

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Licenciado en Ciencias Ambientales



**UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA**



**ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA**

“Análisis de cationes y aniones en plantas sometidas a estrés hídrico”

TRABAJO FINAL DE CARRERA

Autor/es:

Begoña Escrig Andrés

Director/es:

D. Josep Vicent Llinars Palacios

D^a. Mónica Boscaiu Neagu

GANDIA, 2011

AGRADECIMIENTOS:

A mi madre, Julia, y a mis tutores, Josep Vicent Llinares y Mónica Boscaiu, por haber hecho posible este proyecto.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. ESTRÉS HÍDRICO.....	3
1.1.1. PLANTAS XERÓFITAS.....	4
1.1.2. PLANTAS HALÓFITAS	5
1.1.3. PLANTAS GIPSÓFILAS	6
1.2. ZONAS DE ESTUDIO	6
1.2.1. BÉTERA: ZONA SEMIÁRIDA	7
1.2.1.1. MEDIO ABIÓTICO	8
1.2.1.1.1. SUELOS ÁRIDOS	8
1.2.1.1.2. GEOMORFOLOGÍA.....	9
1.2.1.1.3. HIDROLOGÍA	9
1.2.1.1.4. CLIMA.....	9
1.2.1.1.4.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	9
1.2.1.1.4.2. ESTUDIO BIOCLIMÁTICO	11
1.2.1.2. MEDIO BIÓTICO.....	14
1.2.1.2.1. ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN Y FLORA.....	14
1.2.1.2.1.1. ESPECIES DE ESTUDIO	15
1.2.1.3. PRINCIPALES PROBLEMAS SOCIOAMBIENTALES.....	15
1.2.2. EL SALER: ZONA SALINA	17
1.2.2.1. MEDIO ABIÓTICO	18
1.2.2.1.1. SUELOS SALINOS.....	18
1.2.2.1.2. GEOMORFOLOGÍA.....	21
1.2.2.1.3. HIDROLOGÍA	23
1.2.2.1.4. CLIMA.....	24
1.2.2.1.4.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	24
1.2.2.1.4.2. ESTUDIO BIOCLIMÁTICO	25
1.2.2.2. MEDIO BIÓTICO.....	27
1.2.2.2.1. ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN Y FLORA.....	27
1.2.2.2.1.1. ESPECIES DE ESTUDIO	28
1.2.2.3. PRINCIPALES PROBLEMAS SOCIOAMBIENTALES.....	29
1.2.3. TUÉJAR: ZONA YESÍFERA.....	31
1.2.3.1. MEDIO ABIÓTICO	31
1.2.3.1.1. SUELOS YESÍFEROS.....	31

1.2.3.1.2. GEOMORFOLOGÍA.....	33
1.2.3.1.3. HIDROLOGÍA	33
1.2.3.1.4. CLIMA.....	33
1.2.3.1.4.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	35
1.2.3.1.4.2. ESTUDIO BIOCLIMÁTICO	36
1.2.3.2. MEDIO BIÓTICO.....	37
1.2.3.2.1. ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN Y FLORA.....	37
1.2.3.2.1.1. ESPECIES DE ESTUDIO	38
2. OBJETIVOS	39
3. MATERIAL Y MÉTODOS	40
3.1. MUESTREO.....	40
3.2. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	42
3.3. DIGESTIÓN EN MEDIO ÁCIDO	43
3.4. MEDICIONES.....	46
3.4.1. ABSORCIÓN ATÓMICA	47
3.4.2. FOTOMETRÍA DE LLAMA	51
4. RESULTADOS	56
4.1. ANÁLISIS DE CATIONES.....	56
4.2. RESULTADOS ESTADÍSTICOS	56
4.2.1. MUESTREO EN FUNCIÓN DE LA ESTACIÓN DEL AÑO.....	56
4.2.2. MUESTREO EN FUNCIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO.....	56
4.2.3. MUESTREO EN FUNCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	57
4.2.4. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	57
4.2.4.1. ACUMULACIÓN DE CATIONES EN FUNCIÓN DE LA ESTACIÓN DEL AÑO.....	57
4.2.4.2. ACUMULACIÓN DE CATIONES EN FUNCIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO.....	60
4.2.4.3. ACUMULACIÓN DE CATIONES EN FUNCIÓN DE LA ZONA.....	63
5. CONCLUSIONES	65
6. BIBLIOGRAFÍA	66
7. ANEXOS.....	70
7.1. FICHAS.....	70
7.2. TABLAS.....	70
7.3 FOTOGRAFICO.....	70
7.4 CARTOGRAFICO.....	70

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ESTRÉS HÍDRICO

El estrés abiótico se define como cualquier condición externa a los organismos vivos que reduce el crecimiento, supervivencia y fecundidad de una planta. Puede ser una sequía, una elevada salinidad del suelo, temperaturas extremas, escasez de luz o exceso de radiación, inundaciones, suelos ácidos, alcalinos, pobres en nutrientes, etc.

Los recursos del suelo requeridos para el crecimiento de las plantas se distribuyen de forma heterogénea con una gran variabilidad temporal y espacial (*Jackson & Caldwell, 1993*). Esta característica propia de los ecosistemas naturales puede tener consecuencias ecológicas, afectando al crecimiento de las plantas y al reparto de la biomasa entre raíces y parte aérea (*Wijesinghe et al., 2005*). En ambientes naturales, factores del microhábitat como luz, agua y nutrientes afectan al desarrollo de la planta y por tanto, examinar los nutrientes y las características de los microhábitat afectados por estrés abiótico puede ayudar a comprender la distribución espacial de las especies de estas zonas, ya que mediante la selección natural las

plantas han adquirido una serie de mecanismos que les han permitido sobrevivir en situaciones adversas (*Ortolà, 2003*) y de esta forma adaptarse a estos ecosistemas.

El Servicio de Gestión del Territorio y Nutrición Vegetal de la FAO, estima que aproximadamente el 6 % de los suelos de la tierra están afectados por la salinidad o la sodicidad. De los suelos cultivados actualmente 230 millones de ha de las tierras de regadío, el 19'5 % están afectadas por la sal y de las 1.500 millones de ha bajo agricultura de secano el 2'1 % están afectadas por la sal en distintos grados. Estos son algunos de los motivos por los cuales es prioritario el estudio de la respuesta al estrés abiótico por ser una de las principales causas de reducción de las cosechas a nivel mundial.

Hasta el momento se han realizado estudios en condiciones artificiales en laboratorios con especies no tolerantes al estrés como *Arabidopsis thaliana*, con estos ensayos se han definido algunos mecanismos bioquímicos básicos de respuesta al estrés: homeostasis iónica, síntesis de metabolitos y proteínas, regulación de balance osmótico. No obstante los niveles de tolerancia al estrés abiótico, que tienen estas especies no son comparables a los de las plantas silvestres adaptadas a un tipo estrés como son los casos de las halófitas, gipsófitas, xerófitas.

Por esta razón es especialmente interesante el estudio de los mecanismos de respuesta al estrés de las especies silvestres tolerantes en condiciones naturales, para poder estudiar las variaciones en función de los cambios espaciales y temporales, teniendo en cuenta las características de sus hábitats y las condiciones climatológicas. El estudio de estos mecanismos es complementario al realizado en el laboratorio con plantas no tolerantes, ayudara a avanzar en este campo.

La domesticación inicial y el posterior desarrollo de las plantas cultivadas a lo largo de la historia, al ser seleccionadas por caracteres como rapidez de crecimiento, acumulación de biomasa, o producción de frutos y semillas, no ha potenciado la tolerancia a estrés; al contrario, ha supuesto su disminución con respecto a sus predecesores silvestres, ya que la inhibición del crecimiento vegetativo y del desarrollo reproductivo es precisamente la respuesta al estrés más general e inmediata de las plantas, que desvían todos sus recursos (energía, precursores metabólicos, etc.) para sobrevivir a las condiciones adversas (*Serrano & Gaxiola 1994; Zhu, 2001*).

No obstante también existen plantas adaptadas de forma natural a condiciones de estrés. Esta vegetación especializada es capaz de sobrevivir y completar su ciclo biológico a pesar de estar sometida a estas condiciones adversas en sus hábitats respectivos.

1.1.1. PLANTAS XERÓFITAS

Las xerófitas son plantas que crecen donde el agua escasea la mayor parte del tiempo (*Ortolà, 2003*). Salvo hábitats especiales, como los mencionados anteriormente, la vegetación generalmente es de tipo climatófilo, es decir, su distribución está condicionada por las condiciones climatológicas mucho más que por las características edáficas de sus hábitats (*Valladares, 2003*).

Las plantas xerófitas han desarrollado una serie de mecanismos con el objetivo de evitar o eliminar las condiciones adversas, como:

- Limitar la pérdida de agua: Engrosamiento o cerosidad de la cutícula, menor número de estomas, estomas hundidos en una cámara, los estomas se abren de noche, pubescencia superficial y hojas enrolladas.
- Almacenaje de agua: Hojas suculentas, tallos suculentos, tubérculo carnoso.

- Ascenso de agua: Sistema radicular profundo y denso, sistema radical profundo, hasta la capa freática, sistema radicular muy extendido junto a la superficie, absorbe humedad superficial en estructuras foliares (tricomos).

En la cuenca Mediterránea el factor limitante es fundamentalmente la disponibilidad de agua. También los nutrientes son habitualmente escasos, considerándose un recurso limitante, y el exceso de radiación es a menudo una importante fuente adicional de estrés para las plantas en estos ecosistemas

1.1.2. PLANTAS HALÓFITAS

Son plantas que viven en ambientes hipersalinos: zonas áridas, costas, diferentes profundidades de agua de mar, etc. Las únicas plantas que pueden crecer y completar su ciclo biológico en estas condiciones son las denominadas halófilas, las cuales han desarrollado adaptaciones fisiológicas para subsistir con éxito en estos ambientes.

En la flora predominante de los suelos litorales encontramos pocas especies, pertenecientes a géneros cosmopolitas como *Sarcocornia*, *Spartina*, *Juncus*, *Plantago* y *Limonium*, éstas han desarrollado adaptaciones fisiológicas para subsistir en estos ambientes, evitando así la competencia con las plantas glicófilas (plantas "dulces" o no halófilas) (Flowers et al., 1986).

Se diferencian de los halotolerantes en que son capaces de reproducirse y realizar sus funciones metabólicas de una manera más eficaz en presencia de altas concentraciones de sales que en su ausencia.

Las adaptaciones morfológicas y fisiológicas desarrolladas que les permiten balancear su presión osmótica en relación con el medio y resistir los efectos nocivos de la sal como por ejemplo:

- Acumulación de iones sodio y cloro para compensar las altas tensiones de succión del suelo (*Limonium*).
- Eliminación de sales por glándulas o por pelos vesiculares (*Armería*, *Limonium*, *Spartina*).
- Acumulación de grandes cantidades de agua para evitar las concentraciones de sal demasiado altas en el jugo celular; succulencia (*Salicornia*, *Suaeda*, *Halimione*, etc.)

Este tipo de vegetación ha sufrido una gran rescisión debido a que los ecosistemas en que habita se encuentran próximos a las zonas costeras, que en las últimas décadas han sufrido una gran presión urbanística. La legislación actual ha protegido algunas especies endémicas y propias de estos ecosistemas.

1.1.3. PLANTAS GIPSÓFILAS

La vegetación gipsófila es una vegetación característica de los suelos yesosos. En estos suelos predominan iones de magnesio y calcio. Estos sulfatos pueden estar enriquecidos con cloruros, si son de origen marino y sodio si son de origen continental.

Son comunidades vegetales dominadas por caméfitos, pequeños arbustos y gramíneas. A menudo encontramos una costra liquénica en estos suelos. Aunque dentro de la vegetación gipsófila podemos encontrar sutiles diferencias dependiendo de la naturaleza de los yesos que influyen en la composición florística de esta vegetación.

En los suelos de yesos podemos encontrar muchos endemismos. Las plantas que crecen sobre suelos yesíferos se consideran gipsófilas cuando son exclusivas de este tipo de sustratos, y gipsóvagas cuando aparecen en sustratos yesíferos pero crecen sobre distintos tipos de suelos (*Palacio et al., 2007*).

Las gipsóvagas son plantas tolerantes a estrés que crecen sobre los suelos yesíferos debido a la baja competencia que existe aquí. (*Gankin & Mayor 1964*) consideran que muchas plantas que se desarrollan en este tipo de hábitats son tolerantes a estrés pero muy poco competitivas.

Estos ecosistemas están muy amenazados debido a la extracción de yeso de estos suelos para la construcción, no obstante las comunidades vegetales gipsófilas ibéricas están consideradas como hábitats prioritarios, que se incluyen entre los más amenazados de Europa (*Pueyo et al., 2007*), y muchas gipsófilas están protegidas por leyes autonómicas, nacionales o internacionales.

1.2. ZONAS DE ESTUDIO

Para llevar a cabo el estudio se han tomado tres áreas con las correspondientes características de semiaridez, salinidad y yesífera.

El lugar escogido como semiárido es la parcela situada en el término municipal de Serra, en la zona conocida como Porta Coeli, en la *Serra Calderona*, que forma parte de la comarca del *Camp del Túria*, en la provincia de Valencia. Se encuentra incluida en la partida *Pla de Colom*, área natural que consta de una extensión superior a 140 ha, de las cuales aproximadamente 22 ha aparecen como zona verde en el PGOU, estando incluida la parcela en este último sector.

Por su parte, el lugar escogido como zona salina, se encuentra en El Saler, en una zona llamada *La Mallada Llarga*. Esta zona presenta una vegetación muy poco estructurada en las zonas que fueron degradadas en el pasado, pero en cambio, el resto de la mallada conserva los mejores saladares de la Devesa.

Finalmente, la zona de estudio gipsícola se corresponde con Tuéjar, en la ladera situada a la izquierda de la carretera que une las localidades de Tuéjar y Sinarcas en el punto km 76'5. Las parcelas seleccionadas para el estudio han sido elegidas por la variación de condiciones según la posición en la ladera.

Las fotografías y mapas cartográficos de las tres zonas de estudio pueden apreciarse en los anexos 7.3 FOTOGRAFÍCOS y 7.4 CARTOGRÁFICOS.

1.2.1. BÉTERA: ZONA SEMIÁRIDA

Bétera es un municipio de la Comunidad Valenciana perteneciente a la provincia de Valencia, situado al este de la comarca del *Camp del Túria*.

Está situada en la vertiente sur de la *Serra Calderona*, a 15 km de Valencia y a 23 km del mar Mediterráneo, en la zona limítrofe con la huerta valenciana. Tiene una superficie con ligeras ondulaciones, destacando el barranco de Carraixet que lo atraviesa de noroeste a sureste.

Su situación geográfica entre el mar y la sierra le proporciona un microclima, que es el más suave de la comarca, siendo los vientos dominantes el de Levante y el de Poniente. Las lluvias aparecen principalmente en otoño y primavera.

La superficie cultivada es del 78% de su término, siendo mayoritariamente de regadío y dedicada al cultivo de naranjos.

En cuanto al secano todavía se conserva parte del cultivo de algarrobos, olivos y almendros. También se mantiene una pequeña dedicación al ganado lanar y vacuno.

Debido a su pertenencia al área metropolitana de la ciudad de Valencia, existen diversas comunicaciones por carretera, entre las que se encuentran la carretera de Burjassot-Torres Torres; la carretera de Bétera-Olocau; la de San Antonio de Benagéber que enlaza con la Autovía del Turia Valencia-Ademuz (CV-35), y la Autovía del Mediterráneo (A-7), que pasa por el término, entre otras hacia las diversas pedanías y urbanizaciones del municipio y pueblos vecinos.

1.2.1.1. MEDIO ABIÓTICO

1.2.1.1.1. SUELOS ÁRIDOS

La zona de estudio se encuadra dentro de una unidad localizada en los parajes La Escala del Rey, Loma de la Manquilla, Bruçar y *Pla de Colom*, siendo esta última partida donde se sitúan nuestros terrenos.

Los suelos están clasificados como *Calcisoles*, y, dentro de éstos, la zona de estudio pertenece a una asociación denominada *Calcisol pétrico* y *Calcisol háplico*. Son suelos que se desarrollan sobre materiales cuaternarios constituidos por mantos aluviales encostrados y costra zonada.

Los *Calcisoles* son suelos que tienen un horizonte de acumulación de CaCO_3 como característica principal. Esta acumulación se puede producir dentro de los horizontes C, o incluso en los B o A. También puede presentarse como un horizonte petrocálcico o en forma de concentraciones de caliza pulverulenta dentro de una profundidad de 125 cm a partir de la superficie.

Se trata de una unidad con vocación mixta agrícola y forestal, en la que gran parte de la superficie está urbanizada. La zona con dedicación forestal comprende los afloramientos de costra, con pendientes suaves y con una densa cobertura vegetal de pinos y matorral. La zona con dedicación agrícola está formada por cultivos de secano.

(Síntesis realizada a partir de "Mapa de suelos de la Comunidad Valenciana" (696). GENERALITAT VALENCIANA).

1.2.1.1.2. GEOMORFOLOGÍA

La Serra Calderona ocupa una vasta superficie que se desarrolla principalmente por debajo de los 1.000 m de altitud, con excepción del Montemayor, en el extremo noroccidental, donde se alcanza una cota de 1.015 m sobre el nivel del mar. Otras alturas importantes son el Gorgo (907 m), Rebalsadors (802 m), Oronet (742 m) y el Garbí (600 m).

La partida del *Pla de Colom* está situada al norte del barranco del Carraixet, la superficie es plana con ligeras ondulaciones. La cota máxima del terreno es de 165.4 metros.

1.2.1.1.3. HIDROLOGÍA

El sistema hídrico del término está constituido por el barranco del Carraixet, o también denominado de Olocau, que lo atraviesa de NO a SE y los dos afluentes principales del mismo: barrancos del Sirerer y de Serra o Náquera.

Como consecuencia de las ondulaciones se forman pequeños barrancos intermitentes conectados entre sí, pero que no desembocan en el barranco del Carraixet, sino que se pierden en depresiones del propio terreno. Estos cauces sólo llevan agua cuando se producen lluvias torrenciales, el resto del año están secos.

1.2.1.1.4. CLIMA

1.2.1.1.4.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La comarca donde aparece la zona de estudio está ubicada en la provincia Catalana-Provenzal-Balear (*Rivas-Martínez, 2007*):

Reino Holártico

Región Mediterránea

Subregión Mediterránea Occidental

Provincia Catalana-Provenzal-Balear

Subprovincia Valenciana

Sector Valenciano-Tarraconense

Distrito Turiano

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE RIVAS-MARTÍNEZ

ESP VALENCIA (GILET)

Latitude: 39°40'N Longitude: 000°21'W Altitude: 180 m.

----- SUMMARY OF RIVAS-MARTINEZ CLASSIFICATION -----

Continentality Index: B2a

- + Type: B. Oceanic
- + Subtype: 2. Euroceanic
- + Variant: a. High

Thermic types: B1.A3

- + Latitudinal zone: B. Temperate
- + Latitudinal belt: 1. Eutemperate
- + Thermic type: A. Warm
- + Thermic subtype: 3. Subwarm

Bioclimatic types: B1.2a.5b

- + Macrobioclimate: B. MEDITERRANEAN
- + Bioclimate: 1. PLUVISEASONAL-OCEANIC
- + Bioclimatic variant:
- + Thermic type.....: 2. THERMOMEDITERRANEAN
- + Thermic subtype.....: a. UPPER
- + Ombrothermic type: 5. DRY
- + Ombrothermic subtype ..: b. LOW

Bioclimatic acronym formula: Mepo.Tme.Dry

Figura 1: Clasificación climática de Rivas- Martínez (Fuente: www.globalbioclimatics.org).

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

ESP VALENCIA (GILET)

Altitude: 180 m.

Latitude: 39°40'N Longitude: 000°21'W
 Temperature observation period.: 1950-1969 (20)
 Rainfall observation period....: 1950-1969 (20)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	PEi
Jan	10.1	14.7	5.5	21.4	0.9	34.0	21.7
Feb	10.4	15.3	5.5	22.3	0.3	34.0	22.6
Mar	12.8	17.8	7.9	24.9	3.0	39.0	39.9
Apr	14.5	19.4	9.6	25.9	5.4	39.0	53.3
May	17.9	23.1	12.7	29.1	8.4	42.0	85.3
Jun	20.9	25.9	15.9	31.8	11.5	26.0	112.1
Jul	24.0	29.0	19.0	34.2	15.5	11.0	144.3
Aug	24.1	29.0	19.2	34.5	15.8	25.0	135.0
Sep	22.0	26.9	17.1	32.1	12.8	62.0	101.8
Oct	17.4	21.7	13.1	27.3	7.8	105.0	62.9
Nov	13.6	18.1	9.0	23.3	4.0	45.0	35.7
Dec	11.3	15.7	6.9	20.5	1.6	52.0	25.4
Year	16.6	21.4	11.8	27.3	7.3	514.0	840.1

Figura 2: Características climáticas (Fuente: www.globalbioclimatics.org).

Las precipitaciones suelen ser escasas y, en algunas ocasiones, torrenciales. Las máximas pluviométricas tienen lugar en otoño, seguidas de dos máximos secundarios en invierno y primavera. La estación veraniega es seca. El período seco dura de 4 a 5 meses.

El régimen térmico alcanza los valores máximos a finales de verano y los mínimos a principios de invierno. El mes más cálido es generalmente julio, con una temperatura media de 24-25 °C y el más frío es generalmente enero con 9-10 °C de media. El resto de meses presentan una serie de valores medios que desde los mínimos invernales van ascendiendo de forma progresiva hasta los máximos estivales, a partir de los cuales se observa un descenso algo más acusado hasta alcanzar de nuevo los valores mínimos.

Según los datos de la estación consultada, la temperatura media y la media de las mínimas de los meses más fríos, en ningún caso desciende por debajo de los 0 °C, por lo que no existen periodos de heladas seguras; por el contrario, las heladas probables se pueden presentar a finales del otoño en el mes de noviembre y en el invierno en los meses que van desde diciembre a marzo. No obstante las fechas medias en el que se produce la primera y última helada son respectivamente, en la primera quincena de diciembre y la segunda de febrero.

1.2.1.1.4.2. ESTUDIO BIOCLIMÁTICO

El bioclima de esta zona es mediterráneo pluviestacional-oceánico. El tipo de bioclima es xérico oceánico. El termotipo será Mesomediterráneo inferior porque se sitúa entre el Termomediterráneo y el Mesomediterráneo. El ombrotipo de la zona es semiárido. Los inviernos son suaves, con la posibilidad de presencia de periodos de frío. En cambio, los veranos son bastante calurosos.

Es destacable la irrupción de masas de aire frío provenientes del N de Europa, que se producen a mediados del invierno o ocasionalmente a principio de primavera, que desencadenan episodios de olas de frío cuyo efecto se deja notar en un acusado descenso de las temperaturas que llegan a ser negativas de -4 a -6 °C. En contraposición a este fenómeno se producen los ponientes y olas de calor que dan lugar a notables ascensos de las temperaturas. Suceden a lo largo de todo el año y están caracterizados por un viento tanto del O como del NO y SO, que traslada una masa de aire procedente del interior de la Península. Estas situaciones suelen durar de dos a tres días y provocan los máximos de temperatura absoluta anual cuando ocurren en la época estival.

La media de las precipitaciones anuales se sitúa entre los 300-400 mm. Las precipitaciones líquidas se distribuyen de forma irregular a lo largo del año, destacando la existencia de un máximo principal otoñal (octubre o noviembre), que con frecuencia se suele dar en forma torrencial, debido a fenómenos de gota fría; al que acompañan otros dos secundarios de menor entidad, situados por orden de importancia en invierno (enero o febrero) y en primavera (abril). El mínimo se produce a inicios del verano (julio), siendo además destacable el descenso que se observa a principio de invierno, tras un periodo de lluvias importante. Resulta igualmente interesante señalar que el máximo de precipitaciones tiende a concentrarse hacia noviembre.

Las precipitaciones sólidas (nieve y granizo) suelen ser poco frecuentes en el territorio. Las nevadas son un fenómeno excepcional en esta demarcación, se producen con una frecuencia anual casi nula, siendo el periodo más usual en el que suceden el que va desde primeros de enero hasta la primera quincena de febrero. El granizo es un fenómeno que aparece con mayor asiduidad que está asociado a la actividad tormentosa. Este tipo de precipitación se da con mayor intensidad a partir de la segunda mitad de primavera y en verano.

ÍNDICE BIOCLIMÁTICO

----- BIOCLIMATIC INDEX AND DIAGNOSIS -----					
Thermicity index.....	(It):	368			
Compensated thermicity index.....	(Itc):	368			
Simple continentality index.....	(Ic):	14.0			
Diurnality index.....	(Id):	10.4			
Annual ombrothermic index.....	(Io):	2.58			
Monthly estival ombrothermic index.....	(Ios1):	0.46			
Bimonthly estival ombrothermic index.....	(Ios2):	0.75			
Threemonthly estival ombrothermic index.....	(Ios3):	0.9			
Fourmonthly estival ombrothermic index.....	(Ios4):	1.2			
Annual ombro-evaporation index.....	(Ioe):	0.61			
Annual positive temperature.....	(Tp):	1990			
Annual negative temperature.....	(Tn):	0			
Estival temperature.....	(Ts):	690			
Positive precipitation.....	(Pp):	514			
N°of	P>4T	P:2T a 4T	P: T a 2T	P<T	T<=0
Years	2	7	2	1	0
Latitudinal Belt...: Eutemperate					
Continentality.....: Oceanic - High Euoceanic					
Bioclimate.....: MEDITERRANEAN PLUVISEASONAL-OCEANIC					
Bioclimatic Belt...: UPPER THERMOMEDITERRANEAN LOW DRY					

Figura 3: Índice bioclimático (Fuente: www.globalbioclimatics.org).

GRÁFICO BIOCLIMÁTICO

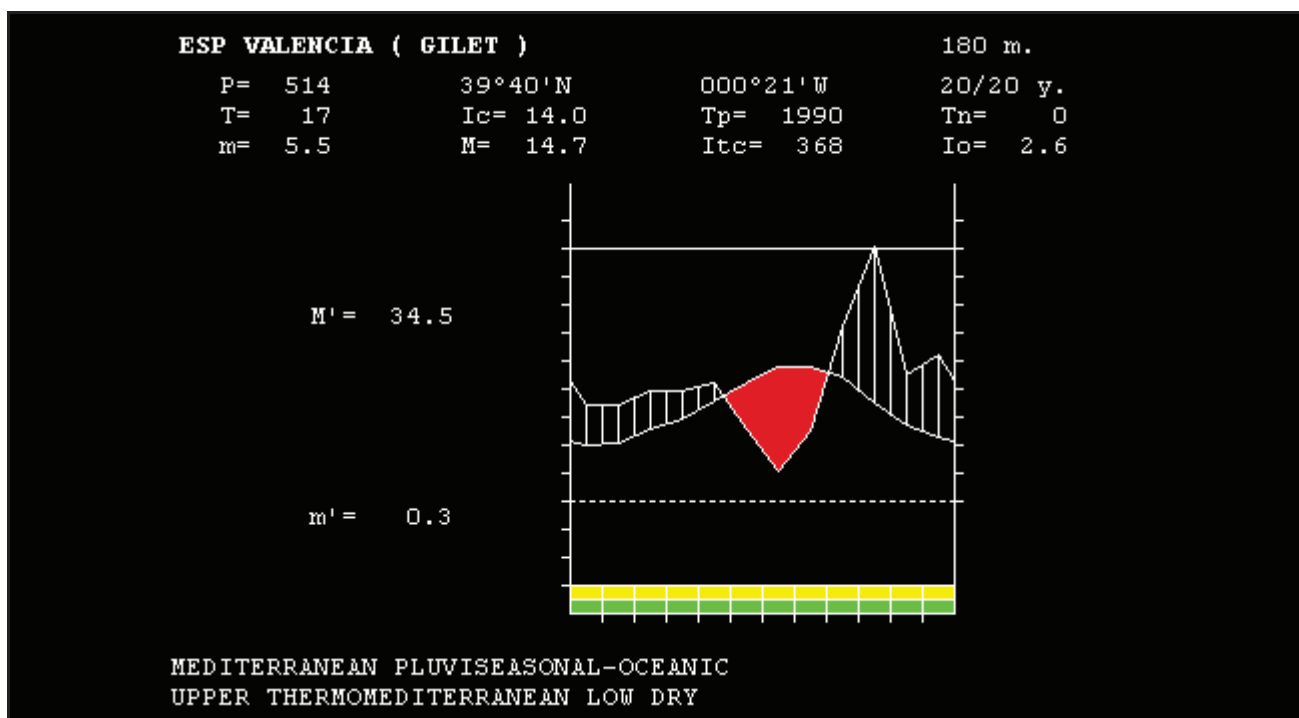


Figura 4: Gráfico bioclimático (Fuente: www.globalbioclimatics.org).

DIAGRAMA OMBROTÉRMICO

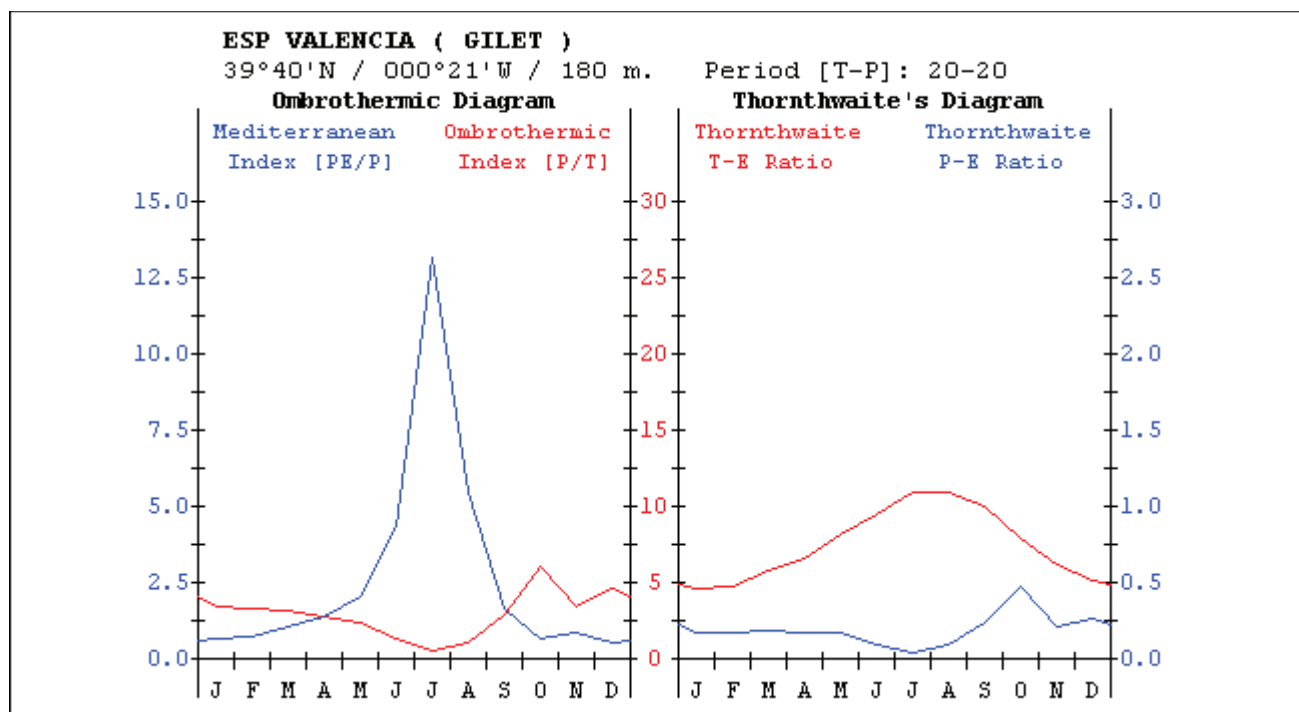


Figura 5: Diagrama ombrotérmico (Fuente: www.globalbioclimatics.org).

1.2.1.2. MEDIO BIÓTICO

1.2.1.2.1. ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN Y FLORA

Las zonas boscosas se hallan dominadas por el pinar, sobre todo el pino carrasco y acompañado de un matorral de jaguarzo (*Cistus salvifolius*, *C. monspeliensis*), romero (*Rosmarinus officinales*), aliaga (*Ulex parviflorus*) y brezo (*Erica multiflora*), predominando el pino rodeno en suelos descarbonatados junto con especies de matorral silicícola. Los bosques de carrasca también alcanzan cierto desarrollo, aunque su presencia es muy fragmentaria y escasa, en cuyo estrato inferior se puede encontrar a la madreSelva (*Zoncera implexa*), zarzaparrilla (*Smilax aspera*), aladierno (*Rhamnus alaternus*) y palmito (*Chamaerops humilis*), entre otras especies, pudiendo apreciarse diferencias entre el carrascal calcícola y silicícola por las especies de matorral que le acompañan, con son la coscoja, lentisco o romero en el primer caso y los brezos, jaras y salvias en el segundo.

En cuanto al alcornocal, está presente en algunos enclaves de ombroclima subhúmedo sobre rodenos, aunque de carácter disperso y sin llegar a alcanzar en ningún momento un estado de madurez. En substratos carbonatados con un ombroclima seco-semiárido que no permite el desarrollo del carrascal, aparece una maquia de cobertura elevada dominada por la coscoja (*Quercus coccifera*) y el lentisco (*Pistacia lentiscus*); en las zonas de piso mesomediterráneo seco y seco-semiárido el coscojar se caracteriza por una menor talla y cobertura y por la ausencia de elementos termófilos.

La degradación sufrida por la zona hace que en la actualidad la vegetación se halle dominada por matorrales donde abundan el romero, el brezo y la aliaga, arbolados de pinos o no, y los pastizales vivales, siendo el espartal (*Heteropogono contorti - Stipetum tenacissimae*), lastonar termófilo (*Teucro pseudochamaeopytidis - Brachypodietum retusi*) y el lastonar continental (*Phlomidis lychnitidis - Brachypodietum retusi*) los de mayor cobertura.

1.2.1.2.1.1. ESPECIES DE ESTUDIO

ESPECIES BÉTERA
<i>Dorycnium pentaphyllum</i> Scop.
<i>Helianthemum syriacum</i> (Jacq.) Dum. Cours.
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.
<i>Stipa tenacissima</i> L.
<i>Stipa capensis</i> Thunb.
<i>Thymus vulgaris</i> L.

Tabla 1: Especies de estudio de Bétera.

Las características de las especies de estudio se hallan en el anexo 7.1 FICHAS.

1.2.1.3. PRINCIPALES PROBLEMAS SOCIOAMBIENTALES

VERTEDEROS

El problema de los vertederos en la Sierra Calderona se ha agravado considerablemente debido principalmente a la adecuación de caminos forestales y la apertura de nuevas pistas. Por cualquier paraje de la Sierra por el que nos desplazemos podemos encontrar basuras de todo tipo (lavadoras, neveras, escombros, plásticos, latas, botellas...).

INCENDIOS

Los incendios son los que más han repercutido en transformar el medio que hoy en día podemos observar en la Calderona.

Incendios los ha tenido de todo tipo, desde los que han destruido unos m², hasta los grandes incendios de los años 1978, 1981, 1987, 1992 y 1994. Éstos han contribuido de forma notable a la caracterización física de los montes, haciendo de los suelos un sistema más seco (menos húmedo), y provocando la erosión y pérdida de tierra principalmente en la cara sur de la cordillera, donde ya comienza a asomar la piedra como síntoma inequívoco de la irreversible erosión a que es sometida.

Después de los incendios se realizan actuaciones muy perjudiciales. Normalmente se reforesta tarde y mal, sin respetar los 2 años de espera que exige el monte mediterráneo y aumentando peligrosamente ese tiempo de espera (a veces a más de 5 años).

La mayoría de las repoblaciones se realizan con maquinaria pesada destruyendo la vegetación que ha podido regenerarse espontáneamente. La extracción de madera quemada no respeta sendas y bancales, creando nuevas pistas que favorecen la erosión anticipada e irreversible. Y por último, las reforestaciones se desarrollan en muchas ocasiones con "monocultivo de pino" en perjuicio de especies que se pueden adaptar a suelos degradados (madroño, lentisco, romero...) y que servirían de base a especies autóctonas favorecedoras del retorno de la fauna (encina, alcornoque, algarrobo...).

PRESIÓN ANTRÓPICA

En esta Sierra el hombre se ha convertido en un problema para la conservación de los ecosistemas. Su proximidad a Valencia la ha hecho extremadamente atractiva para amantes de la naturaleza y excursionistas, pero también para muchos que no le tienen ningún respeto, y que suelen dejar tras su visita un rastro de basuras, o lo que es peor, de fuego.

La presión urbanística (sobre todo en Náquera y Serra) se conforma como otro de los grandes problemas de esta Sierra.

A las transformaciones agrarias que continuamente se producen, sin ningún respeto hacia el PORN y hacia la legislación vigente, hay que añadir la apertura de nuevas pistas forestales que consiguen llevar al viajero hasta los lugares que en otras épocas solamente podían alcanzarse a pie.

Las basuras propias de los visitantes de la Sierra aparecen por todos los rincones, los 4x4 no respetan los caminos forestales, y se adentran campo a través inventando caminos que anteriormente no existían; y cada domingo la cordillera es asaltada por máquinas de competición que la convierten en un campo de entrenamiento de motocρός.

A todo esto habría que añadir la recolección indiscriminada de flora, que daña considerablemente la regeneración tras los terribles incendios que asolaron la Calderona. Y cómo no, la caza furtiva que todos los años causa enormes desperfectos a la ya escasa y maltratada biodiversidad de la Sierra.

El gato montés está siendo diezmado por la proliferación de segundas residencias. La consecuente aparición en la zona de multitud de ejemplares de felino más común, el doméstico, está adocenando, sino acabando, con la especie.

Idéntica suerte han tenido roedores como el lirón careto o la musaraña, cuya población sigue en regresión, al igual que la del tejón.

El empleo de cebos envenenados causa periódicamente daños irreversibles a las especies como ardillas, animales de monte y domésticos. El empleo de vallados cinegéticos en terrenos forestales impide la movilidad de la fauna característica e incluso aísla zonas potencialmente interesantes para algunas especies. Un animal que antaño era abundante, aunque poco estudiado, es el murciélago que poco a poco pierde terreno debido a la desaparición de su hábitat, principalmente por los incendios y el espolio de sus lugares de cría.

1.2.2. EL SALER: ZONA SALINA

La zona de estudio se sitúa en El Saler, pedanía de la ciudad de Valencia, situada en el distrito de los Poblados del Sur, en pleno Parque Natural de la Albufera. Está emplazado en la franja litoral o restinga de La Albufera de Valencia, entre la marjal y el bosque de la Dehesa, con un largo de más de 10 km y una anchura media de 1 km.

El Parque Natural de la Albufera constituye uno de los humedales costeros más representativo y valioso de la Comunidad Valenciana y de la cuenca mediterránea. Con una superficie de 21.120 ha, se encuentra situado a tan solo 10 km de Valencia. Su proximidad y facilidad de acceso lo convierten en una perfecta excusa para abandonar la ciudad y practicar la observación de la naturaleza.

La principal vía de acceso al parque es la autopista del Saler (V-15) que partiendo de Valencia atraviesa el parque de norte a sur hasta el Saler, donde esta autopista se prolonga en forma de carretera convencional hasta Sueca (CV-500), y en Las Palmeras enlaza con la carretera CV-502 que se dirige a Cullera.

El origen del lago de la Albufera se remonta a comienzos del Pleistoceno. Su formación es el resultado del cierre de una antigua bahía (formada como consecuencia del hundimiento de la llanura valenciana) por un amplio cordón litoral entre los ríos Júcar y Turia, es decir, entre Valencia y Cullera (unos 30 km.). La separación definitiva entre la Albufera y el mar se dio durante la época romana. Entonces la superficie del lago era mucho mayor (en torno a 30.000 ha) pero con el paso de los años y debido al interés en obtener nuevas zonas de cultivo (especialmente de arroz) se ha ido colmatando, y por lo tanto, disminuyendo de tamaño hasta las 2.800 ha actuales.

En el 1986 fue declarado Parque Natural, aunque ha sido reconocido internacionalmente y cuenta con figuras de protección como: ZEPA y LIC entre otros.

La mayor parte de la superficie del parque está ocupada por cultivos de arroz y por la propia laguna litoral; por esto la vegetación autóctona queda restringida por una parte, a las acequias, *ullals*, zonas marginales del arrozal y de la laguna litoral y, por otra parte, a la franja costera arenosa, especialmente en la Devesa.

Su valor ecológico es muy grande ya que aquí se encuentran especies de gran valor ecológico en peligro de extinción, como el *Fartet* o el *Samaruc*.

En la actualidad el Parque Natural se halla seriamente degradado y a la vez amenazado por una fuerte presión antrópica, debido a su proximidad de varios núcleos urbanos de cierta envergadura y con sus consecuentes factores negativos como la alta densidad de población del territorio valenciano en su entorno inmediato, una fuerte industrialización, además de una creciente presión residencial y turística, etc.

1.2.2.1. MEDIO ABIÓTICO

1.2.2.1.1. SUELOS SALINOS

En los suelos de la Devesa de la Albufera dominan tres factores fundamentales: la textura arenosa, el hidromorfismo y la salinidad. La mayor o menor incidencia de cada uno de estos tres factores por separado, o el efecto combinado de los mismos, establece la división de los suelos de la Devesa en tres grandes grupos: *Arenosoles álbricos*, *Solonchaks gleicos* y *Gleysoles calcáreos*.

Los *Arenosoles* son los suelos predominantes en la Devesa, ocupando casi el 71% del total de su superficie. Se trata de suelos no evolucionados, sin diferenciación de horizontes y sin incorporación íntima de la materia orgánica al sustrato mineral. Su carácter carbonatado y la presencia de hidromorfismo (condiciones gléicas) permiten clasificarlos como *Arenosoles calcáricos* (Fig. 6) y *Arenosoles gléicos*, tal y como aparecen en el Catálogo de Suelos de la Comunidad Valenciana (Forteza, 1995), y en el Mapa de Suelos de la Comunidad Valenciana, Valencia (Rubio, 1996).

Los *Arenosoles calcáricos* son representativos de las formaciones dunares. En estos suelos, la materia orgánica es, en general, escasa, y la parte mineral está constituida fundamentalmente por partículas de arena cuarzosa (diámetros entre 2 y 0'02 mm). La ausencia de partículas finas (limos y arcillas) impide la formación de un verdadero complejo de cambio iónico, similar al de los suelos más evolucionados, siendo ésta una de las características diferenciándolas de esta unidad.

Sin embargo, son las propiedades físicas las que más fuertemente condicionan sus relaciones con la vegetación. La textura arenosa repercute en otras propiedades como la facilidad de infiltración y en la escasa capacidad de retención de agua, convirtiéndose en suelos en los que las plantas se vean sometidas a estrés hídrico.

El hidromorfismo existente en las zonas deprimidas se debe a la presencia del agua freática cerca de la superficie del suelo y a la presencia de horizontes de limos y arenas compactados que dificultan el drenaje. Esto da lugar a la formación de *Gleysoles calcáreos* (Fig. 6).

Los suelos hidromorfos son poco favorables a la vegetación en general, solamente son colonizados por asociaciones específicas adaptadas a la asfixia radicular y a las fases de sequía. Bioquímicamente son desfavorables dado que la inmovilización del nitrógeno se halla incrementada en relación con la amonificación, con la consiguiente alteración del ciclo normal del nitrógeno y la presencia de iones tóxicos solubilizados.

Cuando a las condiciones de hidromorfismo se unen concentraciones excesivas de sales solubles (más de 4 dS/m en el extracto de saturación) aparecen los suelos llamados *Solonchaks gleycos* (Fig. 6). Las sales presentes en estos suelos derivan de los cationes: sodio, calcio y magnesio, y de los aniones: cloruros y sulfatos. El catión potasio y los aniones bicarbonatos y nitrato son mucho menos abundantes.

En estas zonas, y en otras de menor entidad, la fuerte evaporación estival actúa a modo de tiro llevando el agua del suelo a la superficie y arrastrando consigo las sales situadas en profundidad. La evaporación del agua superficial va concentrando las mismas hasta dejar una costra bien visible en dichas zonas. El efecto de la abundancia de iones en el suelo repercute fuertemente en la vegetación. La cantidad de sales solubles presentes controla la presión osmótica de la solución del suelo. Cuando se produce un aumento de la misma, se dificulta la absorción del agua.

La abundancia de unos iones frente a otros en la solución de los suelos salinos, crea también antagonismos que repercuten en la facilidad de asimilación y en el metabolismo de los nutrientes. En otros casos puede producirse un efecto tóxico directo de determinados iones sobre las membranas y tejidos de las raíces. Con estos y otros efectos sobre las plantas, es lógico que en las zonas salinas de la Devesa, solo se desarrolle una vegetación muy especializada, halófila o hiperhalófila.

A modo de conclusión, habría que destacar que la configuración y características de los suelos de la Devesa crean un hábitat tremendamente especializado y de complejas interacciones con la vegetación. Esta situación origina un entorno de una gran riqueza en biodiversidad.

(Síntesis realizada a partir de "Los suelos de la Devesa de la Albufera", Rubio JL., Andreu, V. y Sanchis E., 1998).

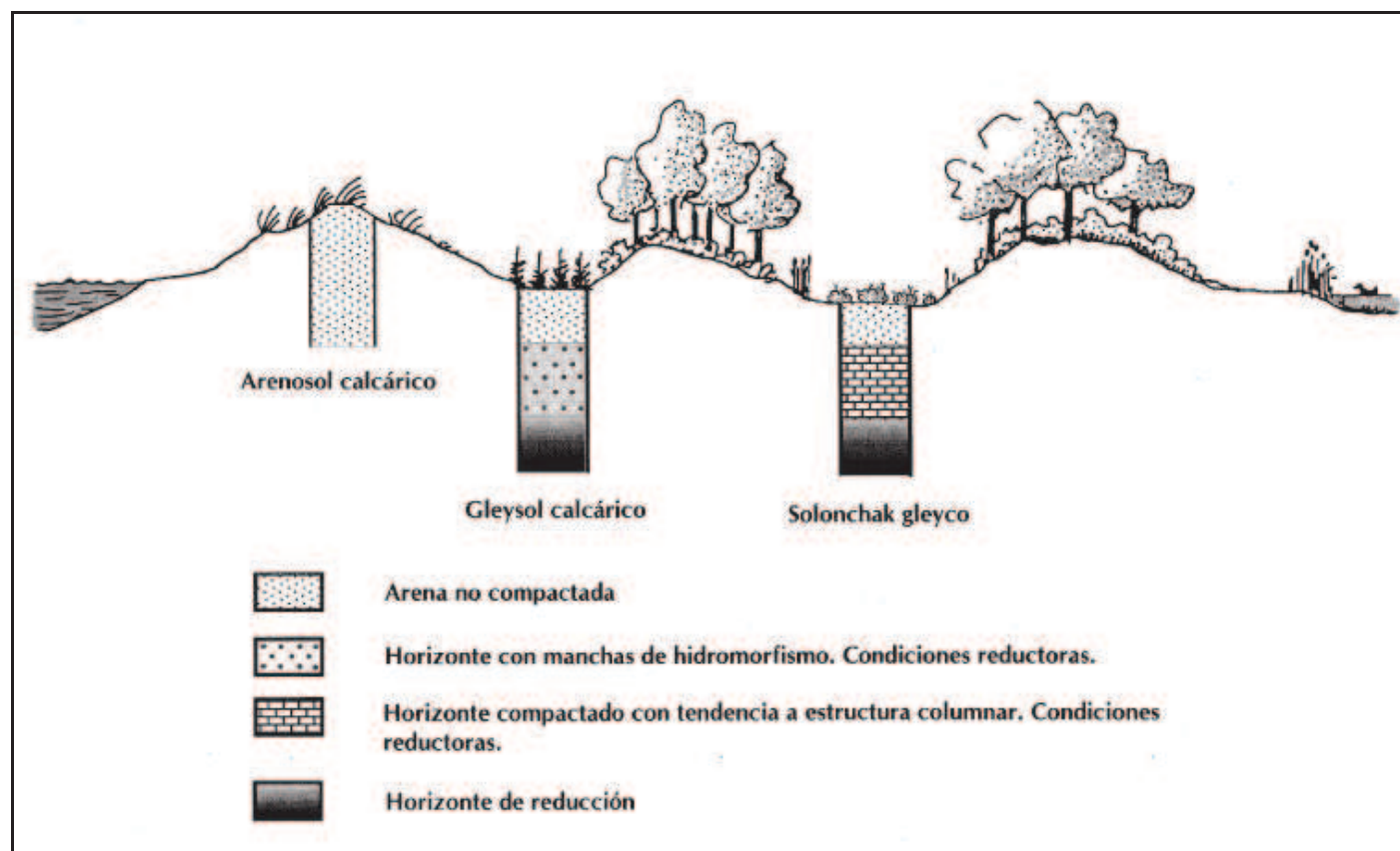


Figura 6: Distribución transversal de las distintas zonas de la Devesa con los perfiles de suelo más representativos. Fuente: "Los suelos de la Devesa de la Albufera", Rubio JL., Andreu, V. y Sanchis E., 1998).

1.2.2.1.2. GEOMORFOLOGÍA

En la actualidad la Albufera cuenta con numerosos hábitats protegidos que están incluidos en la Directiva Hábitats. Esta gran variedad morfológica queda definida dentro de tres grandes ambientes:

- La restinga litoral. Es la barra sedimentaria que separó la totalidad del sistema del mar. Allí se encuentra, todavía, un cordón dunar bien conservado, en el que se identifica una buena muestra de la vegetación propia de la maquia mediterránea y las malladas, pequeñas áreas de aguas salobres, repartidas entre las dunas y el sistema forestal de la Devesa.
- El arrozal, es el ambiente de mayor superficie, (14.000 ha), pues alcanza dos terceras partes de la superficie total del parque natural. Originalmente, con el cerramiento, la superficie que ocuparon las aguas marinas se fue transformando en un extenso marjal de aguas salobres para terminar conformando, a partir del siglo XV y con el cultivo del arroz, en una de las principales zonas arroceras de España. Atravesado por una tupida red de acequias y canales, sus ciclos de inundación y encharcamiento lo presentan como la principal área de alimentación de la rica ornitofauna *albuferenca*. Dispersos, fundamentalmente por el sector oeste, se localizan pequeños manantiales que, en la zona, se conocen como *ullals*.
- La laguna de la Albufera, es un sistema costero de 3.000 ha de superficie de aguas someras, que cuenta con cerca de 300 ha de orillas e islas en las que se desarrolla una densa vegetación palustre. Es importante por su significado en la regulación del flujo hídrico en el arrozal, así como por su valor ecológico y paisajístico.

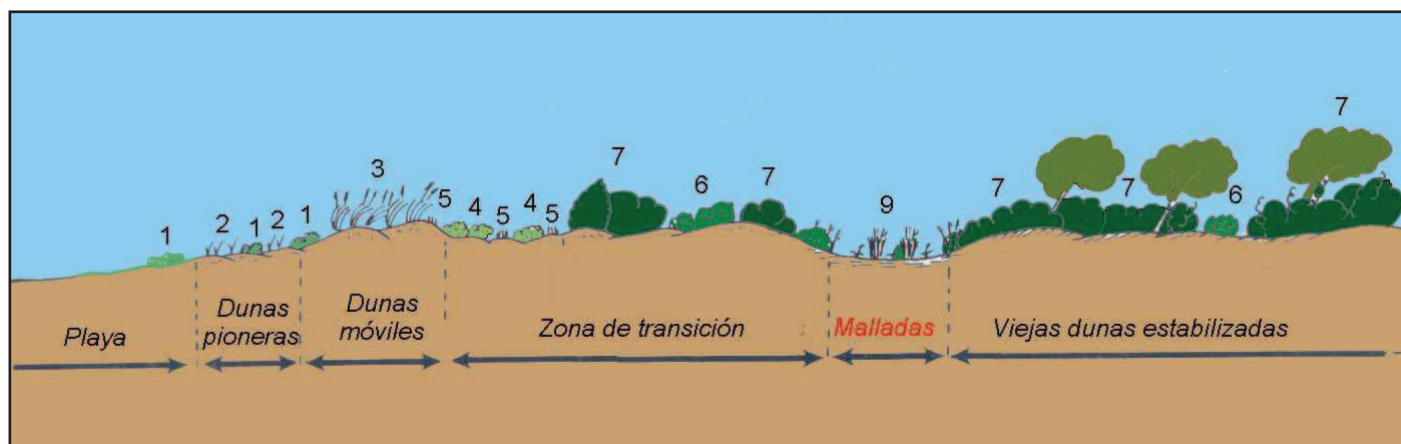


Figura 7: Perfil de la Devesa (Herrero González, 2000).

Las *malladas* (Fig. 7), son depresiones interdunares, donde predominan los suelos limosos, que hacen que se encharquen con las lluvias y se formen costras salinas en verano con la evaporación del agua.

Las biocenosis vegetales se van instalando a modo de anillos concéntricos (en función de la salinidad del suelo). Así en la parte central, los niveles de salinidad son tan elevados que no aparece vegetación, más al exterior se sitúan los saladares (*As. Puccinellio festuciformis-Arthrocnemum fruticosum* Br. Bl. 1931, J.M. Gehu, 1976), y en la zona más externa donde la salinidad ya es mucho menor se instalan los herbazales halo-hidrófilos (*As. Carici extensae - Juncetum maritimi* Rivas-Martínez y Costa; *Schoenus-Plantaginatum crassifoliae* Br. Bl. 1931).

Constituye la zona deprimida que surca de N a S la Devesa del Saler, separando longitudinalmente las dunas de la alineación interior de la exterior. De anchura variable, alcanza su máxima amplitud en el sector comprendido entre la *Gola de Pujol* y el Cortafuegos de la calle. En ciertos tramos aparece subdividida por pequeñas alineaciones dunares transversales o longitudinales de pequeña altura, hasta cuatro metros de cota máxima.

Originariamente las *malladas* ocupaban un 25 % del área de la Devesa. Esta superficie se vio disminuida por una serie de actuaciones realizadas a partir de la década de los años cincuenta que han conducido a la casi total desaparición de las mismas. Cabe señalar que, en términos generales, las *malladas* han experimentado una sobreelevación y uniformización topográfica y morfológica. En términos relativos el recrecimiento suele oscilar entre 0'5 y 1'5 m. La depresión central no es propiamente un surco de deflacción, sino que se configura como tal depresión en el momento en que se genera la alineación exterior.

La depresión central con anterioridad a la sobreelevación artificial que ha sufrido, era un ambiente ecológico original, la presencia de charcas estacionales explica la existencia de los limos y arcillas de color grisáceo, entre los cuales y de forma generalizada se superpone una capa de arena tras el arrasamiento.

1.2.2.1.3. HIDROLOGÍA

La cuenca hidrográfica de la Albufera se sitúa entre las de los ríos Turia al N y Júcar al S, actuando el lago como embalse natural de regulación de la cuenca. Ocupa una superficie de 917 km² y su origen arranca de las últimas estribaciones del Macizo Ibérico.

La máxima elevación es de 1.042 m en el sector occidental y la altitud media de la cuenca es de alrededor de 150 m. En ésta se puede diferenciar una zona alta, por encima de los 400 m y su uso fundamental forestal, una zona media entre los 20 m y los 400 m de uso agrícola (viñas y algarrobos) y una zona baja en la que predominan los cultivos de arroz, hortícolas y cítricos.

Aunque la Albufera tiene una cuenca hidrológica propia, la realidad es que ésta sólo proporciona una pequeña parte de las aportaciones, mientras que la gran mayoría de las aguas llegan desde los ríos Júcar y Turia (en menor medida):

- En este sentido, la Albufera es parte integrante del esquema hidrológico del río Júcar, pues recibe además por una red de sesenta y tres acequias el agua sobrante del riego. Estas acequias también recogen parte de los vertidos de aguas residuales de poblaciones de los alrededores, como El Romaní.
- Las acequias de la Vega de Valencia toman las aguas del río Turia después de la Acequia Real de Moncada, aprovechando los últimos caudales, y dejando sus sobrantes y escorrentías para la acequia del Oro y los regadíos de Francos y Marjales de la Albufera de Valencia.

Por lo que respecta al drenaje de la cuenca al lago, se realiza fundamentalmente a través de seis barrancos principales: Picassent (con una cuenca de 100 km²), Hondo (24 km²), Berenguera (18 km²), del Agua (42 km²), de Montes (92 km²), y, sobretodo, el barranco de Torrente o Chiva (417 km²).

1.2.2.1.4. CLIMA

Desde el punto de vista biogeográfico se sitúa en el sector Valenciano-Tarraconense, provincia Catalano-Provenzal-Balear (*Rivas Martínez, 2007*).

A continuación podemos observar la clasificación de la zona claramente.

Reino Holártico

Región Mediterránea

Subregión Mediterránea Occidental

Provincia Catalana-Provenzal-Balear

Subprovincia Valenciana

Sector Valenciano-Tarraconense

Distrito Huertano-Valenciano

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE RIVAS-MARTÍNEZ

ESP VALENCIA (VALENCIA)		
Latitude: 39°29'N	Longitude: 000°23'W	Altitude: 13 m.
----- SUMMARY OF RIVAS-MARTINEZ CLASSIFICATION -----		
Continentality Index	B1b	
+ Type	B. Oceanic	
+ Subtype	1. Semihyperoceanic	
+ Variant	b. Low	
Thermic types	B1.A3	
+ Latitudinal zone	B. Temperate	
+ Latitudinal belt	1. Eutemperate	
+ Thermic type	A. Warm	
+ Thermic subtype	3. Subwarm	
Bioclimatic types	B1.2a.5b	
+ Macrobioclimate	B. MEDITERRANEAN	
+ Bioclimate	1. PLUVISEASONAL-OCEANIC	
+ Bioclimatic variant ...:		
+ Thermic type.....	2. THERMOMEDITERRANEAN	
+ Thermic subtype.....	a. UPPER	
+ Ombrothermic type	5. DRY	
+ Ombrothermic subtype ..:	b. LOW	
Bioclimatic acronym formula:	Mepo.Tme.Dry	

Figura 8: Clasificación climática de Rivas- Martínez (*Fuente: www.globalbioclimatics.org*).

1.2.2.1.4.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

ESP VALENCIA (VALENCIA)		Altitude: 13 m.					
Latitude: 39°29'N		Longitude: 000°23'W					
Temperature observation period.: 1951-1990(40)							
Rainfall observation period....: 1861-1990(130)							
(C°/mm)	Ti	Mi	mí	M'i	m'i	Pi	PEi
Jan	11.0	15.8	6.1	0.0	0.0	32.3	23.4
Feb	11.6	19.8	3.2	0.0	0.0	30.3	25.5
Mar	13.5	19.1	7.7	0.0	0.0	33.9	41.0
Apr	15.2	18.0	12.2	0.0	0.0	35.2	54.3
May	18.4	23.0	13.9	0.0	0.0	34.9	85.7
Jun	21.5	26.2	17.1	0.0	0.0	22.4	114.4
Jul	24.4	27.7	21.2	0.0	0.0	8.7	146.1
Aug	24.9	27.0	22.5	0.0	0.0	14.9	141.9
Sep	22.7	27.5	18.1	0.0	0.0	63.8	105.9
Oct	18.8	24.8	13.1	0.0	0.0	96.3	69.5
Nov	14.5	18.5	10.7	0.0	0.0	53.6	38.1
Dec	11.8	20.3	3.1	0.0	0.0	41.6	25.6
Year	17.4	22.3	12.4	0.0	0.0	467.9	871.5

Figura 9: Características climáticas (Fuente: www.globalbioclimatics.org).

La temperatura media anual se sitúa alrededor de 17'4°C y la oscilación térmica es muy reducida debido al efecto amortiguador a la influencia marina y al funcionamiento de las brisas.

Existe un mínimo en los meses de invierno, siendo Enero el más frío con valores entorno a los 11 °C. El mes más cálido es Agosto con temperaturas medias cercanas a los 25 °C. Una vez pasado este mes se produce el declive térmico.

Las precipitaciones medias anuales para la zona se sitúan cercanas a los 500 mm. Se puede hablar de un período lluvioso de 4 meses que corresponde al otoño y comienzos del invierno, donde suele concentrarse el 40-45 % de la precipitación total y en muchas ocasiones estas se presentan de forma torrencial debido a los fenómenos de gota fría.

1.2.2.1.4.2. ESTUDIO BIOCLIMÁTICO

Desde el punto de vista bioclimático pertenece a un clima mediterráneo pluviestacional-oceánico y se caracteriza, dentro de su irregularidad, por veranos largos y secos, otoños muy lluviosos y primaveras a veces lluviosas.

ÍNDICE BIOCLIMÁTICO

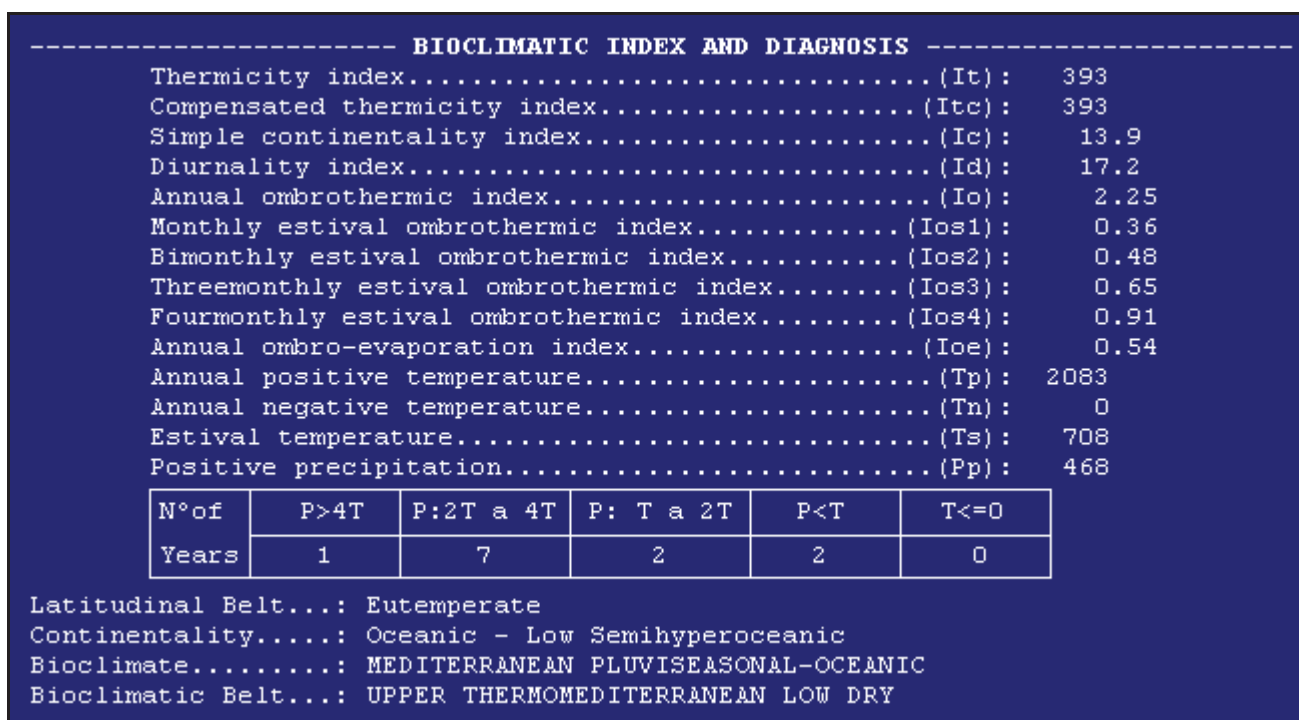


Figura 10: Índice bioclimático (Fuente: www.globalbioclimatics.org).

GRÁFICO BIOCLIMÁTICO

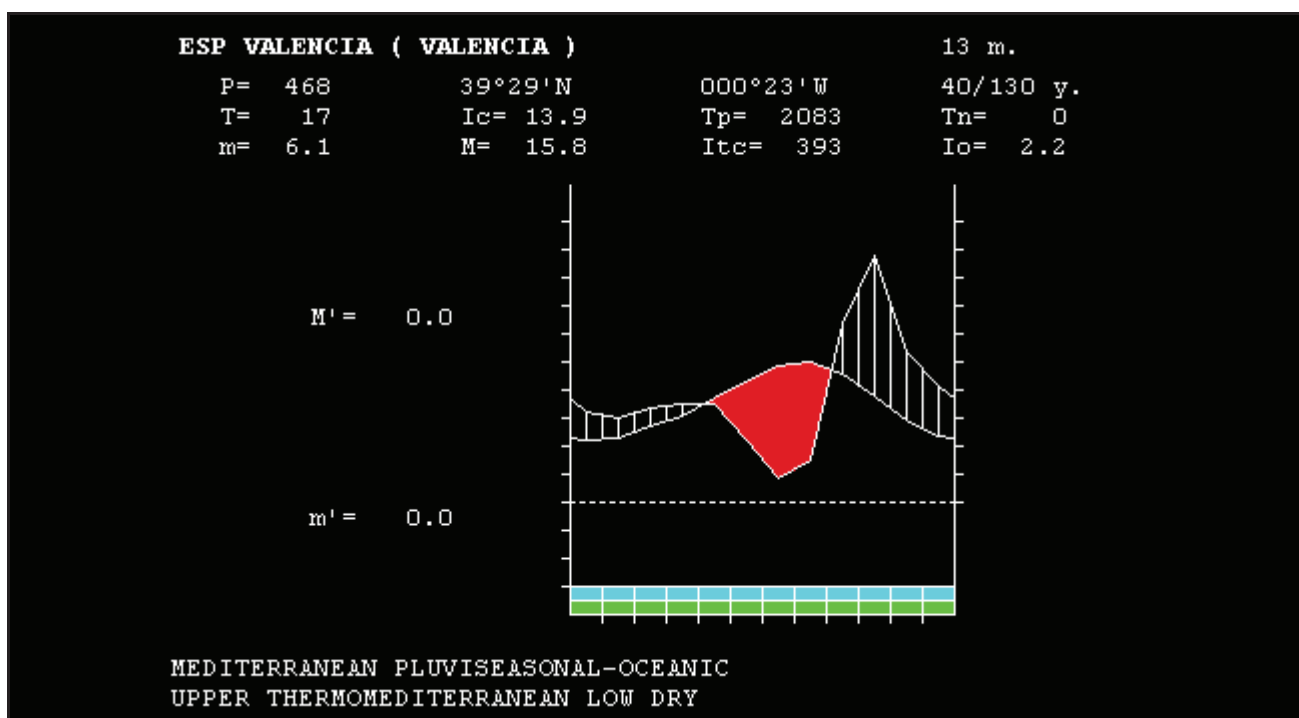


Figura 11: Gráfico bioclimático (Fuente: www.globalbioclimatics.org).

DIAGRAMA OMBROTÉRMICO

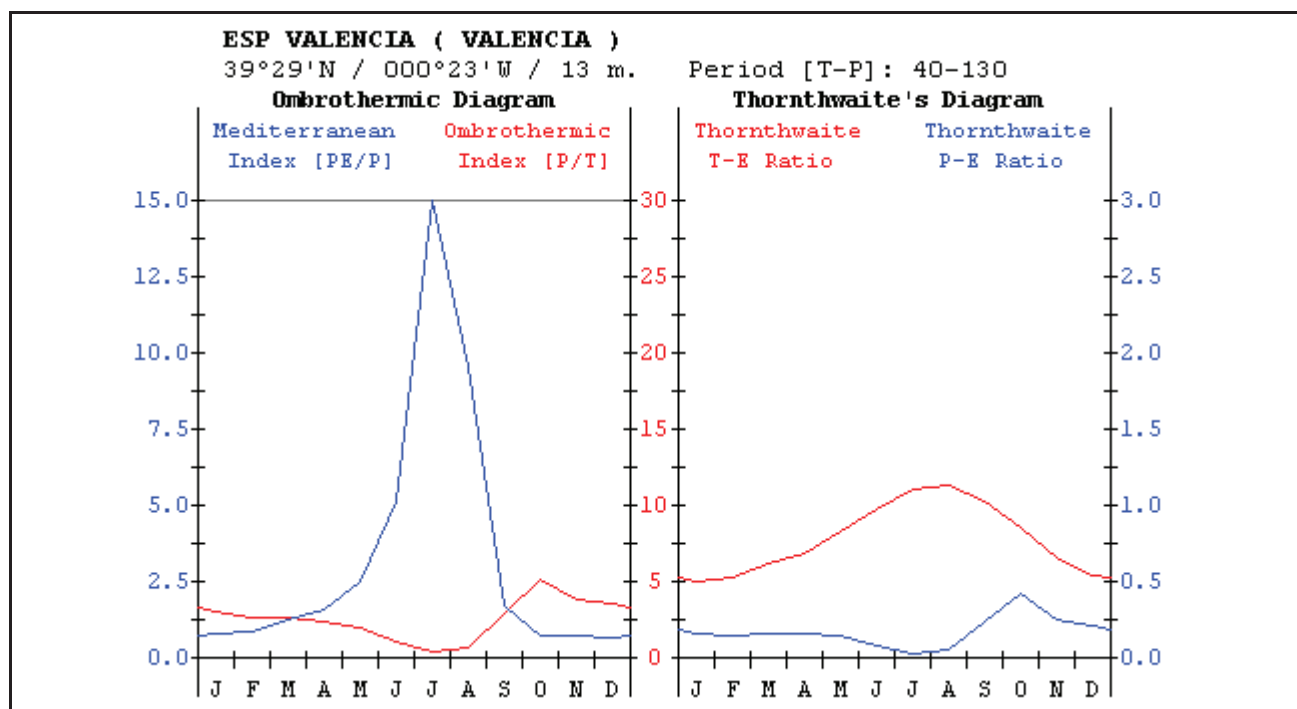


Figura 12: Diagrama ombrotérmico (Fuente: www.globalbioclimatics.org).

1.2.2.2. MEDIO BIÓTICO

1.2.2.2.1. ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN Y FLORA

Nuestras tres parcelas correspondientes a la zona salina de El Saler pertenecen a un hábitat prioritario de la Comunidad Valenciana, según la Directiva Hábitat (*Directiva 92/43/CEE*).

- ESTEPAS SALINAS MEDITERRÁNEAS (*Limonietalia*)

Código Natura 2000: *1510

Código Corine-Biotopos: 15.18

- Hábitat dominado por saladillas (*Limonium* sp. pl.), que forman bandas de vegetación bien definidas alrededor de lagunas o depresiones salinas, sobresuelos con elevada conductividad.
- Las formaciones de *Limonietalia* están dominadas por especies del género *Limonium*, algunas de las cuales viven solo en la Comunidad Valenciana, como *Limonium dufourii*, *L. santapolense*, etc.

- Algunas de estas especies se encuentran estrictamente protegidas en el ámbito nacional o autonómico, como es el caso de *Limonium dufourii*.
- Es un hábitat muy amenazado por el drenaje de las zonas húmedas costeras que altera el balance hídrico y, modificando la composición florística, favoreciendo la entrada de halófitos más tolerantes, como *Sarcocornia*, *Arthrocnemum*, etc. Otro factor de riesgo es la destrucción por urbanizaciones turísticas o infraestructuras asociadas. Además en las estepas salinas continentales, la impermeabilidad característica de los terrenos que ocupan ha favorecido su transformación en vertederos.

1.2.2.1.1. ESPECIES DE ESTUDIO

ESPECIES EL SALER
<i>Helianthemum syriacum</i> (Jacq.) Dum. Cours.
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench
<i>Inula crithmoides</i> L.
<i>Juncus acutus</i> L.
<i>Juncus maritimus</i> Lam.
<i>Limonium virgatum</i> (Willd.) Fourr
<i>Ononis natrix</i> L.
<i>Plantago crassifolia</i> Forsk.
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.
<i>Sarcocornia fruticosa</i> (L.) A. J. Scott
<i>Schoenus nigrans</i> L.
<i>Stipa tenacissima</i> L.
<i>Teucrium capitatum</i> L.

Tabla 2: Especies de estudio de El Saler.

Las características de las especies de estudio se hallan en el anexo 7.1 FICHAS.

1.2.2.3. PRINCIPALES PROBLEMAS SOCIOAMBIENTALES

PRESIÓN ANTRÓPICA

En torno al área protegida se extiende el área metropolitana de Valencia, con más de un millón y medio de habitantes. Además existen viviendas dentro y fuera del área protegida, y el entorno está industrializado.

El Parque Natural recibe un elevadísimo número de visitantes atraídos por sus playas y gastronomía.

El área protegida es atravesada por varias vías de comunicación con altos niveles de tráfico. Tanto en los arrozales del entorno como en las cuencas que aportan agua se ha dado intensificación de la agricultura. Como consecuencia se ha reducido la cantidad y calidad del agua que alimenta al lago.

DEGRADACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

El inevitable crecimiento urbano, agrícola e industrial de Valencia y los pueblos cercanos provocaron a principios de los años 70 una degradación muy fuerte de la calidad del agua de la Albufera. Desaparecieron las plantas acuáticas, la mayor parte de especies de peces, moluscos, insectos acuáticos y pequeños mamíferos afectados por la ruptura de su cadena trófica.

Hoy en día, si bien el lago sigue siendo un gran foco de biodiversidad, sus aguas siguen sin ser transparentes, sólo unas pocas especies de peces, muy resistentes a la supervivencia en aguas turbias, persisten en el lago, y pocas plantas acuáticas aguantan las condiciones de eutrofización, fruto de la alta concentración de materia orgánica en el agua.

CONSTRUCCIONES Y EDIFICACIONES

Al acercarse al bosque de la Devesa, saliendo de entre los árboles y superándolos abrumadoramente en altura, varias decenas de edificios imponen su presencia.

Recién comenzada la década de los 60 el Ayuntamiento de Valencia, siguiendo la tendencia general en la costa mediterránea ibérica, decidió sacar provecho económico de su trozo de costa. Así empezó un plan de urbanización de la zona que buscaba su transformación en un complejo turístico y de viviendas que atrajera inversiones y diera acogida a multitud de turistas en busca de sol y playa.

De aquella época quedan, en medio del bosque, 29 torres de apartamentos (de más de 12 alturas), dos urbanizaciones, dos grandes hoteles, una autovía que separa El Saler de los campos de arroz, un lago artificial, un campo de golf... Además de los km de carreteras, tuberías, alcantarillas... todos sin uso.

TRÁFICO

La situación del Parque Natural de la Albufera, justo al sur de una ciudad de más de 800.000 habitantes como Valencia, lo convierte en lugar de paso de un gran número de vehículos.

La llamada Pista de Silla (V-31, E15, A7, AP7) bordea el perímetro O del Parque Natural y supone la principal conexión con la capital regional desde el S. Su alternativa más directa es la CV500, que a lo largo de 27 km cruza de N a S el Parque Natural. Más de 8 km de esta carretera se despliegan como una impactante barrera entre dos biotopos interdependientes: el bosque de la Devesa al este y el lago y su marjal al oeste.

Son muchos los animales que deben cruzar esta vía... y demasiados los que perecen en ella atropellados. El efecto barrera de esta vía de comunicación es tal que se ha llegado a considerar una de las carreteras con más mortandad animal relativa de España. Entre los animales más afectados por atropellos se encuentran el ánade azulón, el conejo común, la jineta y varios reptiles.

PAJA DE ARROZ

Todos los años, tras la cosecha de arroz, la paja queda tendida en los campos. La solución tradicional para su eliminación ha sido quemarla en los arrozales. Esto provoca un fuerte impacto ambiental (por emisiones de gases con efecto invernadero y por degradación de hábitats) y social.

Al mismo tiempo que aparecían las columnas de humo en los alrededores del lago, comenzaban las llamadas de protesta de multitud de vecinos del entorno del Parque Natural (quejándose de dolores de cabeza, asma, rinitis, ropa tendida sucia, cenizas sobre los automóviles...) debidas a las partículas en suspensión originadas en la quema de paja.

1.2.3. TUÉJAR: ZONA YESÍFERA

La zona de estudio se encuentra en el término municipal de Tuéjar, perteneciente a la provincia de Valencia, y a la comarca de Los Serranos.

La Serranía limita al E con la comarca del *Camp del Túria*, al O con la provincia de Cuenca, al N con la comarcas del Alto Palancia, la Hoya de Buñol y la Gúdar-Javalambre, ya en la provincia de Teruel. Al S con las comarcas de Plana de Utiel-Requena.

Se tiene acceso, desde Valencia, a través de la carretera provincial CV-35 y, desde Utiel, a través de la carretera CV-390.

1.2.3.1. MEDIO ABIÓTICO

1.2.3.1.1. SUELOS YESÍFEROS

En la zona de estudio la litología, la topografía y el clima son los factores fundamentales en la evolución de los suelos. Así sobre calizas en escasa pendiente y en clima seco-subhúmedo se desarrollan suelos con horizonte argílico. Cuando la topografía se acentúa desaparece el horizonte argílico y toman mayor importancia los aportes de ladera y la incorporación de materia orgánica.

En las zonas de clima semiárido, en las que se dan características topográficas y litológicas desfavorables, se presentan intensos procesos erosivos predominando los suelos esqueléticos y los de tipo rególico.

Los suelos que predominan en la zona de estudio son los *Regosoles*, *Cambisoles*, *Calcisoles*, *Kastanoszems* y *Luvisoles*.

Los *Regosoles* son suelos poco desarrollados que proceden de materiales no consolidados, excluyendo los materiales no consolidados, excluyendo los materiales que presentan propiedades flúvicas y los materiales de textura gruesa, no teniendo otros horizontes de diagnóstico más que un horizonte ácrico en superficie. Son suelos que pueden tener un elevado espesor efectivo por presentarse sobre no consolidados.

Los *Cambisoles* son suelos que tienen un horizonte B cámbico, que se define por: una textura franco-arenosa o más fina y, como mínimo, un 8 % de arcilla; estructura moderadamente desarrollada o sin estructura de roca; evidencia de alteración, que se refleja por una intensidad de color más fuerte o un matiz más rojo o un mayor contenido en arcilla que el horizonte subyacente; y, finalmente, evidencia de eliminación de carbonatos, reflejado por un contenido más bajo que el horizonte subyacente.

Los *Calcisoles* son suelos que tienen un horizonte de acumulación de carbonato cálcico como característica principal. Esta acumulación se puede producir dentro de los horizontes C, o incluso en los B o A. También puede presentarse como un horizonte petrocálcico o en forma de concentraciones de caliza pulverulenta dentro de una profundidad de 125 cm a partir de la superficie.

Los *Kastanozems* son suelos que presentan gran cantidad de materia orgánica, muy humificada y estabilizada en gran parte del perfil. Se encuentran en zonas húmedas o subhúmedas y en ellos se ha producido el lavado de los carbonatos.

Los *Luvisoles* son suelos con un horizonte B ártico que tiene un grado de saturación del suelo de 50% o mayor en la totalidad del horizonte B. Las condiciones óptimas de formación se producen en clima templado húmedo y sobre rocas sedimentarias sueltas, profundas, sin exceso de cal o no calizas, al menos en superficies. A este tipo de suelos muy condicionados por los factores climáticos se les puede considerar como los más evolucionados y antiguos de la Comunidad Valenciana.

Una masa vegetal estable supone una mayor estabilidad frente a la erosión hídrica del suelo. La desaparición de esta vegetación va suponer un problema de erosión, ya que las plantas aumentan la infiltración disminuyendo la escorrentía superficial, también actúan de freno en las avenidas así como disminuyen el impacto directo de la lluvia contra el suelo.

(*Síntesis realizada a partir del "Mapa de Suelos de la Comunidad Valenciana", Chelva (666) (1995)*).

1.2.3.1.2. GEOMORFOLOGÍA

Los montes de Tuéjar forman parte de las estribaciones secundarias de la cordillera Ibérica, que penetra en la provincia de Valencia a través de las de Cuenca y Teruel con orientación NO-SE, dando lugar a una muy accidentada topografía. La parte comprendida en la margen izquierda del río Turia, está constituida por las estribaciones del macizo de Javalambre que penetra en la provincia de Valencia a través de las sierras de Tortajada y del Sabinar. La parte occidental, comprendida en la margen derecha del río Turia, está constituida por estribaciones de la Serranía de Cuenca.

Tuéjar se encuentra en la zona central, que forma un pliegue anticlinal de dirección NO-SE. El río Turia y su afluente, el río Tuéjar, quedan encajonados en la zona del interior.

1.2.3.1.3. HIDROLOGÍA

El río Turia es la arteria que atraviesa la comarca de Los Serranos en dirección NO-SE. El Turia o Guadalaviar, nace en los Montes Universales (Teruel), atravesando el Rincón de Ademuz, y durante un corto trayecto tierras conquenses para entrar definitivamente en la provincia de Valencia, donde ya toma el nombre de río Turia. Atraviesa la comarca rumbo SE, encajonándose en algunos tramos, entre calizas y margas del Jurásico y del Cretácico.

Los materiales que atraviesa propician la infiltración y circulación de caudales subterráneos, lo que favorece la surgencia de numerosas fuentes y manantiales en la comarca.

Las aguas del río Turia han sido aprovechadas en la comarca para la construcción del Embalse de Benagéber y el de Loriguilla. El río Tuéjar es el principal afluente del río Turia en la comarca.

1.2.3.1.4. CLIMA

La comarca de Los Serranos está englobada en la unidad corológica por la provincia Mediterránea Ibérica Central en su franja septentrional, y por la provincia Catalana Provenzal-Balear en el resto (*Rivas-Martínez, 2007*), afectando ésta a la mayor parte del territorio, en la que podríamos incluir nuestra zona de estudio:

Reino Holártico

Región Mediterránea

Subregión Mediterránea Occidental

Provincia Catalana-Provenzal-Balear

Subprovincia Valenciana

Sector Valenciano-Tarraconense

Distrito Suriano

Provincia Mediterránea Ibérica Central

Subprovincia Oroibérica

Sector Ibérico Maestracense

Distrito Javalambrense

La zona de estudio se engloba dentro del macrobioclima mediterráneo caracterizado por presentar aridez estival. Dentro de este macrobioclima, se pueden distinguir la variante en la zona media de la cuenca del Turia, la variante mediterráneo xérico oceánica.

En relación a los datos climáticos, se ha considerado la estación de Chelva, que es la más próxima al territorio de estudio. La zona de estudio, situada a unos 700 m de altitud, se encuentra en el piso bioclimático mesomediterráneo pluviestacional-oceánico, representando hasta altitudes de entre 900 y 1000 m y con especies indicadoras como *Asparagus acutifolius*, *Cistus clusii*, *Globularia alypum*, *Quercus coccifera*, *Rosmarinus officinalis*, *Pinus halepensis*, *Pistacia terebinthus* o *Rhamnus lycioides*.

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE RIVAS-MARTÍNEZ

ESP VALENCIA (CHELVA)	
Latitude: 39°45'N	Longitude: 001°00'W Altitude: 474 m.
----- SUMMARY OF RIVAS-MARTINEZ CLASSIFICATION -----	
Continentality Index	B2b
+ Type	B. Oceanic
+ Subtype	2. Euroceanic
+ Variant	b. Low
Thermic types	B1.A3
+ Latitudinal zone	B. Temperate
+ Latitudinal belt	1. Eutemperate
+ Thermic type	A. Warm
+ Thermic subtype	3. Subwarm
Bioclimatic types	B1.3b.5b
+ Macrobioclimate	B. MEDITERRANEAN
+ Bioclimate	1. PLUVISEASONAL-OCEANIC
+ Bioclimatic variant	
+ Thermic type.....	3. MESOMEDITERRANEAN
+ Thermic subtype.....	b. LOW
+ Ombrothermic type	5. DRY
+ Ombrothermic subtype ..	b. LOW
Bioclimatic acronym formula: Mepo.Mme.Dry	

Figura 13: Clasificación climática de Rivas- Martínez (Fuente: www.globalbioclimatics.org).

1.2.3.1.4.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

ESP VALENCIA (CHELVA)		Altitude: 474 m.					
Latitude: 39°45'N		Longitude: 001°00'W					
Temperature observation period.: 1944-1960 (17)		Rainfall observation period....: 1944-1960 (17)					
(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	PEi
Jan	7.3	11.8	2.8	19.4	-3.1	28.0	14.3
Feb	8.9	14.3	3.5	21.7	-2.0	35.0	19.4
Mar	11.9	17.9	5.9	26.8	0.4	36.0	38.4
Apr	14.5	21.5	7.6	27.5	2.9	42.0	56.9
May	17.0	23.6	10.5	30.9	5.9	56.0	82.0
Jun	21.1	28.0	14.3	34.7	9.9	47.0	116.9
Jul	24.1	31.2	17.0	37.4	12.7	20.0	146.9
Aug	24.0	30.9	17.2	36.8	12.9	28.0	135.6
Sep	21.2	27.4	15.1	33.4	9.9	43.0	98.0
Oct	16.0	21.2	10.8	27.4	5.5	58.0	57.6
Nov	11.5	16.2	6.8	22.5	1.9	39.0	29.3
Dec	8.5	12.8	4.2	18.5	-0.6	51.0	17.6
Year	15.5	21.4	9.6	28.1	4.7	483.0	813.0

Figura 14: Características climáticas (Fuente: www.globalbioclimatics.org).

1.2.3.1.4.2. ESTUDIO BIOCLIMÁTICO

ÍNDICE BIOCLIMÁTICO

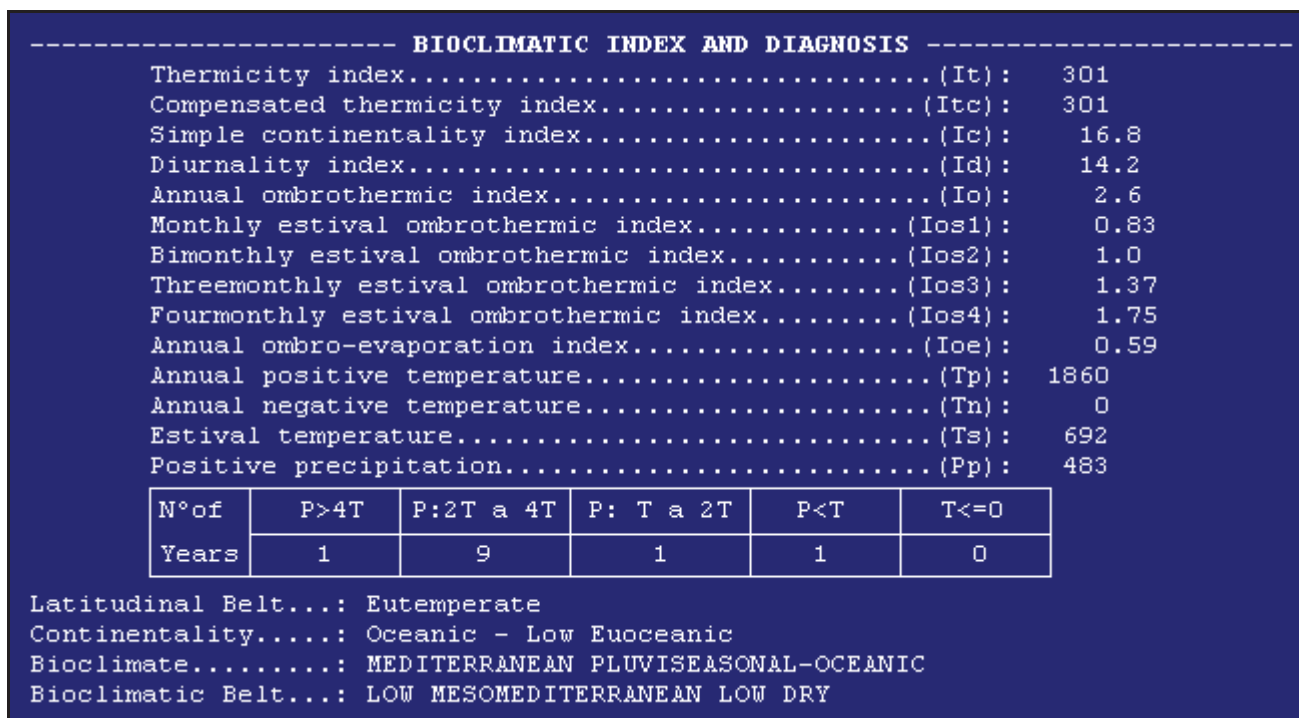


Figura 15: Índice bioclimático (Fuente: www.globalbioclimatics.org).

GRÁFICO BIOCLIMÁTICO

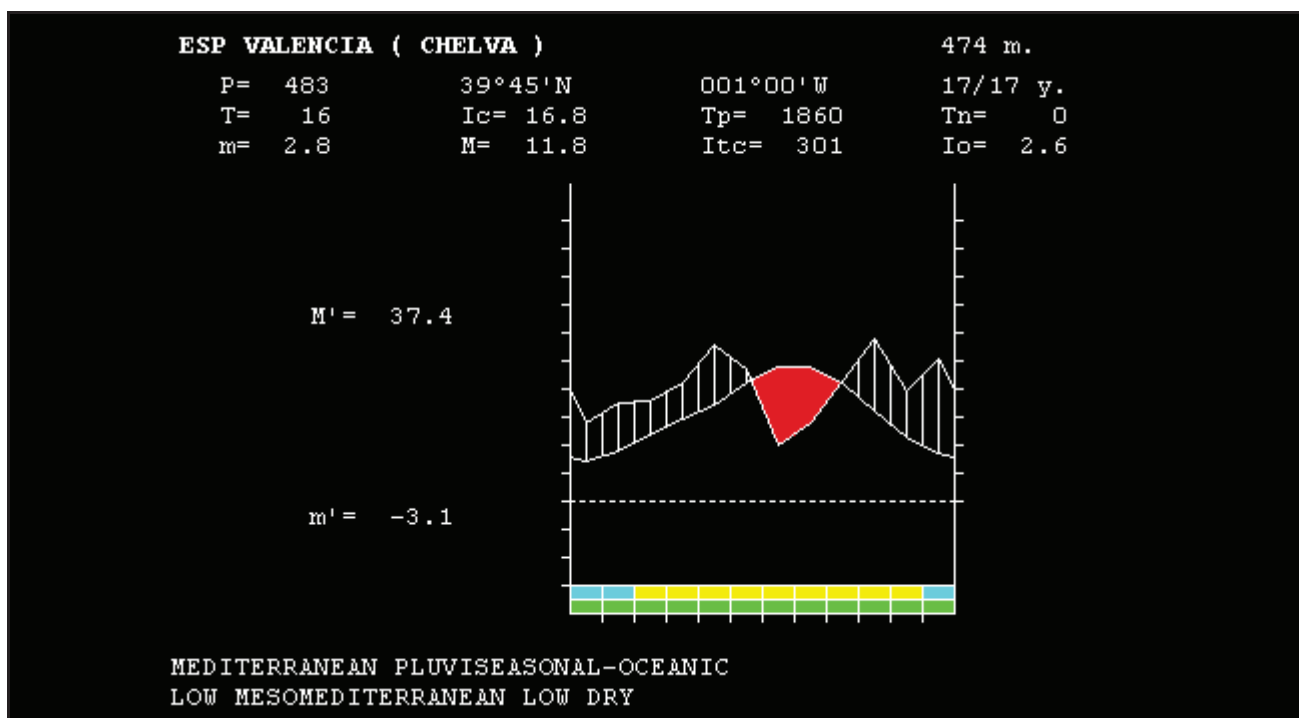


Figura 16: Gráfico bioclimático (Fuente: www.globalbioclimatics.org).

DIAGRAMA OMBROTÉRMICO

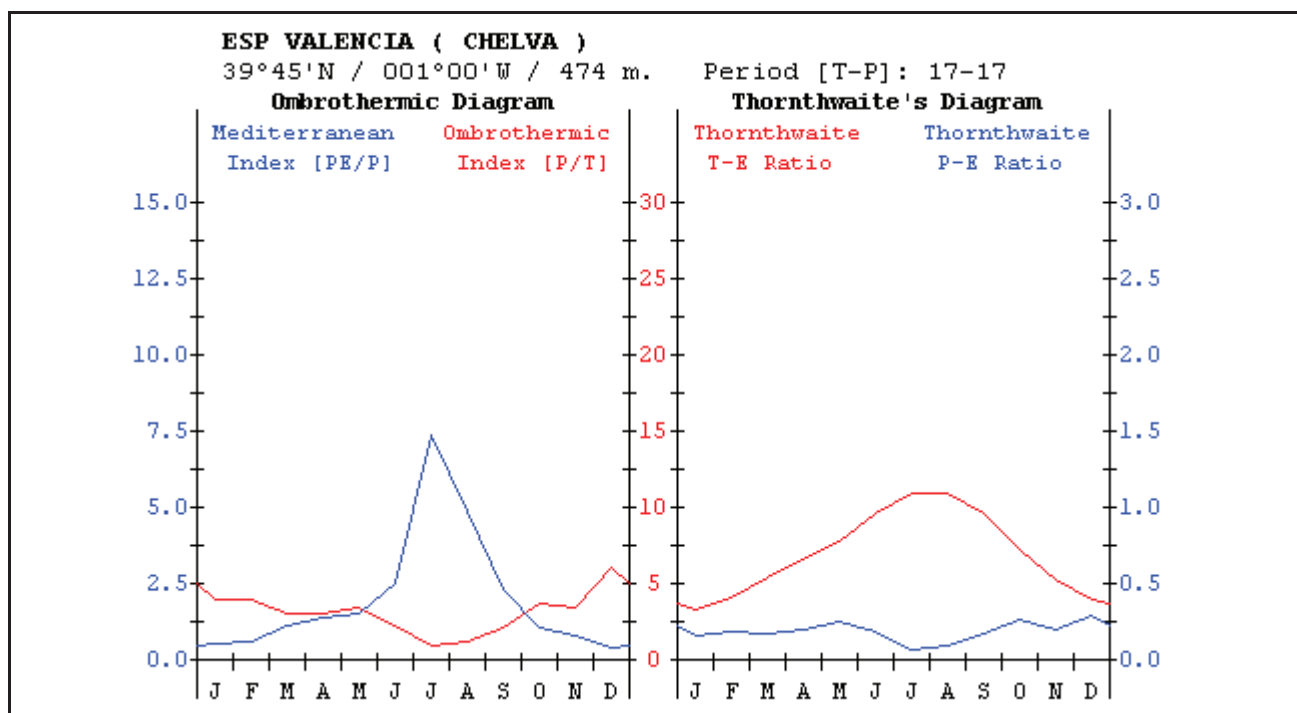


Figura 17: Diagrama ombrotérmico (Fuente: www.globalbioclimatics.org).

El ombrotipo de Chelva se caracteriza por ser un ombrotipo seco, aunque en estaciones vecinas es subhúmedo, así que se puede decir que el ombrotipo de la zona estudiada varía entre subhúmedo y seco.

1.2.3.2. MEDIO BIÓTICO

1.2.3.2.1. ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN Y FLORA

Nuestras tres parcelas correspondientes a la zona yesífera de Tuéjar pertenecen a un hábitat prioritario de la Comunidad Valenciana, según la Directiva Hábitat (*Directiva 92/43/CEE*).

ESTEPAS SOBRE YESOS (*Gypsophiletalia*)

Código Natura 2000: *1520

Código Corine-Biotopo: 15.19

- Comunidades herbáceas o arbustivas sobre yesos, dominadas, en cada caso, por una o unas cuantas especies pertenecientes a los géneros *Limonium*, *Gypsophila*, *Ononis*, *Frankenia*, *Lygeumo* *Teucrium*.
- Estos sustratos se desarrollan a menudo en margas triásicas de la facies Keuper. En algunos tipos de margas del Mioceno con elevada conductividad, también se desarrolla un tipo de vegetación semejante.
- Es un hábitat de aspecto desértico e improductivo, por lo que ha determinado una escasa estima entre la población. También es muy erosionado por la implantación de canteras y el sobrepastoreo excesivo. Las transformaciones agrarias a gran escala, han convertido en cultivos de regadío miles de hectáreas de diferentes tipos de estepas. Debido al carácter impermeable de algunas capas del suelo, muchas estepas han sido transformadas en vertederos.

1.2.3.2.1.1. ESPECIES DE ESTUDIO

ESPECIES TUÉJAR
<i>Anthyllis cytisoides</i> L.
<i>Cistus clusii</i> Dunal
<i>Gypsophila struthium</i> L.
<i>Helianthemum syriacum</i> (Jacq.) Dum. Cours.
<i>Ononis tridentata</i> L.
<i>Plantago albicans</i> L.
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.
<i>Thymus vulgaris</i> L.

Tabla 3: Especies de estudio de Tuéjar.

Las características de las especies de estudio se hallan en el anexo 7.1 FICHAS.

2. OBJETIVOS

El presente estudio es una pequeña parte de un proyecto mucho más amplio en cuanto a extensión temporal y a ensayos sobre indicadores bioquímicos.

Algunos de los marcadores químicos y bioquímicos considerados en este proyecto son: la acumulación de iones mono/di- valentes y de osmolitos, la síntesis de alguna proteína frente al estrés como forma de defensa, y la activación de sistemas antioxidantes, tanto químicos como enzimáticos.

El objetivo específico de este estudio es la determinación de la acumulación de cationes (sodio, potasio, calcio y magnesio) en plantas de diferentes especies, y el análisis de su variación espacial y estacional entre los niveles registrados en los distintos muestreos.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. MUESTREO

Para tener una imagen de la acumulación media de sodio, potasio, calcio y magnesio se han comparado los valores detectados en los muestreos, de verano en Bétera (21/07/09), otoño en el Saler (30/11/09), otoño en Bétera (18/12/09) y otoño en Tuéjar (11/12/09).

La elección de las parcelas se produce en la primera toma de muestras a partir de la existencia de datos con interés bioquímico, botánico y edafológico, por ello se ha hecho con el consenso de todos los equipos de investigación.

En la tabla siguiente se muestran las especies recogidas por lugares de estudio:

El material vegetal recogido en Bétera, concretamente en la parcela situada en Porta Coeli (Partida *Pla de Colom*), tiene las siguientes coordenadas UTM:

(0,0) 30S 0716545/4393320
 (10,0) 30S 0716536/4393314
 (10,10) 30S 0716544/4393307
 (0,10) 30S 0716552/4393313

El material vegetal también se ha recogido en la *Mallada Llarga* de la Albufera. A su vez, dentro de esta mallada se asignaron 3 cuadrículas de 10x10. Para asignarles una posición a cada cuadrícula referimos sus 4 vértices a coordenadas UTM.

Cuadrícula 1 o Sz1:

(0,0): 30S 731204 4359347
 (10,0): 30S 731214 4359347
 (10,10): 30S 731214 4359357
 (0,10): 30S 731204 4359357

Cuadrícula 2 o Sz2:

(0,0): 30S 731129 4359324
 (10,0): 30S 731139 4359324
 (10,10): 30S 731139 4359334
 (0,10): 30S 731129 4359334

Cuadrícula 3 o Sz3:

(0,0): 30S 731155 4359277

(10,0): 30S 731165 4359277

(10,10): 30S 731165 4359287

(0,10): 30S 731155 4359287

El material vegetal recogido en Tuéjar, tiene las siguientes coordenadas UTM.

Cuadrícula 1 o Sz1:

(0,0): 30S 0664911 4406367

(10,0): 30S 0664918 4406363

(10,10): 30S 0664910 4406354

(0,10): 30S 0664903 4406363

Cuadrícula 2 o Sz2:

(0,0): 30S 0664903 4406357

(10,0): 30S 0664910 4406351

(10,10): 30S 0664902 4406344

(0,10): 30S 0664895 4406353

Cuadrícula 3 o Sz3:

(0,0): 30S 0664865 4406355

(10,0): 30S 0664871 4406350

(10,10): 30S 0664865 4406342

(0,10): 30S 0664860 4406350

Para la identificación de las especies vegetales se ha seguido la clave de especies de *Mateo y Crespo, 2001*.

Se han elegido especies representativas de cada zona, considerando que no sean especies raras ni protegidas. Todas las especies seleccionadas son relativamente abundantes en la zona de estudio.

La cantidad de material recogido depende del tamaño de la planta, variando entre 4 y 40 g por individuo. En el caso de plantas de pequeño tamaño se han mezclado varios individuos en una muestra compuesta.

El procedimiento que se siguió para la recogida del material vegetal en cada una de las parcelas fue el siguiente:

1. *Localización y recogida de la especie. En general se muestrearon 5 individuos de cada especie de diferentes localizaciones dentro de las subzonas de estudio.*
2. *El material se introdujo en bolsas herméticas con su etiquetado correspondiente: fecha de recogida, clave de la especie y número de individuo, número de parcela y coordenada.*
3. *A la vez que se recogía el material vegetal se iban recogiendo muestras de suelo y datos de conductividad dentro de la parcela por parte de otro equipo de trabajo.*
4. *Una vez recogidas todas las muestras vegetales e introducidas en bolsas herméticas, fueron transportadas hasta el laboratorio.*
5. *Después de separar las hojas de los tallos, el material fresco se pesó en una balanza de precisión y se procedió a su secado en una estufa a 65°C (3-6 días hasta obtener un peso seco constante).*
6. *El peso del material seco se pesó con la balanza de precisión.*

El material utilizado para la recolección de las especies ha sido:

- Tijeras
- Metro
- Bolsas herméticas
- GPS
- Balanza analítica

3.2. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Finalizados estos puntos, procedemos a la preparación de la muestra. Para poder evaluar el contenido catiónico de una especie vegetal, el procedimiento a seguir es el de la digestión. Para poder completar esta digestión en medio ácido, el material debe estar en un estado en el que el equipo de digestión pueda trabajar.

El estado adecuado para ello es en forma de polvo o grano muy fino, por lo que el siguiente paso que realizamos fue el de triturar las muestras recogidas y conservarlas en envases cerrados con su etiquetado. Antes de ello, se tomaron los pesos tarados de la materia triturada.

Una vez que la muestra ha sido recogida y preparada para su análisis, el siguiente paso fue la digestión en medio ácido de las muestras.

3.3. DIGESTIÓN EN MEDIO ÁCIDO

El aparato de digestión es un microondas y 12 vasos de PVC herméticamente cerrados en un recipiente de teflón. En cada uno de estos vasos se introduce la cantidad de muestra que queremos digerir mezclada con disoluciones de HCl y HNO₃, encargadas de digerir la muestra a altas temperaturas. Uno de estos vasos, que incorpora una sonda para poder controlar la temperatura, se destina a ser el blanco.

Además del microondas tenemos el ordenador, con el que podemos modificar los parámetros de temperatura, presión y tiempo.

RECOMENDACIONES A TENER EN CUENTA PARA TRABAJAR CON MICROONDAS

- El teflón tiene un punto de fusión de 300 ° C. Se usan ondas de 12'2 cm de longitud de onda (2450 MHz), y con poder de introducción 2'3 cm. No se puede trabajar con una sola muestra, es decir, sólo el vaso de control. Como mínimo pondremos 2 muestras más un blanco.
- Volumen mínimo de ácido: 8 ml (para que el sensor llegue a tocar la disolución).
- Volumen recomendable de ácido: 10 ml.
- Volumen máximo de ácido: 50 ml
- No se deben dejar restos de muestra en las paredes del vaso porque éste sobrecalienta la superficie y puede estropearse (fundirse), sobre todo si la muestra lleva agua.
- Tampoco debe haber restos flotando sobre la superficie del ácido, porque se desplazan hacia un lado y se quema el vaso. Para evitarlo se puede usar un antiestático, que se pone junto a la balanza analítica. Las Interferencias como suciedad, agua, absorbe mucha energía.
- Todo el material debe estar seco antes de meter la muestra y ponerlo en el aparato.

PRECAUCIONES A TENER CON LOS VASOS

- Es conveniente dejar reposar en la campana 15 min. o hasta que deje de salir efervescencia.
- Tenemos 12 vasos, grabados de manera que las tapas y vasos no son confundibles entre sí.
- En uno de los vasos ponemos el control de temperatura: vaso control.

- En este vaso se pone la muestra con mayor cantidad de materia orgánica, en su defecto se pone el vaso que tiene la muestra de mayor peso. Nunca colocar el blanco en el vaso control, pues se generaría mucha más presión.
- La mezcla de ácidos debe ser la misma en todos los vasos. Por ello, siempre que sea posible, es mejor preparar la mezcla de ácidos y poner la cantidad deseada de la mezcla después. No se pueden probar diferentes proporciones de las mezclas.
- Limpieza: Baño a 80 ° C en nítrico al 30% durante 4 h. y después enjuagar con agua miliq y guardar en un sitio limpio.

PARTES DEL VASO

- Vaso interior, donde se sitúa la muestra (numerado)
- Tapa (numerado)
- Carcasa
- Anillo indicador: indica si el vaso se ha abierto porque se ha producido una sobrepresión.
- Válvula: único material fungible, porque con el tiempo se achata. Debemos comprobar, una vez cada semana o cada 15 días, que no pasan por la hucha. Si lo hacen se han de desechar: test HTC.

VASO CONTROL

- La tapa es distintita de la de los otros.
- No lleva anillo indicador porque se controla la temperatura con el sistema.
- Existe siempre un control de temperatura visible. Si vemos que la temperatura baja es porque se ha abierto la válvula. Si baja por debajo de los 10 ° C es que se ha roto el vaso.
- La válvula de seguridad también es distinta: más pequeña porque es de alta presión.
- Sacar la tapa siempre vertical para que no se rompa el tubo por el que se introduce la sonda.
- Cuando se rompe la funda de la sonda se ha de cambiar, porque puede entrar ácido en el sistema y es perjudicial.
- Hay veces que se rompe y no se ve porque lo hace dentro de la tapa o justo en la zona próxima a la tapa. Si está rota y no se ve, se pondrá amarilla por fuera.
- Que no entre agua por la parte de arriba de la tapa del control, por donde se coloca el sensor, porque no se seca bien. Si entra agua, secar en la estufa.
- El porta-sensor se saca con una llave especial que lleva 3 salientes.

PORTAVASOS

- Limpiar una vez al año las dos partes del portavasos: tornillo y pieza de la parte de abajo.
- Los vasos se cierran en el portavasos sellándolos con una llave dinamométrica. Un vaso normal se cierra dando de 5 a 6 vueltas, hasta que se oye el ruido. El vaso control se cierra dando de 8-10 vueltas, hasta que se oye un ruido. El tornillo queda un poco hundido.
- Debemos abrir los vasos en la campana, por lo que es mejor poner la estructura para cerrar el vaso en la campana.
- Se saca el vaso y se lavan las carcasas con agua para eliminar restos de ácido. Lo mejor que podemos hacer es ponerlos directamente en una bandeja.
- Se deposita el contenido de los vasos en un aforado con ayuda de un embudo.
- Para abrirlo debe estar el sistema a menor de 55 ° C, si no es muy orgánico el material.
- No sacar en ningún caso los vasos del horno si la temperatura es mayor a 150 ° C.

INTRODUCCIÓN DE LA SONDA

La sonda se introduce y se presiona la pieza marrón. Esta pieza hay que subirla para sacarla. Se coloca con el cable hacia delante. Se pone la tapa y se comprueba que no se ha salido la sonda. La tapa se coloca con el vaso control al fondo del microondas.

DIGESTIONES

Liofilizados: (sin mucha grasa): ácido nítrico diluido (1:1) con agua oxigenada (8 ml ácido nítrico + 2 ml de agua oxigenada).

PROGRAMA DE ORDENADOR

Métodos: *TWIST OK* y *START*:

- Se ha guardado un programa que lleva incorporada la parte de espera de 1 h de enfriamiento para que el programa se considere finalizado.
- Se programa el tiempo, la potencia y la temperatura.
- Para trabajar en niveles de concentración de ppb es importante someter a los vasos a un programa de limpieza. Se pone en los vasos 10 ml de ácido nítrico 1:1 y se someten a 150 ° C durante 10 minutos.

En el sistema se ha creado un programa de limpieza: en primer lugar, 10 min. a 700 w 150 ° C, en segundo lugar, 15 min. 700 w 150 ° C, y en tercer lugar, 60 min. Ventilación (enfriamiento).

- Temperatura para las digestiones: normalmente 180 ° C.

PROCEDIMIENTO

1. *Pesado de 0'5 gr. de muestra de cada uno de los botes o vasos e introducirlos en los vasos de PVC del digestor.*
2. *Pipetear 8 ml de HCl y 2 ml de H₂O₂ en los vasos de PVC.*
3. *Cerrado de los vasos de PVC con la llave dinamométrica.*
4. *Puesta en marcha del digestor y espera de 1 h. y 30 min. Aproximadamente.*
5. *Una vez finalizada la digestión abrimos los vasos de PVC en la campana para evitar inhalaciones.*
6. *Filtrado de la muestra digerida en los 12 vasos de PVC para evitar grumos o materia no digerida correctamente. Para ello utilizamos matraces aforados de 25ml con embudos junto con papel de filtrado.*
7. *Enrasado a los 25 ml de los matraces con agua miliq.*
8. *Conservación de la muestra digerida y filtrada en los botes con su correspondiente código.*
9. *Finalmente guardamos estos vasos en el frigorífico para posteriormente llevar a cabo las medidas de calcio, magnesio, sodio, potasio.*

3.4. MEDICIONES

La forma de medir los iones es distinta según el ión al que nos refiramos.

Recordamos que la medición se realiza a cada uno de las muestras digeridas, representadas y guardadas en los botes conservados en el frigorífico. Vamos a dividir los procesos en función de la técnica de medición usada:

Ca y Mg: absorción atómica

Na y K: fotometría de llama

3.4.1. ABSORCIÓN ATÓMICA

La espectroscopía de absorción atómica (a menudo llamada EAA), (Fig. 18), es un método instrumental de la química analítica que determina una gran variedad de elementos al estado fundamental como analitos.

Los métodos espectroscópicos se basan en la medida de la radiación electromagnética emitida o absorbida por la materia. Los métodos de absorción están basados en la disminución de la potencia de la radiación electromagnética como consecuencia de la absorción que se produce en su interacción con el analito.

La EAA se refiere a la absorción de elementos. Si se aplica energía a un átomo, ésta puede ser absorbida y un electrón externo puede ser promovido a una configuración conocida como estado excitado. Dado que ese estado es inestable, el átomo retornará inmediatamente al estado fundamental, emitiendo energía.

La característica de interés en las medidas de absorción atómica, es la cantidad de luz absorbida por un analito, a la longitud de onda resonante, cuando pasa a través de una nube atómica. Conforme el número de átomos se incrementa en el paso de la luz, la cantidad de luz absorbida o aumentará.

La ley de Beer, muestra la relación entre absorbancia y concentración del analito, mediante la ecuación.

$$A = a \cdot b \cdot c$$

A = absorbancia

a = coeficiente de absorción (constante)

b = longitud del camino óptico

c = concentración

INSTRUMENTACIÓN DE ABSORCIÓN ATÓMICA

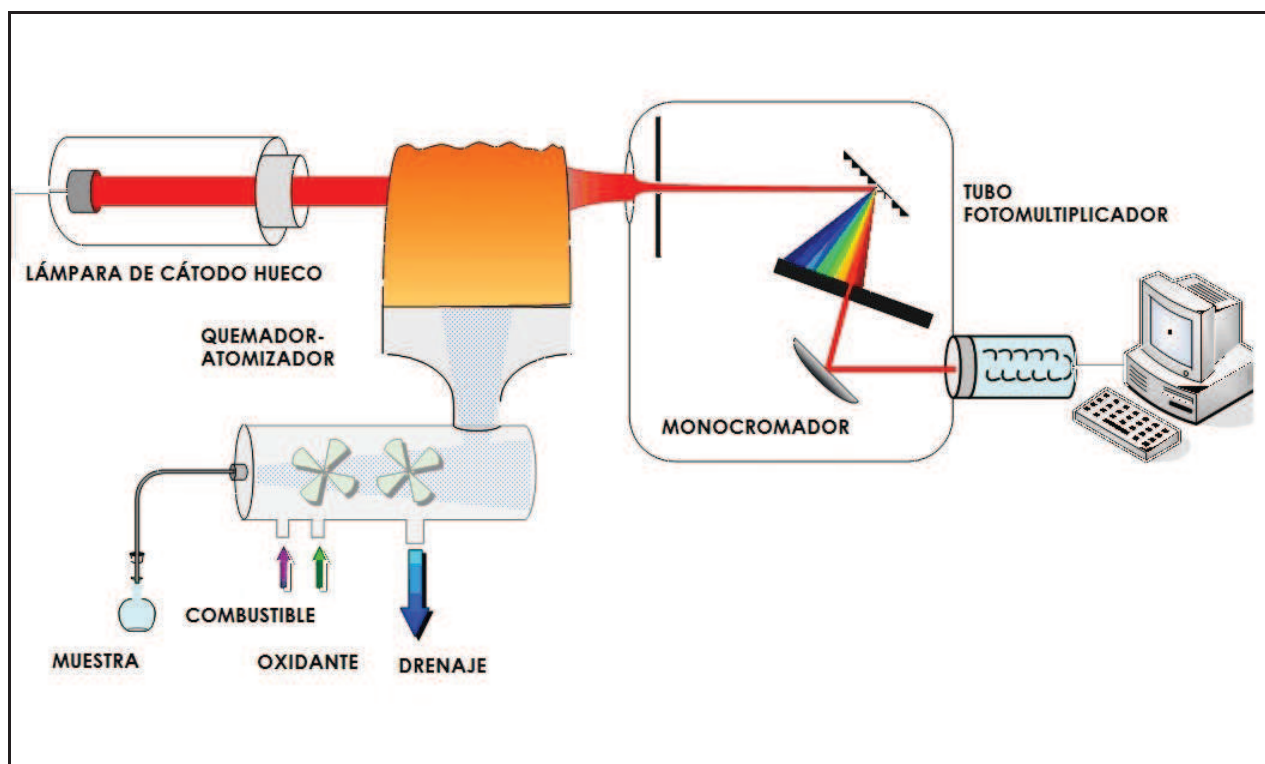


Figura 18: Instrumentación de absorción atómica.

- Fuente de luz: una de las fuentes más ampliamente empleada en EAA es la lámpara de cátodo hueco. Estas lámparas son diseñadas para emitir el espectro atómico de un elemento. Se utilizan lámparas específicas para el elemento que se va a determinar.
- Celda de absorción: produce los átomos de la muestra. Se hace necesario generar un vapor atómico en el paso del rayo de luz de la fuente. Este se obtiene generalmente al introducir la muestra en un generador de átomos o alternativamente, en un horno calentado mediante electricidad, que se encuentra alineado en el paso óptico del espectrofotómetro.
- Monocromador: para la dispersión de la luz. La selección de una fuente específica y de una longitud de onda particular de la fuente, permite determinar la concentración del elemento seleccionado en presencia de otros. La longitud de onda aislada por el monocromador incide directamente sobre el detector.
- Detector: el detector mide la intensidad de la luz y amplifica la señal. El detector es un fotomultiplicador que produce una corriente eléctrica dependiente de la intensidad de la luz incidente. La corriente eléctrica del fotomultiplicador es procesada por la electrónica del elemento; se produce una señal que es una medida de la atenuación de la luz en la celda de muestreo.
- Pantalla: muestra la lectura después de ser procesada por el instrumento electrónico.

CALCIO

MATERIAL Y APARATOS

- Fotómetro de absorción atómica (*Varian SpectrAA 220*).
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- Un vaso de 2'5 l, de vidrio calentable.
- Un vaso de 100 ml.

PROCEDIMIENTO

Preparación de la solución patrón de calcio:

1. *Se pesan, con exactitud, 2'50 g de CaCO_3 , grado reactivo para análisis, en un vaso de 100 ml, y se añaden 5 ml de agua destilada y 2 ml de HCl concentrado, reactivo para análisis. Se disuelve la sal, se diluye hasta 50 ml con agua destilada, se pasan a un matraz aforado de 1 l y se diluye al volumen, con agua destilada. Esta solución contiene 1g de calcio por litro (1000 mg/l de calcio).*
2. *Se toman 1, 2, 4, 5 y 10 ml de la solución anterior, se vierten en matraces aforados de 100 ml y se diluyen con agua destilada. Estas soluciones contendrán 10, 20, 40, 50 y 100 mg/l de calcio.*
3. *Se toman 6ml de la solución de 100 mg/l de calcio, se vierte en un matraz aforado de 100 ml y se diluye, al volumen, con agua destilada. Esta solución contendrá 6 mg/l de calcio.*

Antes de comenzar a medir las 16 muestras, hay que calibrar el fotómetro, para ello se pone en marcha el fotómetro o espectrofotómetro de llama, siguiendo minuciosamente sus instrucciones y acoplando el filtro y lámpara correspondiente al calcio, que debe tener una transmisión máxima a 422'7 nm o ajustando el monocromador para realizar medidas a 422'7 nm, y se sigue el mismo proceso que en el caso del potasio, ajustando el aparato para que la solución de 100 mg/l de calcio dé una lectura de 90.

MAGNESIO

El contenido en magnesio de los suelos es otro de los valores a determinar cuando se quiere conocer el grado de fertilidad de un terreno.

El magnesio es un elemento esencial para las plantas, formando parte de la molécula de clorofila. La deficiencia de magnesio provoca, en las plantas, una disminución de xantofilas y carotenos, además de la clorosis debida a la falta de clorofila. El magnesio interviene, además, en el transporte de sustancias, característico del metabolismo vegetal y en la actividad de varios enzimas catalizadores del metabolismo de los hidratos de carbono. Todo ello indica la importancia que tiene para las plantas un suministro adecuado de este elemento.

Como en otros casos, del magnesio total contenido en los suelos, la única fracción que tiene un verdadero interés es el magnesio asimilable, pues el resto difícilmente interviene en la nutrición de las plantas.

MATERIAL Y APARATOS

- Fotómetro de absorción atómica (*Varian SpectrAA 220*).
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- Un vaso de 2'5 l, de vidrio calentable.
- Un vaso de 100 ml.

PROCEDIMIENTO

Preparación de las soluciones patrón de Mg:

1. *Se pesan exactamente 2'545 g de Mg, de calidad reactivo para análisis, en un vaso de 100 ml se disuelven con 50 ml de agua destilada, se pasan a un aforado de 1 l y se diluyen al volumen, con agua destilada. Esta solución contiene 1g de Mg por litro (1000 mg/l de Mg).*
2. *Se toman, con las correspondientes pipetas, 1, y 2 ml de la solución de NaCl antes obtenida, se ponen cada una de estas cantidades en un matraz aforado de 100 ml y se diluyen a este volumen. Estas soluciones contendrán 10, y 20 mg/l de magnesio.*

3. Se toman, con las correspondientes pipetas, 1, 4, y 6 ml de la solución que contiene 20 mg/l de magnesio, se pone cada uno de estos volúmenes en un matraz aforado de 100 ml. Esta solución contendrá 1, 4, y 6 mg/l de Mg.

Antes de comenzar a medir las 16 muestras, hay que calibrar el fotómetro, para ello se pone en marcha el fotómetro o espectrofotómetro de llama, siguiendo minuciosamente sus instrucciones y acoplando el filtro y lámpara correspondiente al Mg, que debe tener una transmisión máxima a 285'2 nm o ajustando el monocromador para realizar medidas a 285'2 nm, ajustando el aparato para que la solución de 20 mg/l de calcio dé una lectura de 90.

3.4.2. FOTOMETRÍA DE LLAMA

La espectrofotometría de llama es una técnica de emisión que utiliza una llama como fuente de excitación y un fotodetector electrónico como dispositivo de medida. Se trata principalmente de un método de análisis cuantitativo y es uno de los métodos más sencillos y precisos para el análisis de metales alcalinos, la mayor parte de los metales alcalinotérreos y algún otro elemento metálico.

También es posible realizar un análisis cualitativo examinando todas las longitudes de onda del espectro de emisión (espectrofotometría de llama o fotometría de llama). Su aplicación es limitada si se compara con la espectroscopía de emisión ordinaria, ya que la energía de la llama permite excitar únicamente de 30 a 50 elementos, siendo este número función del tipo de llama utilizada. La muestra debe estar disuelta.

Dada la estrecha relación existente entre absorción atómica y fotometría de llama es inmediata una comparación entre ellas. En fotometría de llama la sensibilidad es proporcional al número de átomos que se han excitado, mientras que, en absorción atómica la sensibilidad depende del número de átomos que se encuentran en el estado fundamental. Normalmente, tan sólo un pequeño porcentaje de átomos se encuentran en estado excitado en la llama.

Por lo tanto, la absorción atómica da lugar, en general, a una mayor sensibilidad que la fotometría de llama para un gran número de elementos. Además, la absorción atómica es una técnica que presenta menos interferencias y es más simple que la fotometría de llama, lo que explica el espectacular desarrollo de la técnica en los últimos años.

Hay que señalar que a pesar de ello, la absorción atómica no ha eliminado el uso de la fotometría, sino que ambos métodos deben considerarse complementarios, siendo la sensibilidad de cada uno de ellos superior a la del otro para determinados elementos.

Las ventajas fundamentales de la utilización de la llama como fuente de excitación son que los espectros son muy sencillos y que los resultados cuantitativos tienden a ser más reproducibles. Los espectros son sencillos debido a la baja energía de excitación de la llama que da lugar a pocas líneas de emisión. Este hecho hace disminuir el problema de las interferencias espectrales a partir de líneas y bandas de otros elementos y además no implica la necesidad de un monocromador de elevada resolución. La mayor reproducibilidad de estos métodos se debe al mejor control de las variables en una excitación por llama.

Las dos desventajas más importantes de los métodos de emisión en llama son que la energía de excitación es demasiado baja para la mayoría de los elementos y que la muestra debe estar disuelta. En absorción atómica la baja energía no es una desventaja tan importante ya que la misión de la llama, en ese caso, es únicamente atomizar la muestra y formar un vapor de átomos sin excitar; por esta razón es aplicable a un mayor número de elementos que la fotometría de llama.

POTASIO

El contenido en potasio total de los suelos está poco relacionado con el suministro de este elemento a las plantas, que depende más directamente del contenido en potasio asimilable. Por ello, este último constituye la única fracción con verdadero interés agronómico y es el que se analiza más frecuentemente.

El potasio y el sodio, en pequeñas cantidades, son difíciles de determinar por métodos analíticos químicos. Sin embargo, la fotometría de llama permite medir con exactitud contenidos inferiores a una parte por millón (1 mg/l) de potasio o sodio en suelos.

MATERIAL Y APARATOS

- Espectrofotómetro de llama (*Flame photometer PFP 7 JENWAY*)
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml
- Un vaso de 2'5 l, de vidrio calentable;
- Un vaso de 100 ml.

PROCEDIMIENTO

Preparación de las soluciones patrón de potasio:

- 1. Se pesan exactamente 1'910 g de KCl, calidad reactivo para análisis, en un vaso de 100 ml, se disuelven en 50 ml de agua destilada, se pasa la solución a un matraz aforado de 1 l y se diluye a este volumen con agua destilada.*
- 2. Esta solución contiene 1g de potasio por litro (1000 mg/l de potasio).*
- 3. Se toman, con las correspondientes pipetas, 1, 2, 5 y 10 ml de la solución de KCl antes obtenida, se pone cada una de estas cantidades en un matraz aforado de 100 ml y se diluye con agua destilada. Estas soluciones contienen 10, 20, 50 y 100 mg/l de potasio.*
- 4. Se toman, con las correspondientes pipetas los volúmenes necesarios de la solución que contiene 100 mg/l de potasio, se pone cada uno de estos volúmenes en un matraz aforado de 100 ml y se diluye hasta el enrase con agua destilada. Estos volúmenes contienen, respectivamente 10, 15, 20, 25, 30 mg/l de potasio.*

Antes de comenzar a medir las muestras, hay que calibrar el fotómetro, para ello se pone en marcha el fotómetro, o espectrofotómetro de llama, siguiendo minuciosamente las instrucciones del aparato y acoplado al fotómetro el filtro correspondiente al potasio, que debe tener una transmisión máxima a 768 nm, o ajustando el monocromador del espectrofotómetro para realizar lecturas a 768 nm.

- 1. Se introduce el capilar del fotómetro de llama en la cubeta que contiene agua destilada.*
- 2. Se saca el capilar del fotómetro de llama del agua destilada y se introduce en la solución que contiene 16 mg/l de potasio.*
- 3. Se ajusta el aparato para que la lectura de la escala corresponda a 90.*
- 4. Se saca el capilar de la solución de 16 mg/l y se introduce en la de agua destilada.*
- 5. Se anota la lectura de la escala correspondiente al agua destilada.*
- 6. Se vuelve a pasar, por el aparato, la solución de 16 mg/l de potasio y se observa si vuelve a marcar 90. En caso contrario se vuelve a ajustar.*
- 7. Se pasa agua destilada y se observa si el aparato señala la misma lectura que al pasar agua destilada anteriormente. Una vez calibrado se pasan las soluciones de 10, 15, 20, 25 y 30 mg/l de potasio, en este orden, y se anotan los valores correspondientes de la escala.*

SODIO

La falta de sodio no se considera un problema, en los suelos sí puede serlo su exceso. Los suelos alcalinos y sódicos poseen características físicas inadecuadas, por su facilidad de formar suspensiones coloidales; estos suelos aparecen frecuentemente en regiones áridas y semiáridas, sometidas a procesos edafológicos típicos.

En todos estos casos es muy interesante conocer el contenido en sodio del suelo para realizar los tratamientos correctores adecuados. Normalmente se consideran aceptables, para muchos cultivos, los contenidos en sodio asimilable comprendidos entre 1 y 50 mg/l.

MATERIAL Y APARATOS

- Espectrofotómetro de llama (*Flame photometer PFP 7 JENWAY*)
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml
- Un vaso de 2'5 l, de vidrio calentable;
- Un vaso de 100 ml.

PROCEDIMIENTO

Preparación de las soluciones patrón de sodio:

1. *Se pesan exactamente 2'545 g de NaCl, de calidad reactivo para análisis, en un vaso de 100ml se disuelven con 50 ml de agua destilada, se pasan a un aforado de 1 l y se diluyen al volumen, con agua destilada. Esta solución contiene 1 g de sodio por litro (1000mg/l de sodio).*
2. *Se toman, con las correspondientes pipetas, 2, 5 y 10ml de la solución de NaCl antes obtenida, se ponen cada una de estas cantidades en un matraz aforado de 10 ml y se diluyen a este volumen con agua destilada. Estas soluciones contendrán 10, 15, 20, 25 y 30 mg/l.*
3. *Se toman, con las correspondientes pipetas, 2, 4, 8, 12, y 16 ml de la solución que contiene 100 mg/l de sodio, se pone cada uno de estos volúmenes en un matraz aforado de 100 ml y se lleva a este volumen con agua destilada. Esta solución contendrá 2, 4, 8, 12, y 16 mg/l de sodio.*

Antes de comenzar a medir las muestras, hay que calibrar el fotómetro, para ello se pone en marcha el fotómetro, o espectrofotómetro de llama. Se sigue el mismo proceso que en el caso del potasio con las soluciones que contienen 0, 2, 4, 8, 12, 16, y 20 mg/l de sodio, ajustando el fotómetro o espectrofotómetro de llama a 90 con la solución que contiene 20 mg/l de sodio y acoplando el filtro correspondiente al sodio que debe tener una transmisión máxima a 589 nm, o ajustando el monocromador para realizar medidas a 589 nm.

4. RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE CATIONES

Una vez obtenida la recta de calibrado, pasamos a medir las muestras, anotando sus valores. Se introdujeron los resultados en una hoja *EXCEL* y se obtuvieron directamente las rectas de calibrado con sus correspondientes ecuaciones.

Los datos necesarios para realizar el análisis estadístico se obtienen midiendo las absorbancias de los cationes para cada muestra, y con los valores de absorbancia correspondientes se calcula, mediante una recta de calibrado que determina una ecuación, las concentraciones de los cationes en mg (catión)/g de planta seca.

En el anexo 7.2 *TABLAS* se muestran los datos obtenidos en *EXCEL* y las correspondientes rectas de calibrado.

4.2. RESULTADOS ESTADÍSTICOS

4.2.1. MUESTREO EN FUNCIÓN DE LA ESTACIÓN DEL AÑO

Para comparar la acumulación de cationes en función de la estación del año se han analizado muestras de especies procedentes de Bétera en verano y en otoño.

Con ello se pretende ver si existen diferencias significativas en la acumulación media de cationes en plantas recogidas en diferentes estaciones del año en un mismo lugar de estudio.

4.2.2. MUESTREO EN FUNCIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO

Para comparar la acumulación de cationes en función del lugar de estudio (Bétera, Tuéjar y El Saler), se han analizado especies del muestreo de otoño para cada uno de estos lugares.

Con ello se pretende ver si existen diferencias significativas en la acumulación media de cationes en especies procedentes de diferentes lugares de estudio para una misma época del año, en nuestro caso otoño.

4.2.3. MUESTREO EN FUNCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Para comparar la acumulación de cationes en función de la zona de estudio (zona 1, zona 2 y zona 3), se han analizado, por una parte, datos de especies recogidas en el muestreo de otoño (30-11-09) en el Saler, y por otra parte, datos de especies recogidas en el muestreo de otoño (11-12-09) en Tuéjar.

Con ello se pretende ver si existen diferencias significativas en la acumulación media de cationes en especies recogidas en las tres zonas de estudio para cada lugar.

4.2.4. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.2.4.1. ACUMULACIÓN DE CATIONES EN FUNCIÓN DE LA ESTACIÓN DEL AÑO

MUESTREOS EN BÉTERA DE VERANO (21/07/09) Y OTOÑO (18/12/09)

COMPARACIÓN DE MEDIAS

ESTACIÓN		mg Na ⁺ /g planta seca	mg K ⁺ /g planta seca	mg Ca ²⁺ /g planta seca	mg Mg ²⁺ /g planta seca
O	Media	,05703248419	,002865181113	1,1889197213	,4281406950
	N	16	16	16	16
	Desv. típ.	,012148677038	,0006241170446	,63145363621	,19837043087
V	Media	,07490306173	1,304381263333	1,1732393520	,4516107087
	N	15	15	15	15
	Desv. típ.	,013966093038	,3658892410853	,55452378802	,20939510804
Total	Media	,06567953784	,632631027348	1,1813324458	,4394971532
	N	31	31	31	31
	Desv. típ.	,015723682094	,7068394675778	,58560116693	,20069673267

Tabla 4: Comparación de medias para los muestreos en Bétera de verano y otoño.

De la Tabla 4 puede generalizarse que la acumulación de Na⁺ en Bétera es escasa con respecto al resto de cationes (K⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺).

Además la cantidad de K⁺ varía de una estación a otra, siendo elevada en verano y escasa en otoño.

PRUEBA DE MUESTRAS INDEPENDIENTES

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bil.)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
								Inferior	Superior	
mg Na+/g planta seca Se han asumido o varianzas iguales No se han asumido o varianzas iguales	,119	,732	3,808	29	,001	,01787057754	,0046928959	,00827252763	,02746862745	
			3,790	27,835	,001	,01787057754	,0047146418	,00821048549	,02753066960	
mg K+/g planta seca Se han asumido o varianzas iguales No se han asumido o varianzas iguales	37,620	,000	14,245	29	,000	1,3015160822	,09136725160	1,11464907091	1,48838309352	
			13,777	14,000	,000	1,3015160822	,09447232466	1,09889320160	1,50413896283	
mg Ca2+/g planta seca Se han asumido o varianzas iguales No se han asumido o varianzas iguales	1,064	,311	-,073	29	,942	-,0156803692	,2140418056	-,4534450147	,4220842762	
			-,074	28,886	,942	-,0156803692	,2131211658	-,4516369939	,4202762554	
mg Mg2+/g planta seca Se han asumido o varianzas iguales No se han asumido o varianzas iguales	,150	,701	,320	29	,751	,0234700136	,0732334423	-,1263091933	,1732492207	
			,320	28,584	,751	,0234700136	,0733656197	-,1266745311	,1736145585	

Tabla 5: Prueba de muestras independientes para los muestreos en Bétera de verano y otoño.

En la Tabla 5, puesto que en el contraste de medias:

- para el sodio $P= 0'001$, las medias son diferentes entre las estaciones de verano y otoño.
- para el potasio $P= 0'000$, las medias son diferentes entre las estaciones de verano y otoño.
- para el calcio $P= 0' 942$, las medias son iguales entre las estaciones de verano y otoño.
- para el magnesio $P= 0'751$, las medias son iguales entre las estaciones de verano y otoño.

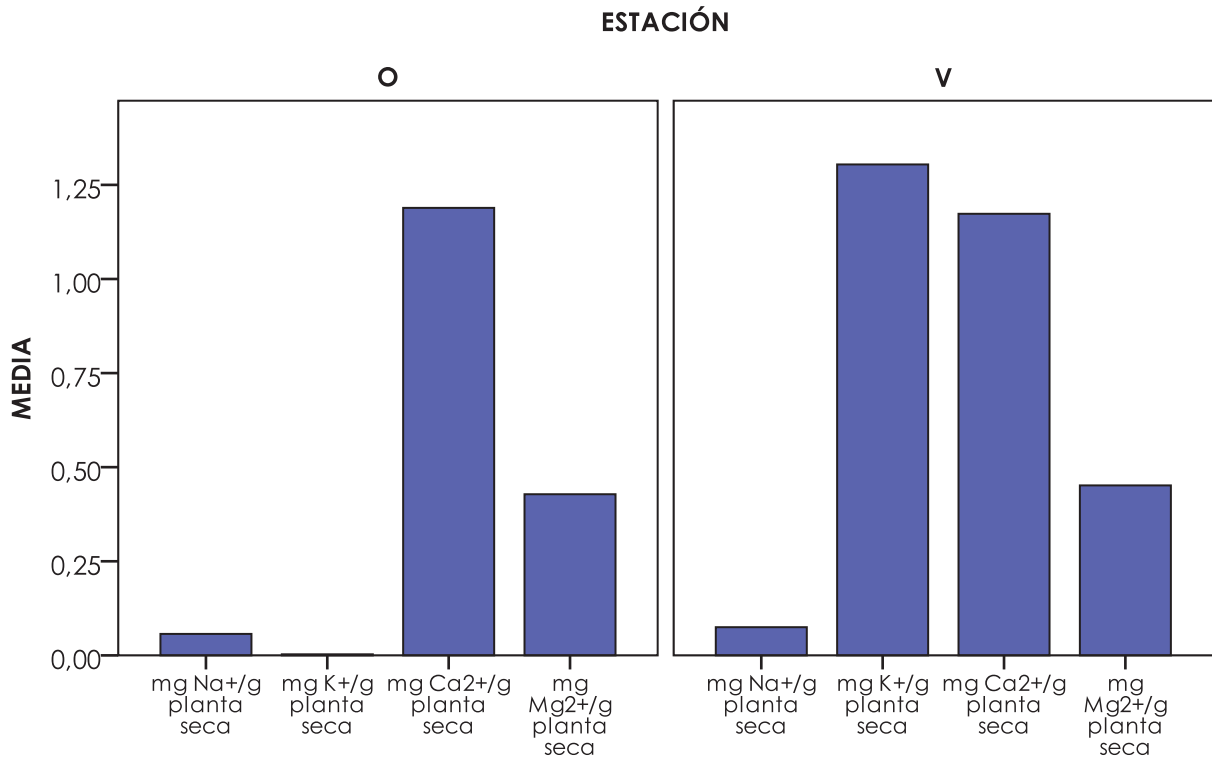


Figura 19: Concentraciones de los diversos cationes para los muestreos en Bétera de verano y otoño.

Como puede observarse en la Figura 19, el nivel de K^+ varía considerablemente de una estación a otra para un mismo lugar de muestreo, en este caso Bétera. En verano la acumulación media de K^+ está en torno a 1'25 g mientras que en otoño la acumulación de este catión es inexistente. La acumulación de Na^+ varía muy ligeramente de una estación a otra. Por su parte, la acumulación de los otros dos cationes (Ca^{2+} y Mg^{2+}) permanece constante a lo largo de las dos estaciones.

4.2.4.2. ACUMULACIÓN DE CATIONES EN FUNCIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO

MUESTREO DE OTOÑO EN EL SALER, BÉTERA Y TUÉJAR

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
mg Na+/ g planta seca	Inter-grupos	177,142	2	88,571	30,540	,000
	Intra-grupos	397,328	137	2,900		
	Total	574,470	139			
mg K+/ g planta seca	Inter-grupos	106,359	2	53,180	668,266	,000
	Intra-grupos	11,300	142	,080		
	Total	117,660	144			
mg Ca ²⁺ / g planta seca	Inter-grupos	21,906	2	10,953	17,981	,000
	Intra-grupos	86,498	142	,609		
	Total	108,403	144			
mg Mg ²⁺ / g planta seca	Inter-grupos	4,048	2	2,024	13,886	,000
	Intra-grupos	20,700	142	,146		
	Total	24,749	144			

Tabla 6: ANOVA para el muestreo de otoño en El Saler, Bétera y Tuéjar.

En la tabla 6, como $P=0,000$, se puede concluir que hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de cada catión para El Saler, Bétera y Tuéjar.

COMPARACIONES MÚLTIPLES							
DMS							
Variable dependiente	(I) LUGAR	(J) LUGAR	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
mg Na+/g planta seca	1	2	2,24413455507	,47319422799	,000	1,3084255191	3,17984359099
		3	2,25247582197	,30730994568	,000	1,6447915435	2,86016010042
	2	1	-2,24413455507	,47319422799	,000	-3,1798435909	-1,3084255191
		3	,00834126690	,48275467314	,986	-,94627289166	,96295542546
	3	1	-2,25247582197	,30730994568	,000	-2,8601601004	-1,6447915435
		2	-,00834126690	,48275467314	,986	-,96295542546	,94627289166
mg K+/g planta seca	1	2	1,72571746006	,078383276099	,000	1,57076853815	1,88066638197
		3	1,713706457160	,049747779096	,000	1,61536450053	1,812048413787
	2	1	-1,72571746006	,078383276099	,000	-1,88066638197	-1,57076853815
		3	-,012011002903	,079235293261	,880	-,16864420170	,14462219589
	3	1	-1,71370645716	,049747779096	,000	-1,81204841378	-1,61536450053
		2	,012011002903	,079235293261	,880	-,14462219589	,168644201707
mg Ca ²⁺ /g planta seca	1	2	,2897435689	,21686167491	,184	-,1389509742	,7184381120
		3	-,7123554623	,13763633309	,000	-,9844364787	-,4402744459
	2	1	-,2897435689	,21686167491	,184	-,7184381120	,1389509742
		3	-1,0020990312	,21921893628	,000	-1,4354534345	-,5687446280
	3	1	,7123554623	,13763633309	,000	,4402744459	,9844364787
		2	1,0020990312	,21921893628	,000	,5687446280	1,4354534345
mg Mg ²⁺ /g planta seca	1	2	,4290046085	,10608849844	,000	,2192876985	,6387215185
		3	-,1353260443	,06733154632	,046	-,2684277853	-,0022243034
	2	1	-,4290046085	,10608849844	,000	-,6387215185	-,2192876985
		3	-,5643306528	,10724166817	,000	-,7763271615	-,3523341443
	3	1	,1353260443	,06733154632	,046	,0022243034	,2684277853
		2	,5643306528	,10724166817	,000	,3523341443	,7763271615

Tabla 7: Comparaciones múltiples para el muestreo de otoño en El Saler, Bétera y Tuéjar.

La tabla 7, aplicando el método de comparaciones múltiples (siendo 1= El Saler, 2= Bétera y 3= Tuéjar), muestra los siguientes resultados:

- para el sodio: existen diferencias estadísticamente significativas en su acumulación entre El Saler y Bétera, y entre El Saler y Tuéjar, pero no entre Bétera y Tuéjar.
- para el potasio: existen diferencias estadísticamente significativas en su acumulación entre El Saler y Bétera, y entre El Saler y Tuéjar, pero no entre Bétera y Tuéjar.
- para el calcio: existen diferencias estadísticamente significativas en su acumulación entre El Saler y Tuéjar, y entre Bétera y Tuéjar, pero no entre El Saler y Bétera.
- para el magnesio: existen diferencias estadísticamente significativas en su acumulación entre los tres lugares de estudio.

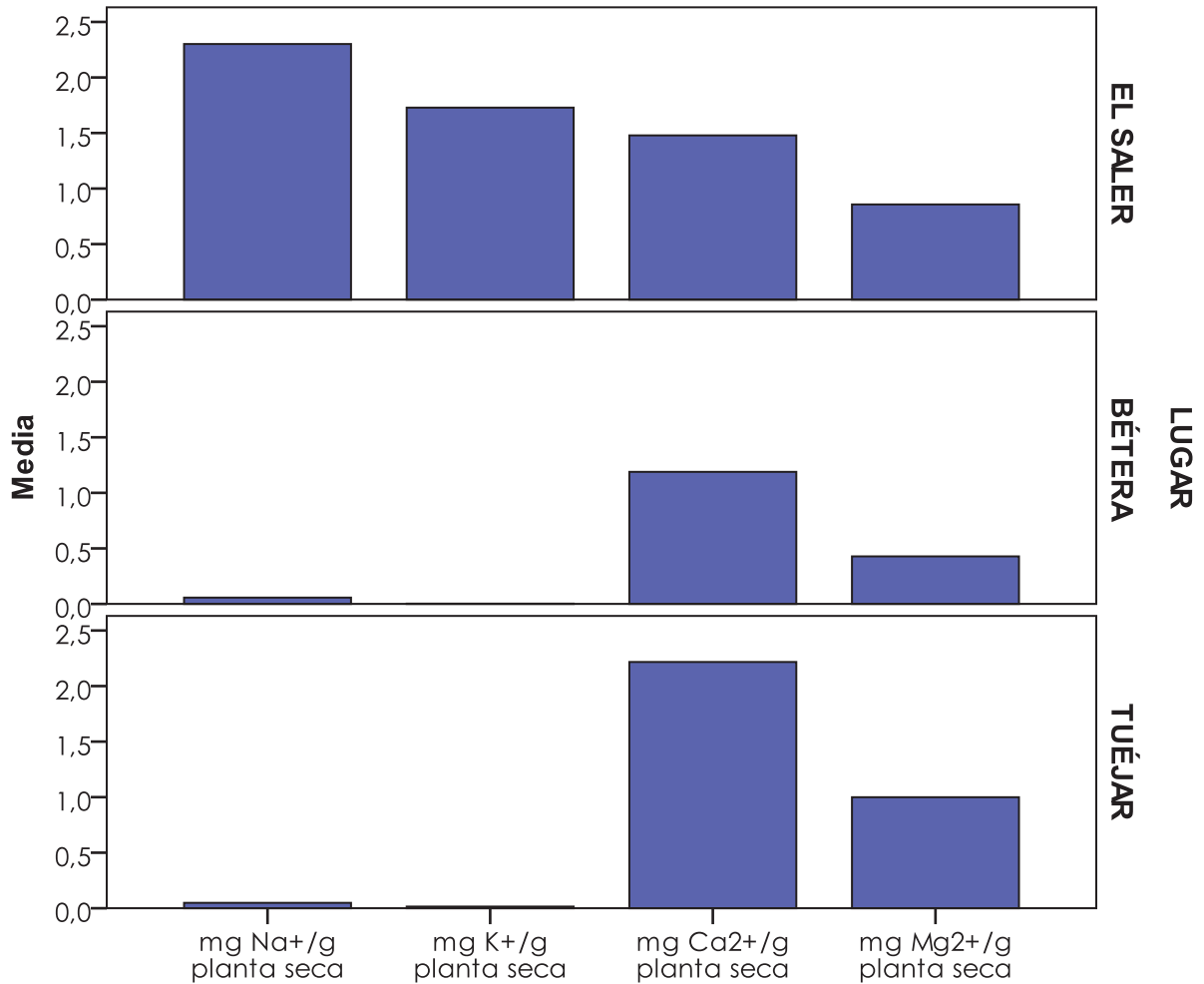


Figura 20: Concentraciones de los diversos cationes para para el muestreo de otoño en El Saler, Bétera y Tuéjar.

Como puede observarse en la Figura 20, la acumulación de Na⁺ y K⁺ difiere considerablemente entre los diferentes lugares de estudio, siendo elevada en El Saler y prácticamente inexistente en Bétera y Tuéjar.

El catión que más se acumula en El Saler es el Na⁺, mientras que el Ca²⁺ (seguido del Mg²⁺) es el que más se acumula en Tuéjar.

4.2.4.3. ACUMULACIÓN DE CATIONES EN FUNCIÓN DE LA ZONA

MUESTREO DE OTOÑO (30-11-09) EN EL SALER

COMPARACIÓN DE MEDIAS					
Z		mg Na ⁺ /g planta seca	mg K ⁺ /g planta seca	mg Ca ²⁺ /g planta seca	mg Mg ²⁺ /g planta seca
Z1	Media	,8664635429	1,672411971	1,4905427655	,6954490581
	N	31	31	31	31
	Desv. típ.	1,19734132535	,4092522833	,84346592738	,38064705597
Z2	Media	3,3386441367	1,722090252	1,3230995695	,8994491814
	N	21	21	21	21
	Desv. típ.	2,44458560377	,3967181971	1,13058037669	,46693032308
Z3	Media	3,7192163731	1,845934575	1,6598241900	1,1149079394
	N	16	16	16	16
	Desv. típ.	2,78323757039	,4326419233	,75661667119	,41517833898
Total	Media	2,3011670393	1,728582641	1,4786632901	,8571453035
	N	68	68	68	68
	Desv. típ.	2,43516491597	,4106611573	,91856474118	,44393092979

Tabla 8: Comparación de medias para el muestreo de otoño en El Saler.

En la Tabla 8 puede apreciarse que el contenido en Na⁺ es ligeramente menor en la zona 1 que en la zona 2 y 3. Con respecto al resto de cationes (K⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺), los valores se mantienen constantes en las diferentes zonas de muestreo.

MUESTREO DE OTOÑO (11-12-09) EN TUÉJAR

COMPARACIÓN DE MEDIAS					
Z		mg Na+/g planta seca	mg K+/g planta seca	mg Ca ²⁺ /g planta seca	mg Mg ²⁺ /g planta seca
Z1	Media	,06055914013	,014465537471	2,130537241	,9724566947
	N	15	17	17	17
	Desv. típ.	,013414449127	,0038288373668	,5639251466	,36676276706
Z2	Media	,04536791705	,016073072553	2,367300868	,9589853179
	N	19	19	19	19
	Desv. típ.	,015582670114	,0042003327191	,6186403826	,35300080261
Z3	Media	,04346957464	,014245788380	2,098171772	1,0315306948
	N	22	25	25	25
	Desv. típ.	,013764558739	,0046256061957	,6812761818	,31914395233
Total	Media	,04869121729	,014876184016	2,191018752	,9924713479
	N	56	61	61	61
	Desv. típ.	,015835024470	,0042927454508	,6322512420	,33926232437

Tabla 9: Comparación de medias para el muestreo de otoño en Tuéjar.

La Tabla 9 muestra que los distintos cationes son constantes para las zonas de trabajo.

5. CONCLUSIONES

La acumulación de cationes varía en función de la estación del año:

- En Bétera la acumulación media de K^+ varía de una estación a otra, siendo elevada en verano y prácticamente inexistente en otoño.
- La acumulación de Na^+ también varía de verano a otoño aunque la diferencia no es tan drástica como con K^+ .

La acumulación de cationes varía en función del lugar de estudio:

- El Na^+ es el catión que encontramos en mayor medida en El Saler.
- La acumulación de Na^+ y K^+ es mucho más elevada en las especies estudiadas en El Saler que en las especies de los otros dos lugares de estudio.

Las especies analizadas (*Limonium*), han desarrollado adaptaciones fisiológicas y morfológicas, como por ejemplo la acumulación de iones sodio y cloro, para compensar las altas tensiones de succión del suelo.

- El Ca^{2+} y Mg^{2+} se acumulan en los tres lugares de estudio, siendo Tuéjar el lugar donde las especies lo acumulan en mayor medida.

Los suelos yesíferos presentan un alto contenido en estos sulfatos.

No puede concluirse que exista diferencia en la acumulación de cationes a lo largo de las diferentes zonas de estudio:

- En El Saler y Tuéjar no existe diferencia en la acumulación de cationes entre la zona 1, 2 y 3.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ANTOLÍN TOMÁS, C. 1998. El suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana. C.O.P.U.T. de la G.V.
- BAÑARES, A. ET AL. (EDS.) (2004). Atlas y libro rojo de la flora vascular amenazada de España: taxones prioritarios. Ministerio de Medio Ambiente /Dirección General para la Biodiversidad, Madrid.
- COSTA, M. y MANSANET, J. 1981. Los ecosistemas dunares levantinos: la Dehesa de la Albufera. Anales del Jardín Botánico de Madrid, 2: 277- 299.
- COSTA, M., PERIS, J.B. y FIGUEROLA, R. 1986. La vegetación de la Devesa de la Albufera de Valencia. Monografies 1. Ayuntamiento de Valencia, 87pp.
- EVREN, S.A. 1998. Accesibilidad potencial a los recursos hídricos en la Comunidad Valenciana. Colección Cartográfica Temática nº 2. D.G de Urbanismo y Ordenación Territorial. Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Generalitat Valenciana. Valencia. ISBN 84-482-1621-0.
- EVREN, S.A. 1998. Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por actividades urbanísticas en la Comunidad Valenciana. Colección Cartográfica Temática nº 2. D.G de Urbanismo y Ordenación Territorial. Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Generalitat Valenciana. Valencia. ISBN 84-482-1621-0.
- FLOWERS, T.J., HAJIBAGHERI, M.A., CLIPSON, N.J.W. 1986. Halophytes. The Quarterly Review of Biology 61: 313–337.
- FRANCÉS GARCÍA, F. 1997. Delimitación del riesgo de inundación a escala regional en la Comunidad Valenciana. Colección Cartográfica Temática nº 1. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. E. T. S de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Valencia y D. G. de Urbanismo y Ordenación Territorial. Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Generalitat Valenciana. Valencia. ISBN 84-482-1599-0.

- GANKIN, R., MAJOR, J. 1964. *Arctostaphylos myrtifolia*, its biology and relationship to the problem of endemism. *Ecology* 45: 792–808.
- HERRERO GONZÁLEZ, F.J. 2000. Recuperación ecológica y paisajística de las malladas de la Devesa de la Albufera de Valencia. Trabajo fin de carrera. EUITA, Valencia.
- JACKSON, R.B., CALDWELL, M.M. 1993. Geostatistical patterns of soil heterogeneity around individual perennial plants. *Journal of Ecology* 81: 683-692.
- MARTÍNEZ, J. y BALAGUER, C. 1998. Litología, aprovechamiento de rocas industriales y riesgo de deslizamiento en la Comunidad Valenciana. Colección Cartográfica Temática nº 5. D. G. de Urbanismo y Ordenación Territorial. Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Generalitat Valenciana. Valencia. ISBN 84-482-1888-4.
- MATEO SANZ, G. y CRESPO, M.B. 2001. Manual para la determinación de la flora valenciana. 2ª Edición. Gómez Coll, Valencia.
- NINYEROLA, M., PONS, X. y ROURE, JM. 2005. Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica. ISBN 932860-8-7. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.
- ORTOLÀ, A. 2003. Ecofisiología vegetal. Introducció a la fisiologia de l'estrés. Ed.UPV, Valencia.
- PALACIO, S., ESCUDERO, A., MONTSERRAT-MARTÍ, G., MAESTRO, M., MILLA, R., ALBERT, M.J. 2007. Plants living on gypsum: beyond the specialist model. *Annals of Botany*, 1-11.
- PUEYO, Y., ALADOS, C.L., MAESTRO, M., KOMAC, B. 2007. Gypsophile vegetation patterns under a range of soil properties induced by topographical position. *Plant Ecology* 189: 301-311.
- ROBERTO L., ROMAO, ADRIAN ESCUDERO. 2005. Gypsum physical soil crusts and the existence of gypsophytes in semi-arid central Spain. *Plant Ecology* 181: 127-137.

- RUBIO DELGADO, J., SANCHEZ DIAZ, J. y FORTEZA BONNIN, J. 1996. Proyecto Lucdeme. Mapa de Suelos de la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana.
- RUBIO JL., ANDREU, V. y SANCHIS E. 1998. Los suelos de la Devesa de la Albufera. Rev. Valenciana d'estudis autonòmics., 22: 129-144.
- S. DE URBANISMO Y ORDENACIÓN TERRITORIAL. 1998. Afecciones que inciden en la planificación urbanística y territorial en la Comunidad Valenciana. Colección Cartográfica nº 4. D. G. de Urbanismo y Ordenación Territorial. Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Generalitat Valenciana. Valencia. . ISBN 84-482-1875-2.
- S. DE URBANISMO Y ORDENACIÓN TERRITORIAL. 1998. El planeamiento urbanístico en la Comunidad Valenciana. Colección Cartográfica nº 6. D. G. de Urbanismo y Ordenación Territorial. Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Generalitat Valenciana. Valencia. ISBN 84-482-2239-3.
- SERRANO, R. & GAXIOLA, R. 1994. Microbial models and salt stress tolerance in plants. *Critical Rev. Plant Sci.* 13: 121–138.
- SORIA, J. M. y VICENTE, E. 2002. Estudio de los aportes hídricos al parque natural de la Albufera de Valencia. Dep. Microbiología y Ecología. Facultad Ciencias Biológicas. Universidad de Valencia. Publicado por la Asociación Española de Limnología, Madrid. España. *Revista Limnética* 21(1-2). 105-115.
- VALLADARES, F. 2003. Light heterogeneity and plants: from ecophysiology to species coexistence and biodiversity. *Progress Bot.* 64:439–471.
- WIJESINGHE, D.K., JOHN, E.A., HUTCHINGS, M.J. 2005. Does pattern of soil resource heterogeneity determine plant community structure? An experimental investigation. *Journal of Ecology* 93: 99-112.

WEBS CONSULTADAS

- AYUNTAMIENTO DE TUÉJAR. <http://www.tuejar.es/>.
- C. N. I. G (Centro Nacional de Información Geográfica). <http://www.cnig.es/>.
- CONSELLERIA DE INFRAESTRUCTURAS, TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE. Banco de Datos de la Diversidad. Generalitat Valenciana. <http://bdb.cth.gva.es/>.
- CONSELLERIA DE INFRAESTRUCTURAS, TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE. Generalitat Valenciana. <http://www.gva.es>.
- HERBARIO VIRTUAL DEL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL. <http://herbarivirtual.uib.es/cas-med/>.
- PARQUE NATURAL DE LA ALBUFERA. www.albufera.com.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 2004. Centro de Investigaciones Fitosociológicas. www.globalbioclimatics.org.
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. La Sierra Calderona. Un Parque Natural. www.upv.es/~csahuqui/.

7. ANEXOS

7.1. FICHAS

7.2. TABLAS

7.3 FOTOGRAFICO

7.4 CARTOGRAFICO