Peinado et al., 1987). Esta clase incluye, dentro de la subalianza *Suaedenion verae* Peinado et al. 1987, varias asociaciones de los saladares mediterráneos que pueden ser consideradas como vicariantes del *Suaedetum moquinii*.

## 12. *Allenrolfeetum occidentale* Peinado et al. 1992

### Cuadro 12

Ecología y estructura: Asociación casi monoespecífica dominada por el nanofanerófito suculento *Allenrolfea occidentale* (91% cobertura), acompañado de un número reducido de plantas ocasionales que tienen en común su alta tolerancia a la salinidad y a la sequía de los suelos. *Allenrolfeetum occidentale* es una asociación de amplia distribución, pero muy estenoica, ya que siempre ocupa suelos alcalinos con elevados contenidos de cloruro de sodio; por lo general se encuentra en posiciones donde la salinidad y la sequía son tan extremas que no son toleradas por otros halófitos. Debido a que durante el proceso de alcalinización se acumula carbonato sódico, bajo el *Allenrolfeetum* se forman duras costras de estas sales, que originan un relieve superficial en forma de lomo de cocodrilo muy característico. Con frecuencia, en estos suelos la partículas más finas (arcillas) se mueven hacia abajo en el perfil edáfico, quedando en la superficie las partículas arenosas; en estos casos se forma una costra dura de arcilla por debajo del horizonte

Cuadro 12. Asociación *Allenrolfeetum occidentale* Peinado et al. 1992.

Inv. Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cobertura %	60	100	80	75	100	100	90	100	80	80
Area m <sup>2</sup>	10	4	4	4	10	20	20	4	4	4
Nr. especies	1	1	1	1	2	3	3	2	2	1
Especie característica										
<i>Allenrolfea occidentale</i>	3.2	5.5	4.4	3.3	5.5	5.4	4.4	5.5	3.3	4.4
Compañeras										
<i>Suaeda moquinii</i>	.	.	.	.	2.2	1.1	.	.	1.2	.
<i>Atriplex polycarpa</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	1.2	.	.
<i>Monanthochloë littoralis</i>	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.
<i>Frankenia palmeri</i>	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.

Localidades.- Inv. 1: Punta Sterns, San Carlos (BC); Inv. 2: Loreto (BC); Inv. 3: Bahía Concepción, playa de Santispak (BC); Inv. 4: Laguna Ojo de Liebre (BC); Inv. 5, 6: Bahía de los Angeles (BC); Inv. 7: El Papalote, San Quintín (BC); Inv. 8: San Felipe (BC); Inv. 9: Death Valley (CA); Inv. 10: Badwater, Death Valley (CA).

superficial arenoso. Existe por lo general humedad en el suelo a unos 30-40 cm por debajo de la superficie, incluso en verano, mostrando todo el perfil edáfico un notable enriquecimiento en sales, incluso a 1 m de la superficie.

En los saladares de Baja California, el *Allenrolfea occidentalis* forma una banda exterior más seca alrededor del *Monanthochloo-Arthrocnemum subterminalis*, señalando una zona de transición con la vegetación de los desiertos alcalinos (*Frankenion palmeri*).

Biogeografía: Esta asociación está ligada a los climas extremadamente áridos, como los existentes en los desiertos costeros tanto de la costa Pacífica como del Golfo en Baja California. Más hacia el norte está restringida a los suelos alcalinos de las depresiones de los desiertos calientes (Sonora y Mohave) y frío (Gran Cuenca) de Estados Unidos.

### 13. *Laguncularia racemosae-Rhizophoretum mangle* Peinado et al. 1992

Cuadro 13

Ecología y estructura: Comunidades arbóreas dominadas por el fanerófito *Rhizophora mangle*, que constituyen la primera banda en relación con el nivel de mareas de los saladares bajacalifornianos con influencia subtropical, y prosperan en zonas intermareales protegidas del embate directo de las olas del mar tales como playas resguardadas, canales, esteros, ríos y lagunazos postdunares. *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* aparecen en proporciones menores y sus individuos generalmente ocupan la zona interna de la asociación. Dos características conspicuas de esta asociación son la ausencia de otras plantas vasculares asociadas y al abrupto ecotono que tienen con las comunidades vecinas (saladar de marea, matorral desértico).

Biogeografía: Este tipo de manglar parece estar repartido en otras zonas litorales mexicanas (Rzedowski, 1978): en Baja California se encuentra sólo en pequeñas áreas

Cuadro 13. Asociación *Laguncularia racemosae-Rhizophoretum mangle* Peinado et al. 1992.

Inv. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cobertura %	100	80	80	100	100	100	100	80	80	100
Area m <sup>2</sup>	50	20	20	50	20	20	50	40	40	50
Nr. especies	2	2	1	2	2	2	3	2	2	2
Especies características de as. unidades superiores										
<i>Rhizophora mangle</i>	4.5	4.4	5.5	4.5	5.5	5.5	4.4	3.5	3.4	4.4
<i>Laguncularia racemosa</i>	1.2	1.1	.	1.1	1.1	1.1	1.1	.	1.1	2.3
<i>Avicennia germinans</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.

Localidades.- Inv. 1: La Serenidad, Mulegé; Inv. 2, 3: entre Rosarito y Mulegé, playa Santispak, Bahía de Concepción; Inv. 4: Puerto Escondido; Inv. 5: Playa de los Cocos, Loreto; Inv. 6: Loreto; Inv. 7: Playa Armenta, Loreto; Inv. 8: Puente de San Carlos; Inv. 9: San Carlos; Inv. 10: Puerto López Mateos. Todos ellos en Baja California.

discontinuas en bahías protegidas, lagunas costeras y estuarios, desde el sur de Bahía de Los Angeles (29° 05'N) en el Golfo, y desde aproximadamente los 27° N en el Pacífico hasta la región de los Cabos.

**14. *Laguncularia racemosae-Avicennietum germinantis* Peinado et al. 1992**

**Cuadro 14**

Ecología y estructura: Comunidad dominada por el mangle negro (*Avicennia germinans*), que constituye el extremo interior de la vegetación de manglar y está en contacto con las comunidades crasicauales del *Sarcocornietum pacificae*. La presencia de *Sarcocornia pacifica* y *Batis maritima* revela tanto estos ecotonos como los periodos de inundación temporal que la asociación interna del manglar puede tolerar. Por otro lado, la presencia de *Sporobolus virginicus* denota la existencia de suelos arenosos. *Laguncularia racemosa*, la otra especie dominante de la comunidad, muestra aquí mayor vitalidad y cobertura que en la asociación anterior. Las comunidades de *Laguncularia-Avicennietum germinantis* emergen diariamente con ocasión de las bajamares y se origina así un aspecto muy llamativo de la asociación gracias a los neumatóforos de *A. germinans* que emergen de los fangos. Por otro lado, poblaciones puras de *A. germinans* en estado arbustivo suelen ocupar bordes internos de canales naturales y artificiales y actuar como primocolonizadoras de canales de drenaje.

Biogeografía: Esta asociación aparece en las mismas áreas que la asociación anterior.

Cuadro 14. Asociación *Laguncularia racemosae-Avicennietum germinantis* Peinado et al. 1992.

Inv. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Cobertura %	100	70	80	80	80	70	100	90
Area m <sup>2</sup>	50	20	20	20	20	20	20	20
Nr. especies	4	3	3	3	3	4	4	2
Especies características de as. y unidades superiores								
<i>Avicennia germinans</i>	3.3	2.3	4.4	4.4	3.3	3.3	4.3	4.4
<i>Laguncularia racemosa</i>	3.3	3.3	.	.	3.2	+	1.2	.
Compañeras								
<i>Batis maritima</i>	1.1	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1
<i>Sporobolus virginicus</i>	.	.	1.2	1.2	.	+	+	.
<i>Sarcocornia pacifica</i>	1.1	.	.	.	.	.	.	.

Localidades.- Inv. 1: Playa Armenta, Loreto; Inv. 2: Puerto Escondido; Inv. 3: entre Rosarito y Mulegé, playa Santispak, Bahía Concepción; Inv. 4, 5: Loreto; Inv. 6: Playa de los Cocos; Inv. 7: Bahía Concepción; Inv. 8: Pto. López Mateos. Todos en Baja California.

**Sintaxonomía:** Las comunidades bajacalifornianas de los manglares representan el límite norteño de las formaciones de manglares, que son esencialmente tropicales. *Laguncularia* es característico de los manglares occidentales (Walter, 1977), y quizás pueda definir un nuevo sintaxon dentro de la clase *Rhizophoro-Avicennietea nitidae* Knapp 1957 *nomem nudum*.

#### **15. *Atriplici julaceae-Frankenietum palmeri* Peinado et al. 1992**

##### **Cuadro 15**

**Ecología y estructura:** Asociación esencialmente carnéfica (c.30 cm de alto) y de baja cobertura (hasta 50%), dominada por *Frankenia palmeri* (44%). Entre el resto de las especies que aparecen en esta asociación sobresale *Atriplex julacea*, endemismo bajacaliforniano que puede cubrir hasta 20%. El resto de las plantas son accidentales y generalmente se presentan en ecotonos con comunidades adyacentes (*Allenrolfea occidentalis*, en el caso del *Allenrolfeetum occidentalis*, y *Sarcocornia pacifica* en el del *Sarcocornietum pacificae*), junto con algunas otras plantas provenientes de las comunidades del desierto. Las anuales (*Gassoul crystallinum*, *Dyssodia anthemidifolia*, *Chaenactis lacera*, *Plantago hookeriana*), son abundantes después de las lluvias (cf. cuadro 15); estas comunidades terófitas son bioindicadoras de los suelos arenosos y alcalinos que caracterizan el área de esta asociación. *Atriplici-Frankenietum palmeri* es una asociación típica de los suelos alcalinos defloculados (Solonetz) que se originan por la formación de carbonato sódico a través del proceso de alcalinización sufrido por algunos suelos salinos (Solonchak). Las condiciones ambientales para que se produzcan los procesos de alcalinización aparecen generalmente en las costas llanas bajo climas extremadamente áridos.

**Biogeografía:** Esta asociación es exclusiva de la subdivisión Vizcaíno (Desierto Sonorense). Sin embargo, las comunidades dominadas por *Frankenia palmeri* aparecen en las playas costeras y en las terrazas bajas del Pacífico y del Golfo. Parece existir otra comunidad vicariante (*Frankenio-Atriplicetum polycarpae*), que habita los bordes del Golfo de California, viviendo bajo condiciones ecológicas similares.

**Sintaxonomía:** Igual que el *Allenrolfeetum occidentalis*, las comunidades dominadas por *Frankenia palmeri* están fuertemente individualizadas y no tienen mucha relación florística con otras asociaciones del desierto. Knapp (1957) propuso una clase *Frankenio-Atriplicetea* para agrupar estas comunidades; tal propuesta no es válida de acuerdo con las reglas del Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica y constituye un *nom. nudum*.

#### **16. *Maytenetum phyllanthoidis* Peinado et al. 1992**

##### **Cuadro 16**

**Ecología y estructura:** Asociación dominada casi exclusivamente por el fanerófito *Maytenus phyllanthoides*, acompañada por el halófito *Lycium andersonii*. Como puede verse en el cuadro de esta asociación, los inventarios resultan muy heterogéneos porque la mayoría de las plantas son introgresiones de comunidades adyacentes y no tienen importancia fitosociológica en esta comunidad. El *Maytenetum phyllanthoidis* es una comunidad estenoica que vive en laderas expuestas al mar. *Maytenus* capta el agua

Cuadro 15. Asociación *Atriplici julaceae-Frankenietum palmeri* Peinado et al. 1992.

Inv. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Cobertura %	30	30	30	50	40	30	30	50
Area m <sup>2</sup>	50	10	10	20	10	20	20	10
Nr. especies	15	4	3	6	2	8	10	4
Especies características								
<i>Frankenia palmeri</i>	2.2	2.1	2.2	2.2	2.1	2.2	2.1	2.4
<i>Atriplex julacea</i>	1.1	1.1	1.1	2.1	.	.	1.1	2.2
Terófitos primaverales								
<i>Chaenactis lacera</i>	2.1	.	.	1.1	.	1.1	.	.
<i>Dichelostemma pulchellum</i>	1.1	.	.	1.1	.	1.1	.	.
<i>Plantago hookeriana</i>								
var. <i>californica</i>	1.1	.	.	1.1	.	1.1	.	.
<i>Gassoul crystallinum</i>	1.1	.	.	.	.	1.1	.	+
<i>Camissonia cardiophylla</i>								
subsp. <i>cedrosensis</i>	1.1	.	.	1.1	.	.	.	.
<i>Dyssodia anthemidifolia</i>	1.1	.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Dithyrea californica</i> var. <i>clinata</i>	+	.	.	1.1	.	.	.	.
<i>Calandrinia maritima</i>	1.1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polycarpon diffusum</i>	1.1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crassula tillaea</i>	1.1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phaseolus filiformis</i>	1.1	.	.	.	.	.	.	.
Compañeras								
<i>Yucca valida</i>	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.
<i>Euphorbia misera</i>	.	.	.	.	.	+	1.1	.
<i>Lycium carolinianum</i>	.	.	2.1	.	.	.	.	.
<i>Allenrolfea occidentalis</i>	.	.	.	.	2.1	.	.	.
<i>Agave shawii</i> subsp. <i>sebastiana</i>	.	.	.	.	.	.	.	2.1
<i>Monanthochloë littoralis</i>	.	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Opuntia tesajo</i>	.	.	.	.	.	.	1.1	.
<i>Machaeocereus gummosus</i>	.	.	.	.	.	.	1.1	.
<i>Ferocactus gracilis</i> var. <i>coloratus</i>	.	.	.	.	.	.	1.1	.

Addenda: Otras especies con índice +: Inv. 1: *Dudleya lanceolata*, *Ferocactus acanthodes*, *Opuntia echinocarpa*; Inv. 2: *Sarcocornia pacifica*; Inv. 6: *Jatropha cinerea*; Inv. 7: *Echinocereus maritimus*, *Ambrosia camphorata*, *Dudleya attenuata*.

Localidades.- Inv. 1: 116 km al sur de Punta Prieta; Inv. 2, 3: Laguna Ojo de Liebre; Inv. 4, 5, entre Ojo de Liebre y Guerrero Negro; Inv. 6: 98 km al norte de Guerrero Negro; Inv. 7: 71 km al norte de Guerrero Negro; Inv. 8: Campo Viejo, El Socorro. Todos ellos en Baja California.

Cuadro 16. Asociación *Maytenetum phyllanthoidis* Peinado et al. 1992.

Inv. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cobertura %	90	80	90	80	90	80	100	100	80
Area m <sup>2</sup>	100	100	100	50	20	20	20	20	50
Nr. especies	6	13	7	10	6	4	5	2	6
Especie característica									
<i>Maytenus phyllanthoides</i>	4.4	3.2	3.3	4.4	4.4	4.4	5.4	4.4	3.4
Compañeras									
<i>Lycium andersonii</i>	+	1.1	1.1	1.1	1.1	+	1.1	1.1	1.1
<i>Prosopis articulata</i>	.	.	+	2.2	+2	.	.	.	1.2
<i>Opuntia cholla</i>	.	1.1	1.2	1.1	.	.	.	.	.
<i>Jatropha cinerea</i>	.	2.1	2.1	1.1	.	.	.	.	.
<i>Bursera microphylla</i>	.	.	.	.	1.2	+2	1.1	.	.
<i>Pedilanthus macrocarpus</i>	.	1.1	.	.	.	+	+2	.	.
<i>Fouquieria diguetii</i>	.	3.2	.	.	.	.	1.2	.	.
<i>Machaerocereus gummosus</i>	.	3.2	2.3	.	.	.	.	.	.
<i>Lophocereus schottii</i>	+2	.	.	.	1.2	.	.	.	.
<i>Condalia globosa</i>									
var. <i>globosa</i>	.	.	.	1.2	.	.	.	.	1.1
<i>Condaliopsis rigida</i>	.	.	.	+2	.	.	.	.	1.1
<i>Pachycereus pringlei</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Machaerocereus eruca</i>	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viscainoa geniculata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2
<i>Cercidium microphyllum</i>	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.
<i>Baccharis sarathroides</i>	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.
<i>Phoradendron californicum</i>	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia xantii</i>	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.
<i>Mammillaria dioica</i>	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lycium megacarpum</i>	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia californica</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Simmondsia chinensis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ferocactus townsendianus</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Larrea tridentata</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex linearis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.

Localidades: Inv. 1: San Carlos; Inv. 2: Pto. López Mateos; Inv. 3: Pto. Escondido; Inv. 4: Loreto; Inv. 5: Aguajito, Bahía Concepción; Inv. 6: Playa Sansispak, Bahía Concepción; Inv. 7, 8: La Serenidad, Mulegá; Inv. 9: Pto. Chivato, San Bruno. Todos ellos en Baja California.

mediante la condensación en sus hojas de la humedad existente en la maresía y en las frecuentes nieblas. A pesar de que recibe localmente el nombre de manglar, esta comunidad no tiene ninguna relación ecológica con los verdaderos manglares, ya que las raíces de *Maytenus* no toleran las inundaciones.

Esta asociación es un caso muy interesante de comunidad estenoica; en las costas mediterráneas de España y Marruecos; otra asociación, el *Rhamno-Maytenetum europaei*, ocupa similares posiciones ecológicas.

Biogeografía y sintaxonomía: Hemos observado esta asociación desde la bahía de Los Angeles (su límite norte) hasta la región del Cabo, en ambas costas. Para definir la sintaxonomía de esta asociación es necesario investigar el comportamiento ecológico de *M. phyllanthoides* en el trópico americano.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha llevado a cabo gracias al Convenio de Colaboración Científica en Medio Ambiente suscrito entre las Universidades Autónoma de Baja California y de Alcalá de Henares. Los trabajos de campo han sido financiados por estas instituciones y con subvenciones y becas de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid, la Subdirección General de Cooperación Internacional del Ministerio de Educación y Ciencia español y con fondos de los proyectos de investigación PB90-0293 de la DGICYT (España), 8396 de la Secretaría de Educación Pública de México y 0132 de la Universidad Autónoma de Baja California.

## LITERATURA CITADA

- Adam, P. 1990. Saltmarsh ecology. Cambridge University Press. Cambridge. 461 pp.
- Adams, D. A. 1963. Factors affecting vascular plant zonation in North Carolina saltmarshes. *Ecology* 44: 445-456.
- Alcaraz, F. 1984. Flora y vegetación del NE de Murcia. Servicio Publicaciones Universidad de Murcia. Murcia. 406 pp.
- Alcaraz, F., T. E. Díaz, S. Rivas-Martínez & P. Sánchez Gómez. 1989. Datos sobre la vegetación del sureste de España: provincia biogeográfica Murciano-Almeriense. *Itinera Geobotanica* 2: 5-133.
- Anderson, C. E. 1974. A review of structure in several North Carolina salt marsh plants. In: Reimold, R. J. & W. H. Queen (eds.). *Ecology of halophytes*. Academic Press. New York. pp. 307-344.
- Backshall, D. J. & P. B. Bridgewater. 1981. Peripheral vegetation of Peel Inlet and Harvey Estuary, Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 4: 5-11.
- Barbour, M. G. 1970. Is any angiosperm an obligate halophyte? *American Midland Naturalist* 84: 105-120.
- Barbour, M. G. & C. B. Davis. 1970. Salt tolerance of five California salt marsh plants. *American Midland Naturalist* 84: 262-265.
- Barbour M. G. & J. Major (eds.). 1988. *Terrestrial vegetation of California*. California Native Plant Society Special Publication No.8. Davis, California. 2nd ed. 1020 pp.
- Barkman, J. J., J. Movarec & S. Rauchert. 1986. *Code of phytosociological nomenclature*. 2nd ed. *Vegetatio* 67: 145-196.



- Beefink, W. G. 1965. De zoutvegetatie van ZW-Nederland beschouwd in Europees verband. Thesis. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen.
- Beefink, J. J. 1977. The coastal salt marshes of western and northern Europe: An ecological and phytosociological approach. In: V. J. Chapman (ed.) Wet coastal ecosystems. Elsevier. Amsterdam. pp. 109-155.
- Beefink, W. G. & J. M. Géhu. 1973. *Spartinetea maritima*. In: Tüxen, R. (ed.) Prodrome des groupements végétaux d'Europe, I. J. Crame. Lehre. pp. 1-43.
- Bolòs, O. 1957. De vegetacione valentina, I. Collectanea Botanica (Barcelona) 4(2): 527-596.
- Bolòs, O. 1963. Botànica y geografía. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes Barcelona 38(14): 443-480.
- Braun-Blanquet, J. 1968. Fitosociología. Ed. Blume. Madrid. 820 pp.
- Callaway, M. R., S. Jones & A. Parikh. 1990. Ecology of a mediterranean-climate estuarine wetland at Carpinteria, California: plant distributions and soil salinity in the upper marsh. Canadian Journal of Botany 68: 1139-1146.
- Chapman, V. J. 1934. The plant ecology of Scott Head Island. In: J. A. Steers (ed.). Scott Head Island. Heffer. Cambridge. pp. 85-163.
- Chapman, V. J. 1960. Salt marshes and salt deserts of the World. Hill, London. 392 pp.
- Chapman, V. J. 1974. Salt marshes and salt deserts of the World. In: Reimold, R. J. & W. H. Queen (eds.). Ecology of halophytes. Academic Press. New York. pp. 3-19.
- Christiansen, W. 1955. *Salicornietum*. Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft in Niedersachsen., N.F. 5: 64-65.
- Corré, J. J. 1979. L'équilibre des biocénoses végétales salées en basse Camargue. In: Jeffries, R. L. & A. J. Davy (eds.). Ecological process in coastal environments. Blackwell Scientific Publications. New York. pp. 65-76.
- Davis, J. H. Jr. 1940. The ecology and geologic role of mangroves in Florida. Carnegie Inst. Wash. Publ. 51: 305-412.
- Dawson, E. Y. 1962. Benthic marine exploration of Bahia de San Quintin, Baja California, 1960-61. No.7. Marine and marsh vegetation. Pacific Naturalist 3: 275-280.
- Den Hartog, C. 1970. The sea-grasses of the world. Verhandeligen Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen Afdeling Naturwetenschappen 59(1): 1-275.
- Ferren, W. R. 1985. Carpinteria salt marsh. Environment, history, and botanical resources of a southern California estuary. The Herbarium, Department of Biological Sciences. University of California. Santa Barbara, California. No. 4. 300 pp.
- Géhu, J. M. & J. Géhu-Franck. 1984. Schéma syntaxonomique et synchorologique des végétations phanérogamiques halophiles françaises. Documents Phytosociologiques N.S. 8: 51-70.
- Géhu, J. M. & S. Rivas-Martínez. 1981. Notions fondamentales de phytosociologie. In: Dierschke, H. (ed.). Syntaxonomie. J. Cramer. Vaduz. pp. 5-53.
- Géhu, J. M. & S. Rivas-Martínez. 1983. Classification of European salt plant communities. In: Dijkema, J. et al. (eds.). Study on European salt marshes and salt steppes. Conseil de l'Europe, SN-VS 83(4). Strasbourg. pp. 32-40.
- Gillham, M. E. 1957. Vegetation of the Exe Estuary in relation to water salinity. Journal of Ecology 45: 735-746.
- Grandtner, M. M. 1976. Les marais salés du parc national Forillon, Québec, Canada. Colloques Phytosociologiques (Lille) 4: 171-179.
- Grandtner, M. E. 1984. Le marais salé D'Ogunquit, Maine, USA. Documents Phytosociologiques, N.S. 8: 1-13.
- Grisswold, T. J. 1988. Physical factors and competitive interactions affecting salt marsh vegetation. M. S. Thesis. San Diego State University. San Diego, California. 84 pp.
- Henrickson, J. 1976. Ecology of southern California coastal salt marshes. In: Latting, J. (ed.). Plant communities of southern California. California Native Plant Society Special Publication No.2. Davis, California. pp. 49-64.

- Hubbard, J. C. E. 1969. Light in relation to tidal immersion and the growth of *Spartina townsendii* (s.l.). *Journal of Ecology* 57: 795-804.
- Johnson, D. S. & H. H. York. 1915. The relations of plants to tide levels. A study of factors affecting the distribution of marine plants. Carnegie Institute of Washington Publication 206: 1-162.
- Knapp, R. 1957. Über die Gliederung der Vegetation von Nordamerika. *Geobotanische Mitteilungen* 4: 1-63.
- Lindberg, S. E. & R. C. Harris. 1973. Mechanisms controlling pore water salinities in a salt marsh. *Limnological Oceanography* 18: 788-791.
- Lugo, E. A. 1980. Mangrove ecosystems: successional or steady state. *Biotropica* 12(2): 65-72.
- Lugo, E. A. & S. C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 39-64.
- Macdonald, K. B. 1969. Quantitative studies of salt marsh mollusc faunas from the North American Pacific Coast. *Ecol. Monogr.* 39: 33-60.
- Macdonald, K. B. 1976. Plant and animal communities of Pacific North American salt marshes. In: Chapman, V. J. (ed.). *Wet coastal formations*. Elsevier. Amsterdam. pp. 167-169.
- Macdonald, K. B. 1988. Coastal salt marsh. In: Barbour, M. G. & J. Major (eds.). *Terrestrial vegetation of California*. 2nd ed. California Native Plant Society Special Publication No.8. Davis, California. pp. 263-294.
- Macdonald, K. B. & M. G. Barbour. 1974. Beach and salt marsh vegetation of the North American Pacific coast. In: Reimold R. J. & W. H. Queen (ed.). *Ecology of halophytes*. Academic Press. New York. pp. 175-233.
- Macnae, W. 1967. Zonation within mangroves associated with estuaries in North Queensland. In: Lauff, G. H. (ed.). *Estuaries*. AAAS Publ. Washington, DC. pp. 432-441.
- Mahall, B. E. & R. B. Park. 1976a. The ecotone between *Spartina foliosa* Trin. and *Salicornia virginica* L. in salt marshes of northern San Francisco Bay. I. Biomass and productivity. *Journal of Ecology* 64: 421-433.
- Mahall, B. E. & R. B. Park. 1976b. The ecotone between *Spartina foliosa* Trin. and *Salicornia virginica* L. in salt marshes of northern San Francisco Bay. II. Soil water and salinity. *Journal of Ecology* 64: 783-809.
- Mahall, B. E. & R. B. Park. 1976c. The ecotone between *Spartina foliosa* Trin. and *Salicornia virginica* L. in salt marshes of northern San Francisco Bay. III. Soil aeration and tidal immersion. *Journal of Ecology* 64: 811-819.
- Miller, W.R. & F.E. Egler. 1950. Vegetation of the Wequetequock Pacwcatuck tidal-marshes, Connecticut. *Ecological Monographs* 20: 143-172.
- Mudie, P. J. 1970. A survey of the coastal wetland vegetation of north San Diego County. California State Resources Agency, Wildlife Management Administrative Report 70-4: 1-18.
- Neuenschwander, L. F., T. H. Thorsted Jr., & R. J. Vogl. 1979. The salt marsh and transitional vegetation of Bahia de San Quintin. *Bulletin of Southern California Academy of Science* 78: 163-182.
- Nordhagen, R. 1940. Studien über die maritime Vegetation Norwegens. I. Die Pflanzengesellschaften der Tangwälle. *Bergens Museums Aarbog Afhandlinger Naturvitens* 1(2): 1-123.
- Peinado, M. 1983. Ensayo sinfitosociológico sobre la vegetación de Ciudad Real (España). *Portugaliae Acta Biologica* 12: 507-518.
- Peinado, M. & J. M. Martínez-Parras. 1985. El paisaje vegetal de Castilla-La Mancha. Servicio de Publicaciones. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Villarrobledo. 230 pp.
- Peinado, M., F. Alcaraz, & J. M. Martínez-Parras. 1992. *Vegetation of Southeastern Spain*. Springer. Stuttgart. (en prensa).
- Peinado, M., J. M. Martínez-Parras, C. Bartolomé, & F. Alcaraz. 1987. Síntesis sintaxonómica de la clase *Pegano-Salsoletae* en España. *Documents Phytosociologiques*, N.S. 11: 283-301.
- Peinado, M., F. Alcaraz, J. Delgadillo, M. de la Cruz, J. Alvarez & J. L. Aguirre. 1992. The coastal salt marshes of California: A phytosociological approach. Manuscrito enviado a *Vegetatio* (en revisión).
- Phleger, C. F. 1971. Effect of salinity on growth of salt marsh grass. *Ecology* 52: 908-911.

- Purer, E. A. 1942. Plant ecology of the coastal salt marshlands of San Diego County, California. *Ecological Monographs* 12: 83-111.
- Ranwell, D. S. 1972. Ecology of salt marshes and sand dunes. Chapman & Hall. London. 258 pp.
- Reimold, R. J. & W. H. Queen (eds.). 1974. Ecology of halophytes. Academic Press. New York. 605 pp.
- Richards, F. J. 1934. The salt marshes of the Dovey estuary. IV. Rates of vertical accretion, horizontal extension and scarp erosion. *Annalen der Botanik* 48: 225-259.
- Rivas-Martínez, S. 1978. Las sinasociaciones de la Sierra de Guadarrama. In: Tüxen, R. (ed.). *Assoziationskomplexe (sigmeten) und ihre praktische Anwendung*. J. Cramer. Vaduz. pp. 189-212.
- Rivas-Martínez, S., M. Costa, S. Castroviejo, & E. Valdés. 1980. Vegetación de Doñana (Huelva, España). *Lazarro* 2: 5-190.
- Rivas-Martínez, S., F. Alcaraz, D. Belmonte, P. Cantó & D. Sánchez Mata. 1984. Contribución al conocimiento de los saladares del sureste de la península Ibérica (*Arthrocnemion glauci*). *Documents Phytosociologiques*, N.S. 8: 335-342.
- Rundel, P. W. & J. L. Vankat. 1989. Chaparral communities and ecosystems. In: Keeley, S. C. (ed.). *The California chaparral. Paradigms reexamined*. Natural History Museum of Los Angeles County (NO. 34 Science Series). Los Angeles, California. pp. 127-139.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México D.F. 432 pp.
- Scott, J. C. 1977. Reinstatement and revision of Salicorniaceae J. Agardh (Caryophyllales). *Bot. Journal of the Linnean Society* 75: 357-354.
- Taylor, N. 1938. A preliminary report on the salt marsh vegetation of Long Island, New York. *Bulletin of New York State Museum* 316: 21-84.
- Thom, B. G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology: Tabasco, México. *J. Ecol.* 55: 301-343.
- Tüxen, R. (ed.). 1974. *Assoziationskomplexe (sigmeten) und ihre praktische Anwendung*. J. Cramer. Vaduz. 535 pp.
- Vogl, R. J. 1966. Salt-marsh vegetation of upper Newport Bay, California. *Ecology* 47: 80-87.
- Volleberg, P. J. & R. A. Congdon. 1986. Germination and growth of *Ruppia polycarpa* and *Lepilaena cylindrocarpa* in ephemeral salt marsh pools, Westernport Bay, Victoria. *Aquatic Botany* 26: 165-179.
- Waisel, Y. 1972. Biology of halophytes. Academic Press. New York. 395 pp.
- Walter, H. 1977. Zonas de vegetación y clima. Ed. Omega. Barcelona.
- Westhoff, V. & E. van der Maarel. 1973. The Braun-Blanquet approach. In: Whittaker, R. H. (ed.). *Ordination and classification of communities*. Dr. W. Junk. The Hague. pp. 617-726.
- Westhoff, V. & M. G. Schouten. 1979. The diversity of European coastal ecosystems. In: Jeffries, R. L. & A. J. Davy, (eds.). *Ecological process in coastal environments*. Blackwell Scientific Publications. New York. pp. 3-25.
- Whittaker, R. H. (ed.) 1973. *Ordination and classification of communities*. Dr. W. Junk, The Hague. 737 pp.
- Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. Stanford, California. 1025 pp.
- Zedler, J. B. 1975. Salt marsh community structure along an elevation gradient. *Bulletin of the Ecological Society of America* 56: 47.
- Zedler, J. B. 1977. Salt marsh community structure in the Tijuana Estuary, California. *Estuarine Coastal Marine Science* 5: 39-53.
- Zedler, J. B. 1982. The ecology of southern California coastal salt marshes: a community profile. United States Fish and Wildlife Service FWS/OBS 81-54: 1-110. (Second printing with corrections 1984).
- Zedler, J. & C. S. Nordby. 1986. The ecology of Tijuana Estuary, California: an estuarine profile. United States Fish and Wildlife Service Biological Report 85(7.5): 1-104.