

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ciencias Ambientales



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

**“Estudio Edafológico sobre el
Limonium dufourii en la Marjal del
Moro”**

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autora:

Andrea García Zapata

Tutores:

Josep Vicent Llinares Palacios

P. Pablo Ferrer Gallego

Gandía, septiembre 2021

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer su ayuda y dedicación a mi tutor, **Josep**, que a pesar de las circunstancias y posibles inconvenientes, se ofreció a ayudarme con mi proyecto desde el principio.

A las personas que he conocido durante estos 4 años, y que ahora puedo llamar amigos, incluso familia. En especial, a mi amiga **María**, compañera de clase, de piso, de laboratorio, y de vida. Gracias por ser y estar.

Y, por último, y no menos importante, a **mi familia**. Gracias por estar ahí cuando el camino se volvía pedregoso y pensaba que no tenía fin, porque habéis sido mi gran apoyo para conseguirlo.

RESUMEN

El presente trabajo se trata de un estudio edafológico en la Marjal del Moro, sobre aquellas zonas donde crece el *Limonium dufourii* (Girard) Kuntze. Mediante este se pretende determinar cuáles son los condicionantes para su crecimiento en este paraje, y cuál es su estado. Para así tener un mayor conocimiento sobre las características edáficas de la Marjal del Moro, y por tanto de las especies que crecen sobre su suelo, concretamente el *Limonium dufourii* (Girard) Kuntze, o Saladina.

Para esto se ha muestreado la zona, y mediante diferentes técnicas analíticas se han obtenido datos del pH, la conductividad, la textura, los carbonatos y la materia orgánica, de diferentes puntos de la zona de la Marjal del Moro, la microrreserva A y la microrreserva B.

PALABRAS CLAVE

Limonium dufourii, Marjal del Moro, suelo, saladar.

ABSTRACT

This work is a soil study in the Marjal del Moro, on those areas where *Limonium dufourii* (Girard) Kuntze grows. The aim of this study is to determine what are the conditions for its growth in this area, and what is its condition. In this way we will have a better knowledge of this species, which is in critical danger of extinction. This study will allow other comparative studies to be carried out with the different areas of the Valencian Community where the same species grows.

For this purpose, the area has been sampled, and by means of different analytical techniques, data on pH, conductivity, texture, carbonates and organic matter have been obtained from different points in the area of the Marjal del Moro, micro-reserve A and micro-reserve B.

KEY WORDS

Limonium dufourii, Marjal del Moro, soil, salt marsh.

RESUM

El present treball es tracta d'un estudi edafològic en la Marjal del Moro, sobre aquelles zones on creix el *Limonium dufourii* (Girard) Kuntze. Mitjançant aquest es pretén determinar quins són els condicionants per al seu creixement en aquest paratge, i quin és el seu estat. Per així tindre un major coneixement sobre aquesta espècie, la qual està en perill crític d'extinció. Aquest estudi permetrà que es puguin realitzar altres estudis comparatius, amb les diferents zones de la Comunitat Valenciana, on creix la mateixa espècie.

Per això s'ha mostrejat la zona, i mitjançant diferents tècniques analítiques s'han obtingut dades del pH, la conductivitat, la textura, els carbonats i la matèria orgànica, de diferents punts de la zona de la Marjal del Moro, la microreserva Marjal del Moro A i la microreserva de la Marjal del Moro B.

PARAULES CLAU

Limonium dufourii, Marjal del Moro, sòl, saladar.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MEDIO FÍSICO	5
2.1. Localización.....	5
2.2. Clima	6
2.3. Hidrología.....	9
2.4. Geomorfología.....	11
2.5. Edafología.....	12
3. MEDIO BIÓTICO	13
3.1. Fauna	13
3.2. Flora.....	14
4. OBJETIVOS.....	15
5. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	15
5.1. Análisis de laboratorio.....	15
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
7. CONCLUSIÓN.....	30
8. BIBLIOGRAFÍA	31

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. <i>LIMONIUM DUFOURII</i> (GIRARD) O.KUNTZE	2
FIGURA 2. UBICACIÓN MARJAL DEL MORO, MICRORRESERVAS.	5
FIGURA 3: CLIMOGRAMA DE SAGUNTO	7
FIGURA 4. OMBROTIPOS Y SUS ÍNDICES OMBROTÉRMICOS.....	8
FIGURA 5. UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 08.21. PLANA DE SAGUNTO.....	10
FIGURA 6. GEOMORFOLOGÍA GENERAL DEL ABANICO DEL PALÀNCIA, MARJAL DELS MOROS Y LITORAL.....	11
FIGURA 7. MUESTRAS EN BANDEJAS.....	16
FIGURA 8. PROBETAS PARA LA DETERMINACIÓN DE TEXTURA	17
FIGURA 9. MUESTRA EN PH-METRO.....	19
FIGURA 10. LIBRO DE COLORES DEL SUELO DE MUNSELL	20
FIGURA 11. CALCÍMETRO DE BERNARD	21
FIGURA 12. MUESTRA PARA LA DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA.....	22
FIGURA 13. DIAGRAMA TRIANGULAR PARA DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA	23
FIGURA 14. INTERPRETACIÓN VALORES DE PH	25
FIGURA 15. INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE CARBONATOS.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. VALORES MEDIOS MENSUALES ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SAGUNTO.....	6
TABLA 2. ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS DE SAGUNTO.....	7
TABLA 4. DATOS TEXTURA Y CLASIFICACIÓN.....	24
TABLA 5. DATOS DE PH Y CONDUCTIVIDAD.....	24
TABLA 6. INTERPRETACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD.....	25
TABLA 7. DATOS DE CONDUCTIVIDAD.....	26
TABLA 8. INTERPRETACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA.....	27
TABLA 9. RESULTADOS MATERIA ORGÁNICA.....	28
TABLA 10. RESULTADOS DE CARBONATOS.....	29

1. INTRODUCCIÓN

Los saladares son ecosistemas caracterizados por la presencia de sales en el suelo (sobretudo cloruros) y un nivel freático muy cercano a la superficie, siendo frecuente los afloramientos de agua salobre. Estas condiciones edafológicas conllevan un ambiente en el cual las comunidades vegetales se han adaptado a las elevadas concentraciones de sal.

“El suelo es uno de los factores determinantes de la condición y distribución de las plantas a través de sus variaciones fisicoquímicas, y biológicas. De él depende el acceso a los nutrientes, la economía hídrica, la aireación, la capacidad de enraizamiento, etc., y desempeña un importante papel en el aislamiento y en los procesos de especiación” (Alonso, 2000).

Las especies vegetales que crecen en terrenos salinos se denominan halófitas. La adaptación de estas a los ambientes salinos puede deberse o a “tolerancia a la sal” o a “evasión de la sal”. La vegetación halófila la componen especies vegetales que se desenvuelven en un suelo con una conductividad eléctrica mayor de 4 dS/m, valor mínimo para considerar a un suelo como salino (Schulze et al., 2002).

El presente estudio se centra en una especie del género *Limonium* Mill., concretamente en el *Limonium dufourii* (Girard) O. Kuntze

El género *Limonium* incluye hasta unas 350 especies, las cuales se distribuyen en las áreas secas y salinas de las regiones Mediterránea y Macaronésica (Crespo y Lledó, 1998).

Este género de plantas pertenece a la familia Plumbaginaceae. Algunas de estas se encuentran en la Comunitat Valenciana, siendo muchas de ellas endémicas.

El *Limonium dufourii* (Girard) O. Kuntze, comúnmente conocido como saladina o limonio viloso, es una de las principales especies endémicas de la Comunitat Valenciana. Actualmente está en peligro crítico de extinción, en gran parte, por la masificación y abuso de las zonas costeras. Normalmente crece en ambientes cercanos al litoral, en suelos salinos, los cuales suelen ser tanto de textura arenosa, limosa, así como rocosos, típicos de acantilados litorales.

Descripción morfológica

Es una planta perenne, densamente pelosa, escaposa y con base leñosa. Hojas de roseta basal, de 3-6 x 1 cm, obovado-espátuladas, con pecíolo de 1-3 mm de anchura y de longitud subigual a la lámina. Tallos ascendentes de 30-50 cm, densamente pelosos, con tricomas dispuestos en fascículos y escamas basales escariosas de 4-8 mm de longitud. Inflorescencias ramosas. Ramas estériles numerosas, que divergen en ángulo agudo. Espigas de 12-16 mm de longitud, rectas. Espiguillas muy densas, 10 o más por centímetro, con 3-4 flores cada una. Brácteas de las espiguillas densamente pelosas, todas con un estrecho margen hialino; la externa de 2,8-3,1 x 2,8-3,0 mm, frecuentemente marrón; la media de 2,6-2,8 x 1,9-2,1 mm, hialina; y la interna de 5,4-5,9 x 4,8-5,4 mm, anchamente obovada. Cáliz de 5,2-6,2 mm de longitud, con el limbo algo más largo que el tubo. Pétalos cuneados, de 8,0-9,0 x 2,9-3,1 mm, de color azul-violáceo. Florece desde junio hasta agosto (Crespo y Lledó, 1998).



Figura 1. *Limonium dufourii* (Girard) O.Kuntze (Fuente: Propia)

La realización de este estudio se ha centrado en las comunidades de *Limonium dufourii* que se encuentran en la Marjal del Moro.

La Marjal del Moro es un humedal de gran valor ambiental, ubicado entre el término municipal de Sagunto y el de Puzol. Este fue declarado Zona Húmeda Catalogada, por el artículo 31 de la *Ley 11/1994, de 27 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Espacios Naturales Protegidos*. En el podemos encontrar un Lugar de Interés Comunitario (LIC) y una Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), esto provocó su inclusión, el 31 de octubre del 1995, en la Red Natura 2000.

Fue en el año 2015, por el *Decreto 127/2015, de 31 de julio, del Consell, por el que se declaran zonas especiales de conservación (ZEC) los lugares de importancia comunitaria (LIC) Lavajos de Sinarcas, Marjal de Nules y Marjal dels Moros, y se aprueban las normas de gestión para dichos LIC y para la Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA)*, que la Marjal del Moro se declaró Zona de Especial Conservación (ZEC), y se aprobaron las normas de gestión de este espacio.

El paisaje de la Marjal del Moro ha evolucionado con el paso de los años, ya que hace unos 100.000 años el área que actualmente ocupa la Marjal era parte del mar Mediterráneo. En aquella época, el río Palancia comenzó a aportar gran cantidad de sedimentos que se dispersaron paralelos a la costa formando un escudo litoral.

Este fenómeno aisló una laguna de agua salobre. Con el paso del tiempo y el incesante aporte de sedimentos por parte del río, las características de esta laguna cambiaron (Aranegui et al., 2005)

El resultado final del proceso de relleno resultó ser una costa de carácter sedimentario donde se localizaron humedales de diferentes dimensiones. La acción humana no tardó en darse sobre esta zona, pero fue sobretodo a finales del siglo XIX y principios del XX cuando la acción antrópica fue más intensa.

La Marjal del Moro es lo que queda de aquellas zonas pantanosas, el llamado Estany de Morvedre, una zona muy modificada por el hombre.

La playa tiene mayoritariamente dos tipos de materiales principales. En primer lugar, las gravas y cantos rodados que forman el cordón litoral, que provienen del río Palancia. Y luego, las escorias, o cenizas que provienen de la actividad de la siderúrgica de los Altos Hornos del Mediterráneo (Aranegui et al., 2005).

Todo comienza cuando en 1900, Ramón de la Sota y Eduardo Aznar, deciden llevar a cabo un proyecto de construcción de un embarcadero y un ferrocarril minero en el litoral, para sus negocios navieros, siendo la ubicación donde ahora se encuentra el Puerto de Sagunto.

El cribado del mineral provocaba grandes cantidades de polvo, por lo que se habilitó un sistema de aglomeración del mineral.

La construcción de los Altos Hornos del Mediterráneo, en 1917, se vio provocada debido a la pérdida de grandes cantidades de mineral de hierro durante su transporte, en forma de polvo, por lo que se habilitó un sistema de aglomeración del mineral.

Con el fin de evitar el retroceso de la línea de costa en 1923, se decidió verter las escorias de la fundición del hierro a lo largo de todo el litoral del marjal, las cuales acabaron cementando al entrar en contacto sus minerales con el agua del mar.

En las décadas de los sesenta y setenta, la mayor parte del humedal desapareció, debido al desarrollo urbanístico e industrial.

A pesar de todo y con el paso del tiempo, el humedal ha ido recuperándose poco a poco.

Actualmente, es un lugar de gran importancia medioambiental, el cual alberga gran cantidad de especies vegetales y animales. Entre las cuales está el *Limonium dufourii*.

2. MEDIO FÍSICO

2.1. Localización

La Marjal del Moro se localiza en el sector NE de la provincia de Valencia, entre los términos de Sagunto, al que pertenece en su mayor parte, y el de Puçol. Está enmarcada en las unidades estructurales del valle del Palancia y la Serra Calderona. Se encuentra paralela a la costa, en una longitud de alrededor de 3 km y una anchura entre 1 y 1,5 km. Es un espacio rodeado de edificaciones y sometido a una fuerte presión agrícola, urbana e industrial.

Concretamente, las zonas muestreadas pertenecen a las microrreservas Marjal del Moro-A y Marjal del Moro-B.

Marjal A:

- Inicio: 39° 37' 26,1" N 0° 15' 11,9" W
- Camino: 39° 27' 25,4" N 0° 15' 12,0" W

Marjal B:

- Agua: 39° 37' 43,5" N 0° 14' 55,4" W



Figura 2. Ubicación Marjal del Moro, microrreservas. (Fuente: Visor Cartogràfic Valencià)

2.2. Clima

En los términos municipales de Sagunto y Puzol, encontramos un clima con temperaturas moderadas durante el año. Las precipitaciones son irregulares durante todo el año, y muchas suelen ser torrenciales.

Este es un clima típico mediterráneo, con inviernos templados y lluviosos y veranos secos y calurosos.

Para la obtención de los datos climáticos se ha escogido la estación meteorológica de Sagunto que es la más cercana a la zona de la Marjal del Moro.

Los siguientes datos pertenecen a un periodo de 10 años (2010-2020):

Tabla 1. Valores medios mensuales estación meteorológica de Sagunto. (Fuente: IVIA)

	T_{med}	T_{max}	T_{min}	H_{relativa}	P_T	Viento
Enero	11,22	16,22	5,20	61,90	39,78	6,58
Febrero	11,82	17,23	5,66	56,91	17,22	7,05
Marzo	13,52	18,72	7,05	60,45	59,46	6,84
Abril	15,75	20,87	9,19	65,18	34,38	6,00
Mayo	18,86	24,78	11,71	62,64	25,12	5,49
Junio	22,29	27,21	14,53	62,18	14,10	5,11
Julio	24,55	29,95	16,29	66,55	8,90	5,13
Agosto	25,71	29,95	17,89	68,64	16,44	4,76
Septiembre	23,20	27,70	15,83	67,45	41,18	4,95
Octubre	19,27	24,08	12,05	67,80	48,73	4,49
Noviembre	14,90	19,54	8,54	65,80	78,51	5,39
Diciembre	12,22	16,37	6,73	65,70	29,97	10,54
Media Anual	17,77	22,72	10,89	64,27	34,48	6,03

Donde:

- T_{med}: Temperatura media (°C)
- T_{max}: Temperatura media máxima (°C)
- T_{min}: Temperatura media mínima (°C)
- H_{relativa}: Humedad relativa (%)
- P_T: Precipitación total mensual (mm)
- Viento: Velocidad del viento (km/h)

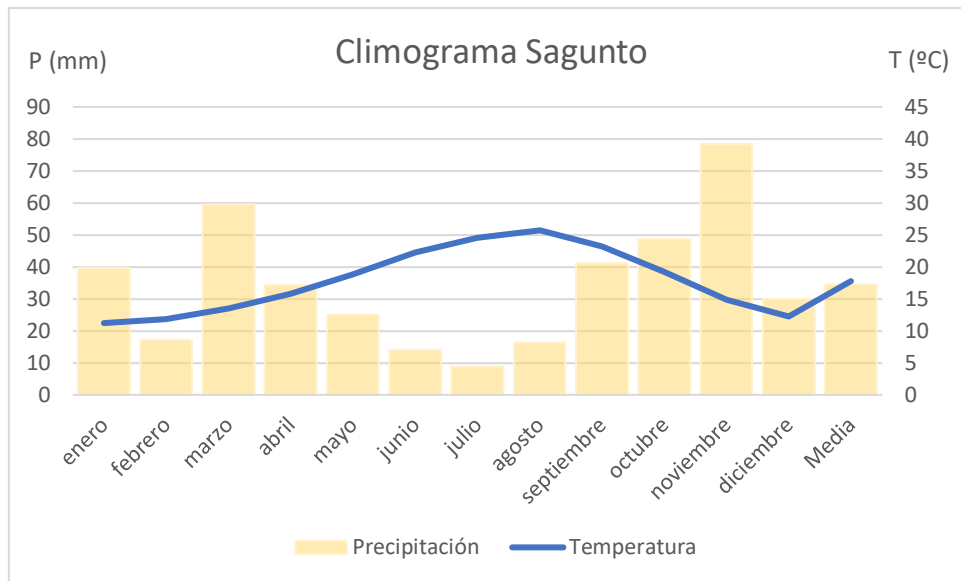


Figura 3: Climograma de Sagunto (Fuente: Propia)

En la siguiente tabla se muestran los índices climáticos y bioclimáticos (Díaz, 2016) de la zona de estudio.

Tabla 2. Índices Bioclimáticos de Sagunto (Fuente: <https://webs.ucm.es/info/cif/report/CTRY094.htm>)

ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS SAGUNTO	
IT	364,7
IC	17
IO	2,12

- **IT** (Índice de Termicidad): El índice de Termicidad (Rivas-Martínez et al. 1984) relaciona la temperatura con el tipo de vegetación.

Cuanto mayor es el valor del índice, mayor adaptación tendrá la vegetación al calor. Por lo que se puede observar en este caso, es bastante alto, por lo que se puede deducir que la vegetación de la zona está muy adaptada al calor.

- **IC** (Índice de Continentalidad): El Índice de Continentalidad de Supan (1884), representa la diferencia entre la temperatura media de los meses más cálidos y fríos del año

En este caso se obtiene que la diferencia es de unos 17 °C.

- **IO** (Índice Ombrotérmico Anual): Se refiere al cociente entre la suma de precipitación media en mm de los meses cuya temperatura media es superior a cero grados centígrados (Pp) y la suma de las temperaturas medias mensuales superiores a cero grados centígrados en décimas de grado (Tp). (Rivas-Martínez, 2005).

Cada índice corresponde a un ombrotipo diferente, en la siguiente tabla se muestra la relación:

Ombrotipos	<i>I_o</i>	Ombrotipos	<i>I_o</i>
Ultrahiperárido inferior	0.0-0.1	Seco inferior	2.0-2.8
Ultrahiperárido superior	0.1-0.2	Seco superior	2.8-3.6
Hiperárido inferior	0.2-0.3	Subhúmedo inferior	3.6-4.8
Hiperárido superior	0.3-0.4	Subhúmedo superior	4.8-6.0
Árido inferior	0.4-0.7	Húmedo inferior	6.0-9.0
Árido superior	0.7-1.0	Húmedo superior	9.0-12.0
Semiárido inferior	1.0-1.5	Hiperhúmedo inferior	12.0-18.0
Semiárido superior	1.5-2.0	Hiperhúmedo superior	18.0-24.0

Figura 4. Ombrotipos y sus índices ombrotérmicos. (Fuente: Macías et al., 2014)

En función de la tabla anterior, siendo el índice ombrotérmico de la zona 2,12, le correspondería el ombrotipo “Seco inferior”.

2.3. Hidrología

La Marjal del Moro está dentro de la cuenca hidrográfica del Júcar, pero no se localiza ningún curso fluvial natural. El río más próximo, es el río Palancia, a más de 4 km de distancia.

A nivel subterráneo la Marjal del Moro está integrada en la Unidad Hidrogeológica de la Plana de Sagunt (08.21 codificado según el *IGME*), situada en el límite entre las provincias de Valencia y Castellón.

La entrada de agua procede de la aportación subterránea que aflora en manantiales o ullals, de la infiltración de los excedentes de riego y de transferencia de otros acuíferos.

En cuanto a la salida está producida por la extracción para la dotación de riego, y por los desagües al mar que se efectúan por las golas conectadas por la Séquia del Rei.

Según el Instituto Geológico y Minero de España (*IGME*), los niveles superiores de esta unidad están formados por conglomerados, gravas y arenas del Pliocuaternalio con predominio de niveles detríticos de grano grueso en los primeros 50 m, aumentando su arcillosidad a profundidades superiores.

Por esto, la transmisividad puede alcanzar valores superiores a 7.000 m²/d, siendo los valores del coeficiente de almacenamiento de 10 a 12 %.

A niveles inferiores se pueden encontrar calizas dolomíticas del Muschelkalk y Jurásico, las cuales están separadas por una formación arcillosa creciente hacia el mar.

El flujo subterráneo es de dirección ONO-ESE hacia el mar, excepto en donde existe concentración de explotaciones y en el área de influencia del río Palancia. En el marjal, la superficie piezométrica no suele ser superior a 2 m.s.n.m.

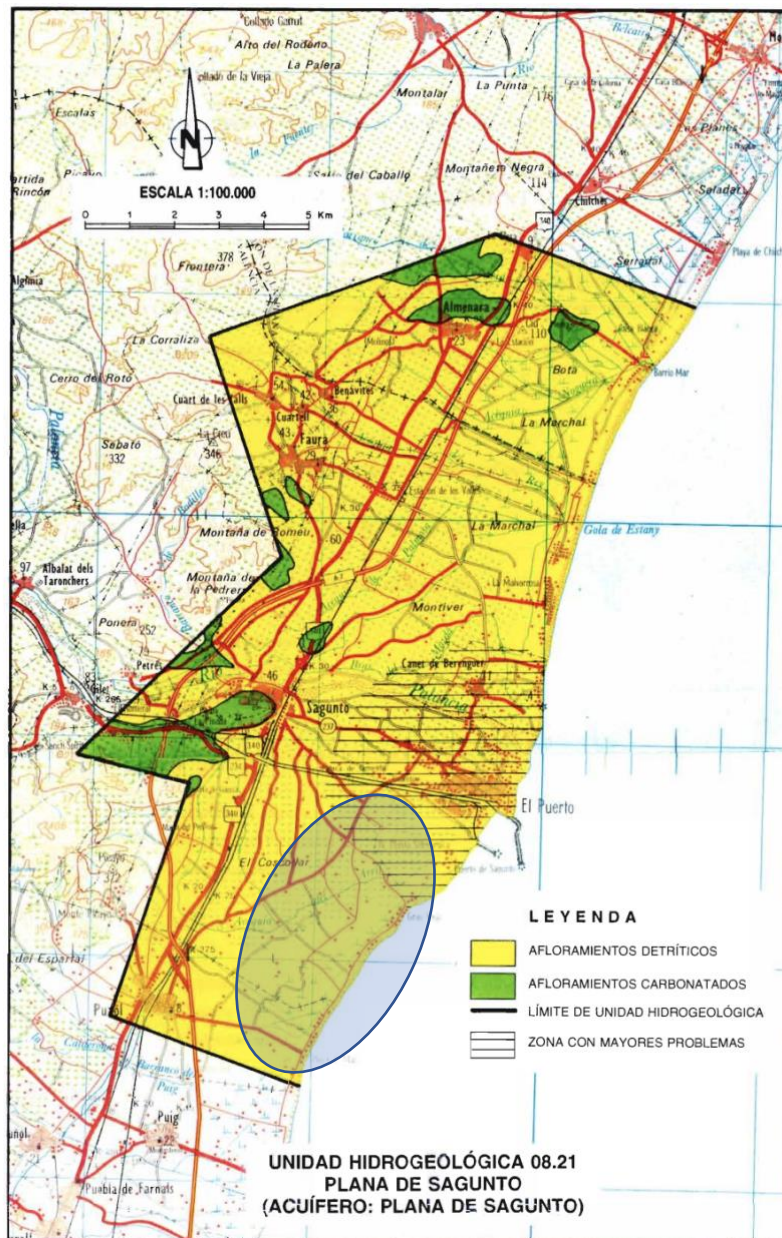


Figura 5. Unidad hidrogeológica 08.21. Plana de Sagunto. (Fuente: IGME).

2.4. Geomorfología

La Marjal del Moro está ubicada al sur de Sagunto, ubicado en un promontorio montañoso a orillas del Palància, en el ápice de un amplio aluvial costero.

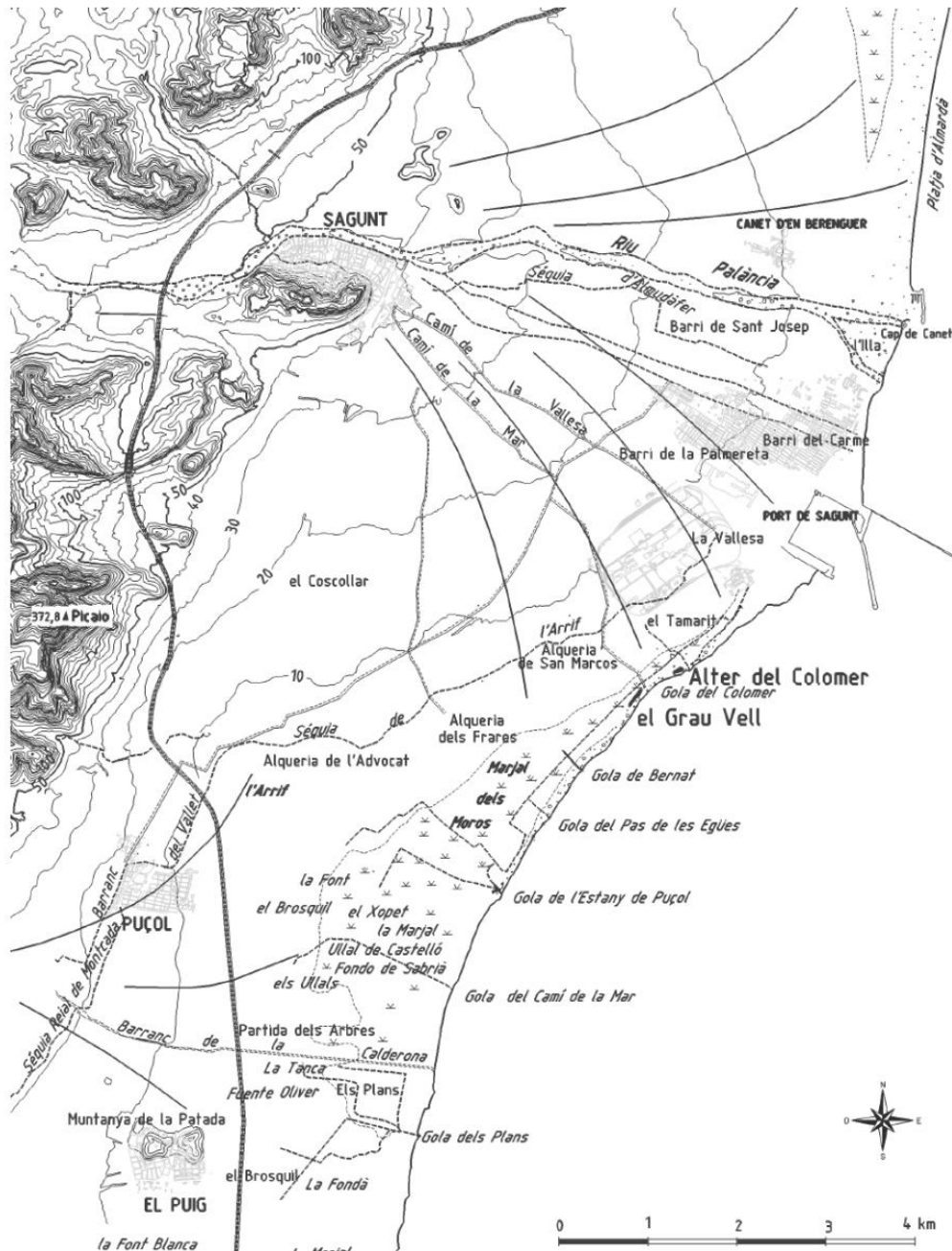


Figura 6. Geomorfología general del abanico del Palància, Marjal dels Moros y litoral. (Fuente: El humedal del puerto de Arse-Saguntum. Estudio geomorfológico y sedimentológico (2005).

Se pueden distinguir tres unidades geomorfológicas, el abanico fluvial, los humedales costeros y la restinga de gravas y arenas.

Provocada por el abanico aluvial se crea una prominencia en la línea de costa desde Canet hacia el sur, esta prominencia es la restinga de gravas y arenas. Esto provoca a su vez una serie de humedales costeros que iban desde el sur del Palància hasta la llanura del río Túria, hoy en día muchas de estas albuferas están colmatadas (Aranegui et al., 2005).

Antes la Marjal del Moro abarcaba hasta la zona del Puig, donde se encontraban los manantiales de los que se abastecía, y tenía su máxima amplitud. Se iba estrechando conforme se dirigía hacia el norte donde topaba con el abanico del Palància, y además se drenaba por varias golas conectadas por la Séquia del Rei (Aranegui et al., 2005).

Hoy día, la línea de costa está estabilizada a consecuencia de la cementación de las escorias vertidas por la actividad siderúrgica.

2.5. Edafología

En el caso de la zona de estudio podemos encontrar dos factores: el hidromorfismo y la salinidad.

El hidromorfismo es de gran importancia para la formación de suelos como los Gleysols calcaricos, junto con la salinidad se forman los Solonchaks gleycos. Las áreas hidromorfas corresponden con zonas deprimidas, las cuales tienen un nivel freático próximo a la superficie, las capas superficiales estarían formadas por arenosoles, las que estarían inalterables por la presencia de agua. (Sanchís et al., 1998).

En cuanto a la salinidad, cuando se juntan las condiciones hidromorfas con la alta concentración de sales, aparecen los llamados Solonchaks gleycos. El agua que se encuentra en estas zonas es de origen marino, cuando las temperaturas aumentan, esta agua se evapora y las sales quedan en la superficie, llegando a formar capas de sal. (Sanchís et al., 1998).

Los Solonchaks son suelos que no presentan propiedades flúvicas, pero en cambio sí sálicas. Las propiedades sálicas se refieren a una conductividad eléctrica mayor a 4 dS/m en una profundidad de 30 cm a partir de la superficie, si el pH es superior a 8,5.

Estos suelos contienen una gran cantidad de sales solubles. Cuando las sales de ácidos fuertes y de bases fuertes (sulfatos, cloruros, nitratos de calcio,

magnesio y sodio) predominan en el medio, el pH es del orden de 8-8,5, es decir, moderadamente alcalino. Por el contrario, cuando predominan las sales de ácidos débiles (carbonatos y bicarbonatos) el pH aumenta por encima de 8,5. (Forteza et al., 1995).

Estos suelos se encuentran principalmente en regiones áridas o semiáridas, sobretodo en zonas permanente o estacionalmente inundadas, como es el caso de la Marjal del Moro.

Los Solonchaks tienen una capacidad de utilización muy reducida, solo para plantas tolerantes a la sal.

3. MEDIO BIÓTICO

3.1. Fauna

La Marjal del Moro es un lugar con una gran biodiversidad, sobretodo en lo que respecta a la fauna acuática y las aves.

Se podría destacar entre las especies más importantes que allí habitan, las poblaciones de samaruc (*Valencia hispanica*), el fartet (*Aphanius Iberus*) o el galápago europeo (*Emys orbicularis*).

La avifauna tiene una gran importancia en la Marjal del Moro, puesto que se han podido observar más de 250 especies de aves. Entre las especies de aves de ambientes acuáticos se pueden destacar la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*) o el calamón (*Porphyrio porphyrio*), las cuales aparecen en la Directiva sobre Conservación de las Aves Silvestres.

3.2. Flora

Al igual que con la fauna, la zona de estudio posee un gran valor ecológico, también por las especies de gran interés botánico que allí se encuentran.

La vegetación de la zona está dividida en diferentes unidades, según el grado de salinidad del suelo:

- **Comunidades nitrohalófilas.** Especies muy adaptadas a condiciones de alta salinidad, exposición al viento y escasez de materia orgánica del suelo. Algunos ejemplos que podemos encontrar en la Marjal del Moro serían la amapola amarilla (*Glaucium flavum*), el aliso de mar (*Lobularia maritima*) y el cardo marino (*Eryngium maritimum*). Conforme se alejan de la costa va aumentando la nitrificación del suelo y se pueden encontrar especies como el tomillo macho (*Teucrium belion*) o el tramaladro (*Centaurea aspera*) (Antequera y Hermosilla, 2021).
- **Comunidades hidrohalófilas.** Algunas de las especies de este grupo están dentro de la Directiva Hábitats (92/43/CEE). Entre estas se puede destacar el *Limonium dufourii*. También se puede encontrar en esta área la sosa alacranera (*Arthrocnemum fruticosum*), la sosa jabonera (*Arthrocnemum macrostachyum*) o la salicornia (*Salicornia macrostachyum*) (Antequera y Hermosilla, 2021).
- **Lagunas de agua dulce.** En los bordes de las zonas inundadas predomina el carrizo (*Phragmites communis*), los juncos marinos (*Juncus maritimus*) y la enea (*Thypa dominguensis*) (Antequera y Hermosilla, 2021).

4. OBJETIVOS

El objetivo general del trabajo está centrado en estudiar cuáles son las condiciones edafológicas sobre las que está creciendo la especie *Limonium dufourii*, en diferentes zonas de la Marjal del Moro. Para así conocer mejor esta especie, y que pueda servir para realizar comparativas con la edafología de otras zonas de la Comunitat Valenciana, donde crece también la especie. Y, en definitiva, sirva de ayuda para la conservación de esta.

5. MATERIALES Y METODOLOGÍA

5.1. Análisis de laboratorio

○ **Secado de las muestras y tamizado**

La primera tarea al llevar las muestras recogidas al laboratorio fue extraer todas aquellas raíces o tallos que se encontraban adheridos a las muestras, así como piedras y vidrios. A continuación, se procedió a dejarlas secar, pues tenían un alto contenido en agua, debido a la alta humedad de la zona de estudio. Para esto, se extendieron las muestras en bandejas sobre un papel de filtro, cuya función es absorber el agua que expulsaban.

Una vez estaban secas las muestras con la ayuda de un rodillo y un pequeño martillo, se aplastaron para desagregar aquellos trozos más grandes, y así separar la tierra de las piedras, para facilitar la tarea posterior, el tamizado.

Por último, se pasan las muestras por un tamiz de 2 mm.



Figura 7. Muestras en bandejas. (Fuente: Propia)

- **Factor humedad**

Materiales

- Cápsulas de porcelana
- Báscula
- Estufa

Para la obtención del factor humedad, se pesó aproximadamente 10 g de suelo, de cada una de las muestras. Estas muestras son introducidas en la estufa desecadora durante 24 horas, a 150°C.

Una vez secas, y dejadas enfriar, se vuelven a pesar. De esta manera obtenemos el factor humedad de cada una de ellas.

- **Textura**

El método utilizado para la determinación de la textura se basa en la Ley de Stokes (1851), y se realiza a partir de un densímetro.

En primer lugar, se prepara una disolución con calgón en la que se introduce la muestra de suelo. A continuación, se introduce el densímetro en dicha disolución

que ha sido preparada en tubos de ensayo, y se va anotando la lectura cada cierto tiempo. Finalmente, a partir de unos cálculos se obtiene la textura.

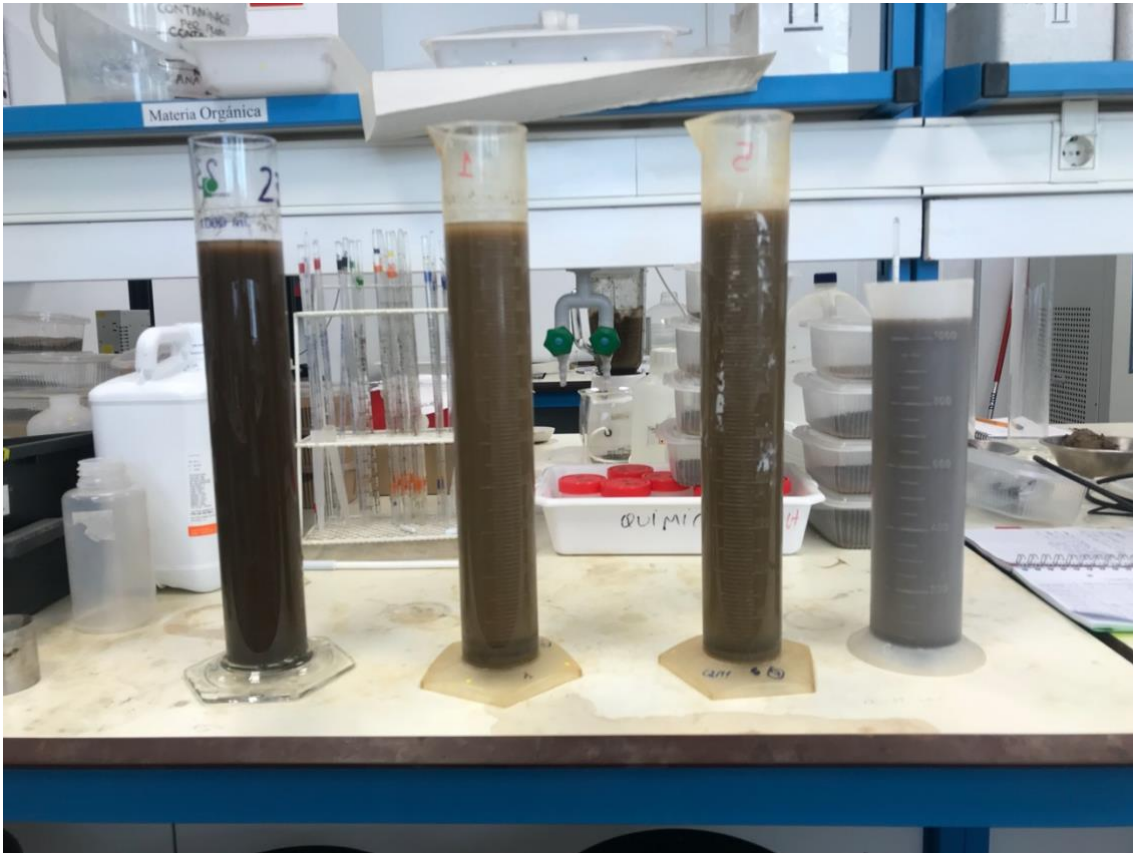


Figura 8. Probetas para la determinación de textura (Fuente: Propia)

○ **pH y conductividad**

Materiales

- Potenciómetro (pH-metro) y juego de electrodos de vidrio y de referencia.
- Conductímetro.
- Vasos de 100 mL.
- Centrífuga.
- Tubos de ensayo.
- Agitador.
- Agua destilada.

- pH

El fundamento de la determinación del pH está basado en la medida del diferencial entre dos potenciales, uno constante (del electrodo) a través de una semicelda y otro referente al pH de la muestra que se mide a través de otra semicelda.

Para la determinación del pH, se pesó 10 g de cada muestra aproximadamente, a los que se añadió 25 mL de agua destilada. Se agitó la solución, durante unos 5 o 10 minutos. Se agitó la suspensión antes de realizar la medida, y no durante esta.

- Conductividad eléctrica

Mediante este proceso se mide la concentración de las sales solubles que se encuentran en una disolución de suelo. Está fundamentado en el contenido de sales que tiene el suelo ya que estas tienen la capacidad de conducir una determinada corriente eléctrica sobre el mismo.

Para la determinación de la conductividad, se pesó 10 g de cada muestra también, y se añadió 50 mL de agua destilada. Previamente a medir la conductividad, se tuvo que pasar por la centrífuga las muestras para que así sedimentara más rápido.

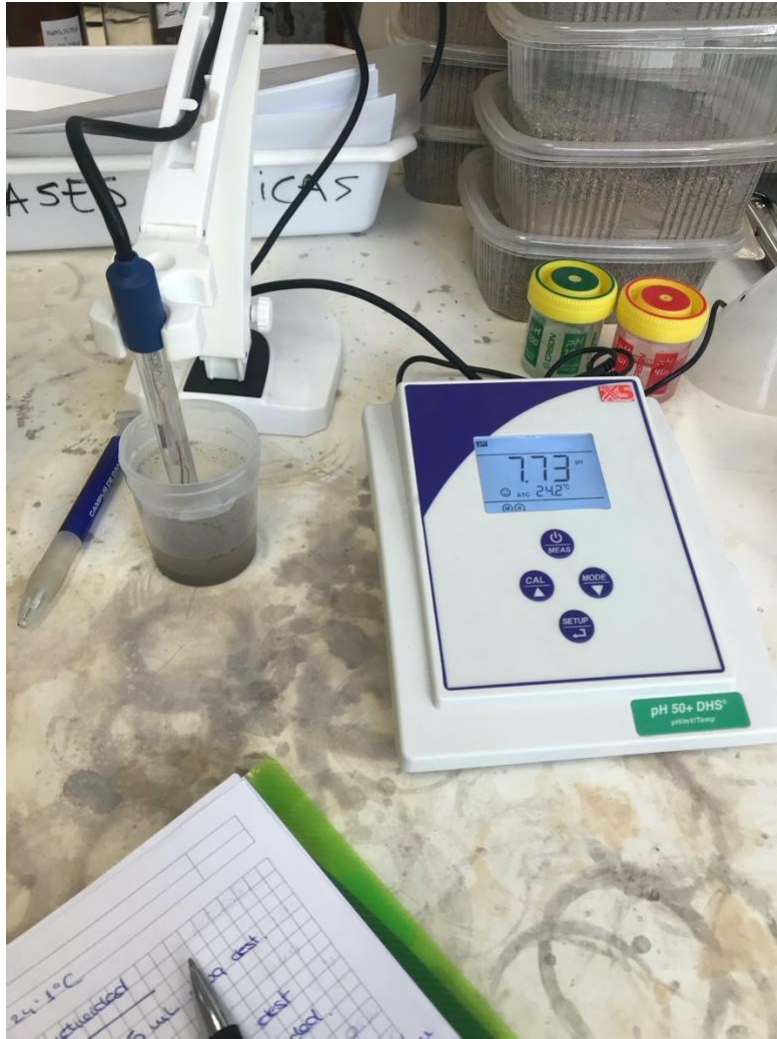


Figura 9. Muestra en pH-metro. (Fuente: Propia)

○ **Color**

La determinación del color se realiza a partir de la comparación mediante una tabla de colores, llamada tabla de Munsell. El color queda definido por tres variables: matiz, brillo y saturación.

.1. Matiz

Para designar el matiz se emplean letras que indican el color de la longitud de onda dominante (R para el rojo, RY rojo-amarillo e Y para el amarillo) precedidas por los números del 0 al 10. Dentro de cada letra el matiz resulta más amarillo y menos rojo a medida que aumente el valor del número.

.2. Brillo

La notación empleada para el brillo consiste en números del 0 para negro absoluto, al 10 para blanco absoluto.

.3. Saturación

Consiste en números del 0 al 20.

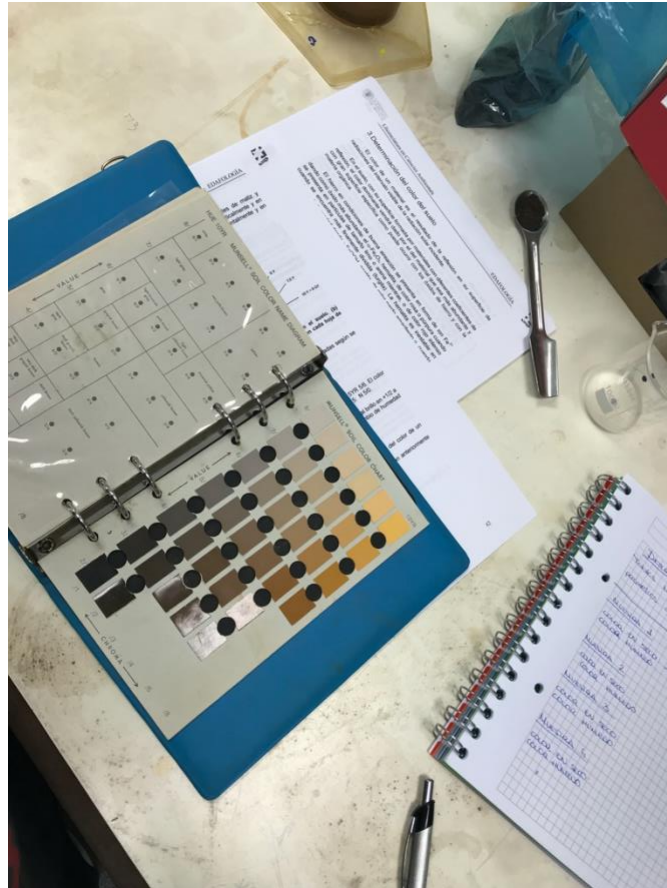


Figura 10. Libro de colores del suelo de Munsell (Fuente: Propia)

○ Carbonatos

Materiales

- Calcímetro de Bernard
- Ácido clorhídrico diluido al 50%

Para la determinación de los carbonatos se utilizó el método del Calcímetro de Bernard. En primer lugar, se pesó unos 0,5 g de cada una de las muestras. La muestra se introduce en el Erlenmeyer del calcímetro, y con unas pinzas se introduce un pequeño tubo en el cual se ha puesto unos mililitros previamente de ácido clorhídrico. Después se tapó el Erlenmeyer con el tapón de goma.

A continuación, se desplazó el depósito para enrasar a cero el nivel del agua en la bureta. Tras esto se empezó a agitar el Erlenmeyer para que el ácido del tubo se vertiese sobre la tierra, esto provocó que el nivel del agua de la bureta fuese bajando, mientras se bajaba el depósito de forma que se conservara el mismo nivel en ambos.

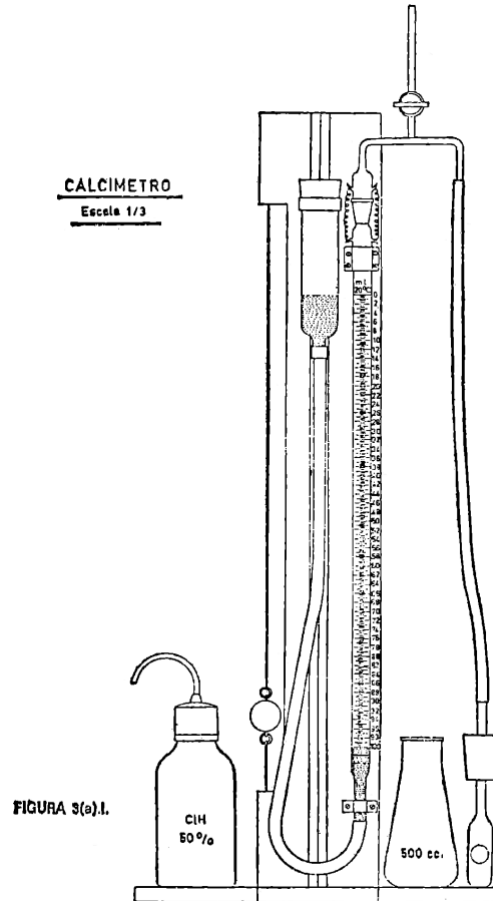


Figura 11. Calcímetro de Bernard (Fuente: Dossier de Prácticas de Edafología, 2018)

○ **Materia Orgánica**

Materiales y reactivos

- Matraces Erlenmeyer de 250 mL
- Bureta
- Dicromato potásico $K_2Cr_2O_7$
- Ácido sulfúrico H_2SO_4
- Complejo ferroso de Ortofenantrolina
- Sulfato ferroso $FeSO_4$

Para la determinación de la materia orgánica se llevó a cabo el método de *Walkey-Black*.

Para llevarla a cabo, en primer lugar, se llevó 0,5 g aproximadamente de cada muestra a matraces de 250 mL. A estos se les añadió 10 mL de dicromato potásico 1N y seguidamente, y dentro de la campana de humos, otros 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Se agitan los matraces para que se mezclen los componentes y se dejan enfriar.

Tras enfriar se les añade 50 mL de agua, y unas 5 gotas del indicador complejo ferroso de ortofenantrolina y se valoró el exceso de dicromato con sulfato ferroso 0,5 N. En el punto final se puede observar un cambio de color de azul a rojo.

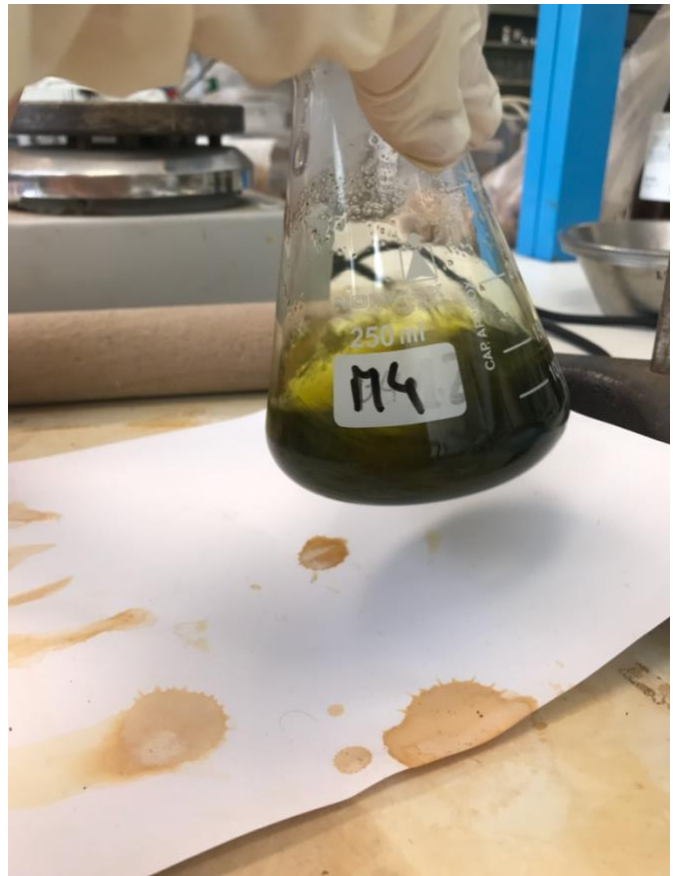


Figura 12. Muestra para la determinación de materia orgánica (Fuente: Propia).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los diferentes ensayos realizados en el laboratorio, los cuales se han explicado en el apartado 5. Material y métodos, se han obtenido los siguientes resultados, para las diferentes muestras del suelo de la Marjal del Moro.

○ **Textura**

La clasificación para la textura del suelo para saber qué porcentaje de arena, limo y arcilla tiene sería la siguiente:

- Arena (2 – 0,5 mm)
- Limo (0,05 – 0,02 mm)
- Arcilla (<0,02 mm)

Para la clasificación de la textura de cada muestra, se utilizó el siguiente diagrama:

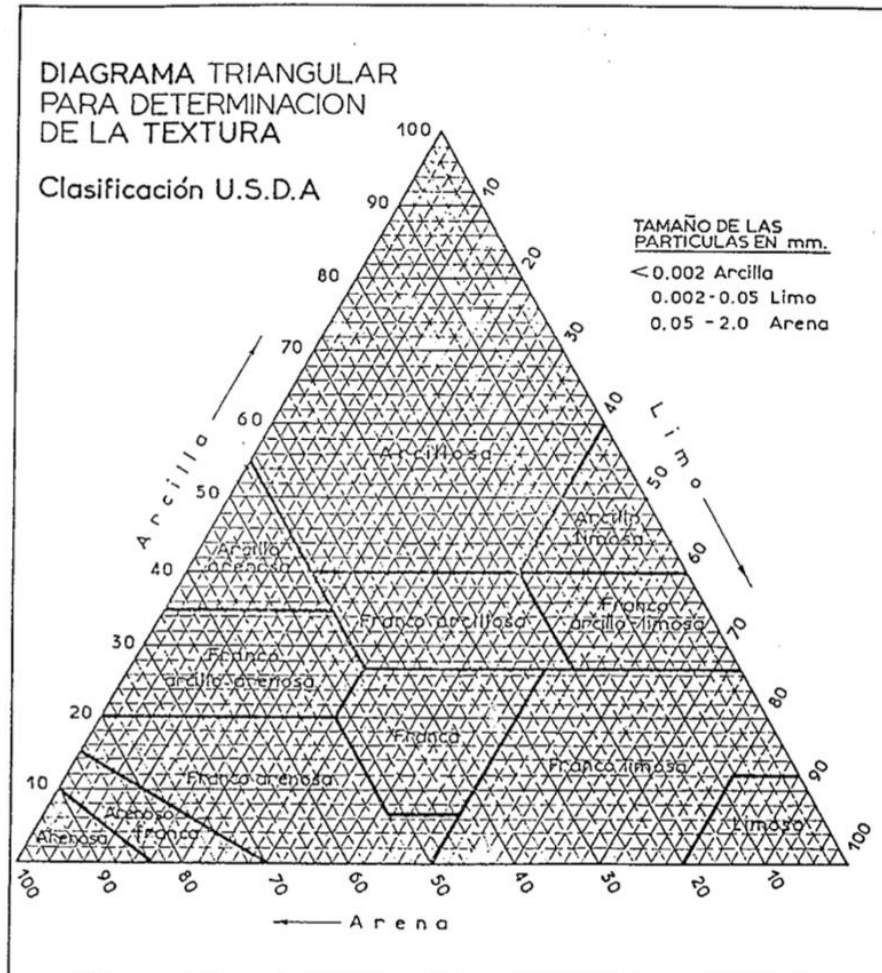


Figura 13. Diagrama Triangular para Determinación de la Textura (Fuente: Dossier Prácticas Edafología, EPSG).

Tabla 3. Datos textura y clasificación. (Fuente: Propia).

Muestra	% Arena	% Limo	% Arcilla	Clasificación
Muestra 1	52	38	10	Franca
Muestra 2	56	32	12	Franco-arenosa
Muestra 3	56	30	14	Franco-arenosa
Muestra 4	40	54	6	Franco-limosa

A partir del diagrama anterior (Figura 13), se ha determinado los % de cada muestra. Como se puede observar las muestras 2 y 3, las cuales pertenecen ambas a la microrreserva B, tienen un mayor porcentaje de arena, siendo clasificadas como Franco-arenosas. Mientras que la muestra 1 y la 2, el porcentaje de arena es menor. En el caso de la muestra 4 el porcentaje de limos es mayor que el de arena, en cambio en la muestra 1 el porcentaje de limos no llega a superar al de arena, siendo en todo caso menor que las muestras 2 y 3. Las muestras 1 y 4 pertenecen ambas a la microrreserva A.

- **pH y conductividad**

Tabla 4. Datos de pH y conductividad (Fuente: Propia).

Muestras	pH	Conductividad (dS/m)
Muestra 1 (A)	7,89	6,46
Muestra 2 (B)	7,82	7,21
Muestra 3 (B)	7,88	6,98
Muestra 4 (A)	7,87	7,14

Para la interpretación de los valores obtenidos de pH se utilizará la siguiente figura:

Valor del pH	Calificativo
pH < 4.5	Extremadamente ácido
4.5 ≤ pH < 5.0	Muy fuertemente ácido
5.0 ≤ pH < 5.5	Fuertemente ácido
5.5 ≤ pH < 6.0	Medianamente ácido
6.0 ≤ pH < 6.6	Ligeramente ácido
6.6 ≤ pH ≤ 7.3	Neutro
7.3 < pH ≤ 7.8	Medianamente básico
7.8 < pH ≤ 8.5	Moderadamente básico
8.5 < pH ≤ 9.0	Ligeramente alcalino ¹
9.0 < pH ≤ 10.0	Alcalino
10.0 < pH	Fuertemente alcalino

Figura 14. Interpretación valores de pH (Fuente: Rioja Molina ,2002. Apuntes de Fitotecnia General).

Según la figura 14, el pH obtenido de las cuatro muestras se califica como “Moderadamente básico”.

El pH se encarga de regular la solubilidad de los nutrientes de las plantas por lo que influye en si estas pueden presentar toxicidades o carencias, que irían asociados al nivel del pH del suelo.

A partir de otra clasificación de Rioja Molina (2002), según el intervalo de pH se pueden determinar las posibles carencias de estos suelos. En este caso, al estar dentro del intervalo “7,3-8,4” las posibles carencias que podrían tener estos suelos serían de fósforo (P), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn) y zinc (Zn).

En cuanto a la conductividad, como se ha comentado anteriormente el valor mínimo de conductividad eléctrica para que un suelo se considere salino sería de 4 dS/m.

En este caso las conductividades obtenidas en las 4 muestras presentan valores muy por encima de los 4 dS/m.

Para la interpretación de los valores obtenidos se utiliza la siguiente tabla según Cros (1983):

Tabla 5. Interpretación de la conductividad (Cross, 1983).

C.E _{25°C} (dS/m)	Efectos del contenido en sales
0-2	Despreciable
2-4	Limitación en rendimientos en cultivos calificados como muy sensibles
4-8	Limitación en el rendimiento de muchos cultivos
8-16	Sólo cultivos tolerantes tienen rendimientos satisfactorios
>16	Muy pocos cultivos tienen rendimientos satisfactorios

Los resultados obtenidos de la determinación de la conductividad fueron los siguientes:

Tabla 6. Datos de conductividad (Fuente: Propia).

Muestra	Conductividad (dS/m)
Muestra 1	6,46
Muestra 2	7,21
Muestra 3	6,98
Muestra 4	7,14

Según los datos obtenidos, se puede determinar que todas las muestras corresponden a suelos “moderadamente salinos”, ya que presentan valores entre 4-8 dS/cm. Como se puede observar en la tabla 6, estos niveles de conductividad se pueden traducir en una limitación en el rendimiento de muchos cultivos para crecer en este tipo de suelos.

- **Color**

Para la determinación del color, se observó la coloración en primer lugar en suelo seco, y después en suelo húmedo. Como se comentó anteriormente la determinación del color se obtuvo a partir de las tablas Munsell.

Los resultados que se obtuvieron son los siguientes:

- **Color seco:**

- Muestra 1: Marrón oscuro (10 YR 3/3)
- Muestra 2: Marrón muy oscuro grisáceo (10 YR 3/2)
- Muestra 3: Marrón grisáceo (10 YR 5/2)
- Muestra 4: Marrón grisáceo (10YR 5/2)

- **Color húmedo:**

- Muestra 1: Marrón muy oscuro (10 YR 2/2)
- Muestra 2: Marrón muy oscuro (10 YR 2/2)
- Muestra 3: Marrón muy oscuro grisáceo (10 YR 3/2)
- Muestra 4: Marrón muy oscuro grisáceo (10 YR 3/2)

Como se puede observar los suelos de esta zona tienen colores oscuros, apagados, grisáceos. Esto nos puede dar cierta información sobre las propiedades del suelo, como puede ser el contenido en materia orgánica o la presencia de sales. En este caso esta gama de colores puede atribuirse al hecho de pertenecer a suelos que, en diversas ocasiones durante el año, permanecen saturados con agua, o incluso la presencia de sales.

- **Materia orgánica:**

Para la interpretación de los datos obtenidos del contenido en materia orgánica oxidable de las muestras, se ha utilizado la escala de valores de Rioja Molina (2002).

Tabla 7. Interpretación de materia orgánica (Fuente: Rioja Molina, 2002. Apuntes de Fitotecnia General).

<0,9	Muy bajo
1,0-1,9	Bajo
2,0-2,5	Normal
2,6-3,5	Alto
>3,6	Muy alto

Los resultados obtenidos a partir del ensayo de determinación de la materia orgánica fueron:

Tabla 8. Resultados materia orgánica (Fuente: Propia).

Muestra	% C orgánico	% Materia Orgánica
Muestra 1	2,84	5,69
Muestra 2	1,99	3,99
Muestra 3	1,88	3,76
Muestra 4	3,60	7,20

Comparando los resultados obtenidos con la tabla anterior (Tabla 5), se puede determinar que todas las muestras tienen un contenido muy alto en materia orgánica ya que todos los valores son $>3,6$. Se puede destacar que las muestras 1 y 4, las cuales pertenecen a la Marjal A, tienen un mayor contenido en materia orgánica que la 2 y 3, que pertenecen a las Marjal B. La presencia de materia orgánica puede estar atribuida a la presencia de gran cantidad de vegetación de la zona, la cual sería uno de los aportes principales de materia orgánica al suelo.

○ **Carbonatos**

Para la interpretación de los resultados obtenidos de la determinación de carbonatos existen diferentes escalas de referencia, las cuales son la de España (Yanez, 1989), la del INRA (Gagnard et al., 1988) y la típica en Suiza (Spring et al., 1993). La siguiente tabla muestra los valores para cada una de las escalas de referencia:

Escala típica en España (YANEZ-1989)		Escala del INRA francés (GAGNARD <i>et al.</i> -1988)		Escala típica en Suiza (SPRING <i>et al.</i> -1993)	
Carbonatos (% CCE)	Calificativo	Carbonatos (% CCE)	Calificativo	Carbonatos (% CCE)	Calificativo
< 5	Muy bajo	< 2	No calcáreos	< 25	Poco calcáreos
5 - 10	Bajo	2 - 10	Poco calcáreos	25 - 40	Calcáreos
10 - 20	Normal	10 - 25	Calcáreos	> 40	Muy calcáreos
20 - 40	Alto	> 25	Muy calcáreos		
> 40	Muy alto				

Figura 15. Interpretación del nivel de carbonatos (Fuente: Yanez, 1989; Gagnard et al., 1988; Spring et al., 1993).

Los resultados obtenidos durante la determinación del nivel de carbonatos del suelo fueron los siguientes:

Tabla 9. Resultados de carbonatos (Fuente: Propia).

Muestra	% Carbonatos
Muestra 1	45,51
Muestra 2	34,23
Muestra 3	32,35
Muestra 4	44,73

Según la clasificación de España (Yanez,1989), tanto la muestras 1 como la muestra 4, tienen un % de carbonatos “Muy alto”, ya que es mayor a 40, estas muestras pertenecen a la Marjal A. Por otra parte, las muestras 2 y 3 tendrían un % de carbonatos “Alto”, ya que está entre 20 y 40. Estas muestras pertenecen a la Marjal B.

Según la clasificación del INRA francés (Gagnard et al., 1988), todas las muestras se calificarían como suelos “muy calcáreos” ya que tienen una cantidad mayor de carbonatos mayor al 25%.

Por último, según la clasificación típica de Suiza (Spring et al., 1993), las muestras 1 y 4 se clasificarían como suelos “muy calcáreos” ya que tienen un % mayor a 40. En cambio, la 2 y 3 serían suelos “Calcáreos” ya que están entre 25 y 40.

7. CONCLUSIÓN

Este proyecto fue comenzado con cierta dificultad ante el episodio de lluvias torrenciales que tuvo lugar en la Comunidad Valenciana durante la primavera, ya que la mayoría de los accesos a las zonas de estudio, donde crece el *Limonium dufourii* estaban anegadas.

Posteriormente a este episodio, también hubo cierto retraso por parte de la administración pública, para concedernos los permisos necesarios para entrar a muestrear a las zonas protegidas.

A pesar del retraso que sufrió el proyecto debido a estos motivos, finalmente se pudo hacer el estudio, siendo conscientes del tiempo limitado del que se disponía.

Se ha podido concluir, que las dos zonas donde se muestreó presentan valores ligeramente diferentes entre sí. Por lo que se podría traducir en la diferente dispersión y cantidad de ejemplares de *Limonium dufourii* encontrados durante el muestreo. Lo cual podría ser la causa de que haya más ejemplares en unas zonas que en otras, como se pudo observar durante el muestreo, en el que se encontró que en la microrreserva A había más ejemplares que en la B.

Con esto se han demostrado las condiciones de elevada salinidad a las que está sometida la saladina y las cuales son idóneas para su crecimiento.

Finalmente, se espera que el presente estudio sirva como guía o preceda a futuros estudios más exhaustivos o con diferente perspectiva sobre las condiciones en las que crece la especie en la zona de la Marjal del Moro.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, M.A., 2000. *Estudio Geobotánico de los saladares del Sureste Peninsular (Albacete, Alicante, Almería y Murcia)*. Doctorado en Biología. Universitat d'Alacant.
- Alonso, M.A, Ghezlaoui, B.E. y Juan, A, 2014. *Análisis comparativo de la estructura ecológica de comunidades vegetales halófilas del sureste de España y noroeste de Argelia. Capítulo 1*. Universidad de Alicante. Servicio de publicaciones.
- Antequera, M., Hermosilla, J., 2021 Paisajes turísticos valencianos, valiosos y valorados [Blog] "La Marjal dels Moros. Sagunt. Un pequeño humedal mediterráneo de ecosistemas muy valiosos." Disponible en: <http://paisajesturisticosvalencianos.com/paisajes/la-marjal-dels-moros-sagunt/> [Consultado el 25 de junio de 2021]
- Aranegui, C., Ruiz, J.M y Carmona, P., 2005. *El humedal del puerto de Arse- Seguntum. Estudio Geomorfológico y sedimentológico*. En Sagvntvm, Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia, Vol 37. Ed.Universitat de València.
- Crespo, M., Lledó M.A., 1998. *El género Limonium Mill. (Plumbaginaceae) en la Comunidad Valenciana: taxonomía y conservación*. Generalitat Valenciana. Conselleria de Medio Ambiente.
- Cross, G., Anil, J., 1983. *Markov Random Field Texture Models, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, v.5 n.1.
- España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. *Resolución de 30 de diciembre de 2013, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Acceso Ferroviario al puerto de Sagunto*. Aprobado el 20 de febrero de 2014. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2014/02/20/pdfs/BOE-A-2014-1861.pdf> [Consultado el 25 de julio de 2021]
- Forteza, J., Rubio, J., Gimeno, E. y Colomer, J., 1995. *Catálogo de suelos de la Comunidad Valenciana*. València: Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació, Servei d'Estudis Agraris i Comunitaris.

- Gagnard G., Huguet C., Ryser J.P., 1988. *L'analyse du sol et du végétal dans la conduite de la fertilisation. Le contrôle de la qualité des fruits*. Secrétariat général OILB/SROP.
- Gonzalez, S., 2021. *Mecanismos de Tolerancia a Estrés Salino e Hídrico en Plantas Endémicas, Raras o Amenazadas*. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de València.
- Ibañez, J., Manríquez, F. 2013. Solonchaks (WRB). Suelos Salinos. [Blog] *Un Universo invisible bajo nuestros pies. Los suelos y la vida*. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2013/12/17/144776> [Consultado el 4 de junio de 2021].
- Levante, el Mercantil Valenciano. 2019. "La Siderurgia De Puerto De Sagunto", 2019. Disponible en: <https://www.levante-emv.com/urban/2019/05/28/siderurgia-puerto-sagunto-13632239.html>. [Consultado el 7 de julio de 2021]
- Llinares J., Llull, C., 2018. *Dossier de Prácticas de Edafología*. Grado en Ciencias Ambientales. EPSG.
- Ministerio de Medio Ambiente. instituto Tecnológico Geominero de España, 1997. *Catálogo de Acuíferos con Problemas de Sobreexplotación o Salinización: Júcar*. Disponible en: <http://aguas.igme.es/igme/publica/libro94/lib94.htm> [Consultado el 5 de julio de 2021]
- Mohedano, J.R., 2018. *Caracterización edáfica de dos salidades: Les Mallades del Saler y El Clot del Galvany*. Trabajo fin de grado. Universitat Politècnica de València.
- Moreno, J., 2016. *Estudio de impacto ambiental del proyecto de regeneración, ordenación y conservación del cordón litoral del Marjal dels Moros (Puzol-Sagunto. Valencia)*. Trabajo fin de grado. Universitat Politècnica de València.
- Navaro, A.J., Ferrando, I y Laguna, E., 2016. "Censo y riesgo de extinción del endemismo vegetal valenciano *Limonium dufourii* (Girard) Kuntze ". *Toll Negre. Revista de actualidad científica*. Nº 8. Disponible en: https://www.ecologistasenaccion.org/14417/toll-negre-revista-dactualitat-cientifica/#outil_sommaire_7 [Consultado el 25 de junio de 2021]
- Novella, P., 2013. *Carbón y Fuego. Nacimiento de un pueblo*. Graduado Universitario senior. Universitat Jaume I.

Rioja, A., 2002. *Apuntes de Fitotecnia General*. E.U.I.T.A., Ciudad Real.

Rivas-Martínez, S., 2005. Avances en Geobotánica. Discurso de Apertura del Curso Académico de la Real Academia Nacional de Farmacia del año 2005. Disponible en: <http://www.globalbioclimatics.org/book/ranf2005.pdf>. [Consultado el 20 de julio de 2021]

Rivas-Martínez, S., 2008. Clasificación Bioclimática de la Tierra. Centro de investigaciones Fitosociológicas.

Sanchís, C., Ferri, M., 1997. *La Marjal dels Moros, sistema natural y producto antrópico*. Universitat de València. Comunicación presentada en Congreso de geógrafos españoles, Santiago de Compostela, septiembre de 1997. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/311774972_La_Marjal_dels_Moros_sistema_natural_y_producto_antropico [Consultado el 7 de julio de 2021]

Schulze, E., Beck, E., Müller-Hohenstein, K., 2002. *Plant Ecology*. Ed. Springer.

Spring S., Amann R., Wolfgang L., Schleifer K., Gernerden H., Petersen N., 1993. *Dominating Role of an Unusual Magnetotactic Bacterium in the Microaerobic Zone of a Freshwater Sediment*. American Society for Microbiology.

Páginas web

- *Clasificación climática de Köppen*. Meteo Navarra. Disponible en: <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm> [Consultado el 7 de julio de 2021]
- *Clima Sagunt*. Climate-data. 2021. Disponible en: <https://es.climate-data.org/europe/espana/comunidad-valenciana/sagunt-57166/> [Consultado el 7 de julio de 2021]
- Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Disponible en: <http://riegos.ivia.es/listado-de-estaciones/sagunt> [Consultado el 25 de junio de 2021]
- <http://visor.gva.es/visor/>