

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA
LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

**“VARIACIONES DE LOS CATIONES SOLUBLES EN
PLANTAS DE DOS ÁREAS (BÉTERA-TUEJAR) QUE
PRESENTAN DOS TIPOS DE SUELO DISTINTOS
(REGOSOL-GIPSISOL) Y UN GRADIENTE CLIMÁTICO”**

TRABAJO FINAL DE CARRERA

Autor:

Maria Sellés Maset

Directores:

D. Josep Vicent Llinares Palacios

D^a. Mónica Boscaiu Neagu

GANDIA, Septiembre 2012

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ESTRÉS MEDIOAMBIENTAL.....	5
1.2. BÉTERA.....	12
1.2.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	13
1.2.2. MEDIO ABIÓTICO.....	15
1.2.2.1. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA.....	15
1.2.2.2. HIDROGEOLOGÍA.....	19
1.2.2.3. CLIMATOLOGÍA.....	20
1.2.2.4. LEGISLACIÓN AMBIENTAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	20
1.2.3. MEDIO BIÓTICO.....	25
1.1.3.1. VEGETACIÓN POTENCIAL Y ACTUAL. ESPECIES DE ESTUDIO.....	25
1.3. TUÉJAR.....	27
1.3.3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	28
1.3.4. MEDIO ABIÓTICO.....	30
1.3.4.1. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA.....	30
1.3.4.2. HIDROGEOLOGÍA.....	32
1.3.4.3. CLIMATOLOGÍA.....	33
1.3.4.4. LEGISLACIÓN AMBIENTAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	34
1.3.5. MEDIO BIÓTICO.....	35
1.3.5.1. VEGETACIÓN Y FLORA. ESPECIES DE ESTUDIO.....	35
1.4. ESTUDIO CLIMÁTICO.....	39

2. OBJETIVOS.....	46
-------------------	----

3. MATERIAL Y MÉTODOS	47
3.1. MUESTREO DE ESPECIES	47
3.2. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	48
3.3. EXTRACCIÓN DE CATIONES SOLUBLES DE LAS PLANTAS. INFUSIÓN ..	49
3.4. MEDICIONES	56
3.4.1. K y Na. FOTOMETRIA DE LLAMA	56
3.4.2. Mg y Ca. ABSORCIÓN ATÓMICA	59
3.4.3. COMPARACIÓN ENTRE ABSORCIÓN ATÓMICA Y FOTOMETRÍA DE LLAMA	62
4. NUTRIENTES EN LAS PLANTAS	69
4.1. <u>RESULTADOS BÉTERA</u>	80
4.1.1. RESULTADOS BÉTERA EN FUNCIÓN DE LA <u>ESTACIÓN DE ESTUDIO</u>	80
4.2. <u>RESULTADOS TUÉJAR</u>	90
4.2.1. RESULTADOS TUÉJAR EN FUNCIÓN DE LA <u>ESTACIÓN DE ESTUDIO</u>	90
4.2.2. RESULTADOS EN TUÉJAR DURANTE LA ESTACIÓN DE <u>PRIMAVERA EN FUNCIÓN DE LAS PARCELAS</u>	99

4.2.3. RESULTADOS EN TUÉJAR DURANTE LA ESTACIÓN DE <u>VERANO EN FUNCIÓN DE LAS PARCELAS</u>	108
4.2.4. RESULTADOS EN TUÉJAR DURANTE LA ESTACIÓN DE <u>OTOÑO EN FUNCIÓN DE LAS PARCELAS</u>	118
5. CONCLUSIONES.....	127
6. BIBLIOGRAFÍA.....	129

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ESTRÉS MEDIOAMBIENTAL

Cuando una planta está sometida a unas condiciones significativamente diferentes de las óptimas para la vida se dice que está sometida a estrés, si bien las diferentes especies o variedades difieren en sus requerimientos óptimos, y por tanto en su susceptibilidad a un determinado estrés (Hsiao 1973, Levitt 1980). Además hay períodos o etapas del desarrollo, como el estadio de plántula, donde las especies pueden ser particularmente sensibles (o insensibles) a un estrés determinado. El conocimiento de los mecanismos de resistencia al estrés permite comprender los procesos evolutivos implicados en la adaptación de las plantas a un ambiente adverso como el mediterráneo, y predecir la respuesta vegetal al incremento de la adversidad. El ambiente mediterráneo se caracteriza por un déficit hídrico, el cual es habitual particularmente durante el verano, además de una notable fluctuación interanual en los regímenes de temperaturas y lluvias, lo cual magnifica el efecto del estrés hídrico.

Los factores causantes del estrés en las plantas pueden ser Bióticos o Abióticos:

Factores Bióticos: Grandes y pequeños animales, otras plantas, insectos, bacterias, hongos, virus, Nemátodos.

Factores Abióticos: *Sequía (estrés hídrico), exceso de sales en el suelo (estrés salino), calor, frío y congelación (estrés térmico), encharcamiento e inundación (estrés por anaerobiosis), estrés por contaminantes medioambientales (SO₂, herbicidas, metales, CFC; O₃), deficiencia en elementos minerales (estrés nutricional), viento, suelo compacto (estrés mecánico), lesiones o heridas.*

En las zonas de nuestro estudio predomina un estrés hídrico en Bétera y un estrés debido a la presencia de suelos gypsícolos en Tuejar.

La salinidad de los suelos precede al origen de la civilización humana y continúa siendo en la actualidad el mayor estrés abiótico que perjudica la productividad y calidad de las cosechas. Aproximadamente el 20 % del área cultivada a nivel mundial y cerca de la mitad de las tierras irrigadas son afectadas por este factor.

Los suelos salinos se caracterizan por presentar niveles tóxicos de cloruro de sodio y sulfato de sodio. Los valores de conductividad eléctrica en extractos saturados de suelo salino oscilan alrededor de 4.0 dS/m (alrededor de 40 mM Na Cl; Marschner 1995).

El agua en las plantas:

El agua es la molécula esencial para la vida, en las plantas constituye típicamente del 80 al 95% de la masa de los tejidos en crecimiento y desempeña varias funciones únicas. Es el solvente más abundante y mejor conocido y, como tal, permite el movimiento de moléculas dentro y entre las células. Debido a sus propiedades polares, tiene gran influencia en la estructura y la estabilidad de moléculas tales como proteínas, polisacáridos y otras (Kirkham, 2005). Igualmente, la expansión celular y la integridad físico-química de la pared dependen del agua. Además hay más procesos que son regulados por el volumen celular y la hidrodinámica, además de los mencionados son, crecimiento y proliferación, exocitosis, endocitosis, cambios en la forma celular, señalización de hormonas, metabolismo, excitabilidad, migración celular, obtención de nutrientes, filtración de desechos, necrosis y apoptosis (Wehner et al., 2003; Zonia y Munnik, 2007). Teniendo en cuenta la gran importancia del agua en las plantas, se puede considerar que una cantidad limitada o excesiva

de agua para éstas constituye un factor inductor de situaciones adversas o estresantes.

El agua viaja desde las zonas donde el potencial hídrico es mayor hacia las zonas donde este es menor. El potencial hídrico es igual a la diferencia entre la fuerza hidrostática ejercida en la célula vegetal contra la pared celular y la presión osmótica, que es una medida de concentración de solutos (Taiz y Zeiger, 2006). La interacción del agua con los solutos disueltos en esta tiene un efecto negativo sobre el potencial hídrico, ya que disminuye la cantidad de agua libre disponible en el sistema. La principal fuerza motora que impulsa al agua a la parte aérea de la planta es la pérdida de agua en las hojas por transpiración. Esto supone que las hojas son los órganos de las plantas que presentan los potenciales hídricos más negativos (Zyalalov, 2004).

Estrés hídrico y respuestas de las plantas.

El estrés por déficit hídrico o por sequía se produce en las plantas en respuesta a un ambiente escaso en agua, en donde la tasa de transpiración excede a la toma de agua. El déficit hídrico no sólo ocurre cuando hay poco agua en el ambiente, sino también por temperaturas extremas frías o calientes, por una elevada salinidad del suelo, baja capacidad de retención de agua del suelo, baja presión de vapor atmosférica o una combinación de estos factores (Nilsen y Orcutt, 1996). Estas condiciones, capaces de inducir una disminución del agua disponible del citoplasma de las células, también se conocen como estrés osmótico (Levitt, 1980).

De acuerdo con los requerimientos de agua, las plantas pueden ser consideradas como *hidrófitas* si están adaptadas a vivir total o parcialmente sumergidas en el agua (en general no toleran potenciales hídricos más negativos de -5 a -10 bares); como *mesófitas* si están adaptadas a un aporte moderado de agua (en general no toleran potenciales hídricos más negativos

de -20 bares) y como *xerófitas* si están adaptadas a ambientes áridos (en general no toleran potenciales hídricos más negativos de -40 bares) (Nilsen y Orcutt, 1996).

Una tercera parte de la superficie del planeta se considera como árida o semiárida, mientras que la mayoría de la superficie restante está sujeta a períodos temporales de déficit hídrico. De esta manera, el agua constituye el principal factor limitante del crecimiento de las plantas en la tierra, actuando como una fuerza selectiva de primer grado para la evolución y distribución de las especies vegetales (Hanson y Hitz, 1982).

Las plantas han respondido al estrés hídrico desarrollando evolutivamente adaptaciones tanto a nivel morfológico como anatómico y celular, que les permite vivir en condiciones de constante estrés hídrico (Nilsen y Orcutt, 1996). Algunas poseen adaptaciones tales como el desarrollo del metabolismo C4 y el metabolismo ácido de las crasuláceas o CAM, que les permite explotar ambientes más áridos. Otro mecanismo a nivel fisiológico es el cierre de estomas, ya que son los responsables de la mayor proporción de pérdida de agua en las plantas (Taix y Zeiger, 2006), limitación específica de la expansión foliar, crecimiento radicular...

A nivel celular, otra respuesta de resistencia es el ajuste osmótico, que consiste en una disminución del potencial hídrico en los tejidos vegetales, lo cual tiene como consecuencia la entrada de agua y, por tanto, no se presenta una disminución en el turgor o en la productividad fotosintética. El ajuste osmótico se da en las plantas a través de la biosíntesis de osmolitos orgánicos de bajo peso molecular y por la acumulación de iones, fundamentalmente K⁺ (Cushman, 2001). En general, las enzimas son sensibles a las altas concentraciones de iones, como el Na⁺.

Una respuesta molecular de las plantas al estrés, y quizá una de las más importantes, es la modificación de la expresión de genes. Las proteínas que aumentan en las plantas en situaciones de estrés porque se cree que puedan

tener una función adaptativa o de protección a dicha condición son entre las más importantes proteínas LEA (Late Embriogenesis Abundant Proteins), las involucradas en las vías de síntesis de los osmolitos y las que funcionan como antioxidantes (Bray, 1997; Zhu et al., 2002; Bartles y Kotchoni, 2003).

Las plantas adaptadas de forma natural a condiciones de estrés se pueden clasificar en halófilas, gipsófilas y xerófilas, las cuales son capaces de sobrevivir y completar su ciclo biológico a pesar de estar sometidas a estas condiciones adversas en sus hábitats respectivos

Plantas halófilas

Son plantas que viven en ambientes hipersalinos: zonas áridas, costas, diferentes profundidades de agua de mar, etc. Son las únicas plantas que pueden crecer y completar su ciclo biológico en estas condiciones, 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*, estas 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.

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 líquénica 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 gipsófitas 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 gipsófitas están protegidas por leyes autonómicas, nacionales o internacionales.

Plantas xerófilas

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 objetivo evitar o eliminar las condiciones adversas, como:

-Limita 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, 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: tricoma.

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

1.2. BÉTERA.

El término de Bétera, con una superficie de 75,67 km² pertenece a la comarca del ' Camp de Túria ', situada en la provincia de Valencia, a una altitud de 120 metros y a una distancia de 18 kilómetros de su capital y a 23 kilómetros del mar. El municipio tiene, en la actualidad 19.935 habitantes (Datos del Padrón de Habitantes a Fecha: Febrero 2007).

Se sitúa en las últimas estribaciones de la vertiente sur de la Sierra Calderona, limitando con la comarca de ' L' Horta de València '. Sus límites son, al norte, las poblaciones de Náquera y Serra; al este, la de Moncada; al oeste, las de La Pobla de Vallbona, San Antonio de Benagéber y L' Eliana ; al sur, las de Paterna, Godella y Valencia.

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.

Comunicada con la capital a través de las carreteras de Valencia-Burjassot-Torres Torres, la de Valencia-Ademuz y otras municipales, así como con los ferrocarriles de la Generalitat Valenciana, que permiten el acceso al centro mismo de Valencia, y que hacen posible una buena comunicación del municipio con su entorno.

Se puede acceder a la población, principalmente, de dos formas:

- Por la CV-35, cogiendo después la CV-336.
- También por la A-7, y enlazando luego por la CV-310.



Mapa 1: Localización geográfica de Bétera a escala 1/20.000 (Conselleria d'Infraestructures, Territori y medi ambient).

1.2.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Nuestra zona de estudio en Bétera se sitúa 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.

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

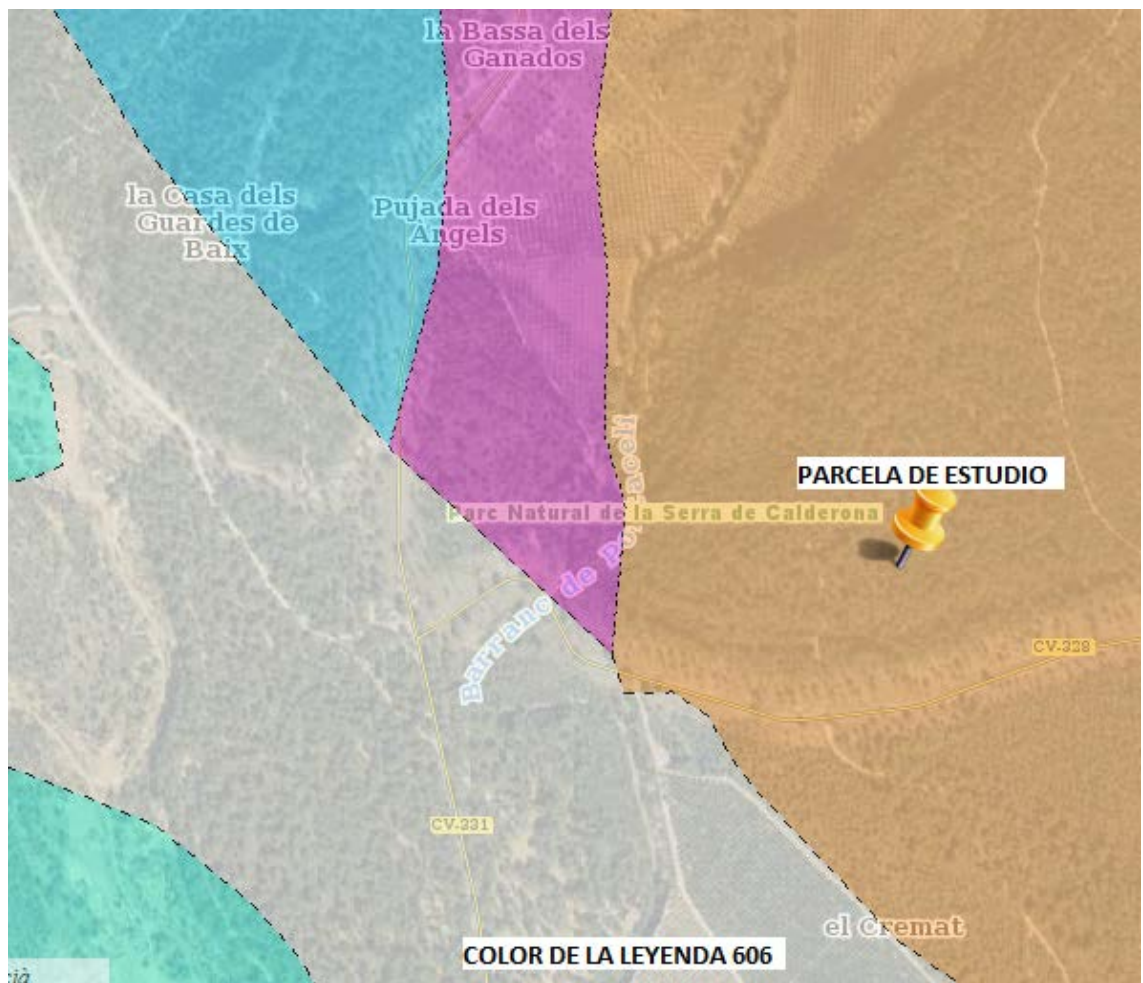


Mapa 2: Localización geográfica de la parcela de estudio a escala 1/5.000. (Conselleria d'Infraestructures, Territori y medi ambient).

1.2.2. MEDIO ABIÓTICO

1.2.2.1. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA

Los materiales geológicos dominantes en la zona corresponden al Mesozóico, sobre todo al Triásico en el sector oriental y al Jurásico en el occidental, quedando el Cretácico escasamente representado en el sector septentrional. Entre los materiales triásicos destacan los afloramientos de areniscas y argilitas del Buntsandstein, de gran importancia en cuanto a la vegetación por su carácter silíceo; por su parte, los materiales jurásicos son principalmente carbonatados, con un tramo dolomítico en el Lías y otro margoso, alternante con calizas, en el Malm. En cuanto al Cenozoico, se halla localizado fundamentalmente en la zona septentrional y entorno de *Lliria*. Mención aparte merecen, por su rareza, los pequeños afloramientos paleozóicos de pizarras de *Marines* y *Gátova*.



Mapa 3: Mapa Litoestratigráfico a escala 1/5.000. (Conselleria d'Infraestructures, Territori y medi ambient).

Según el mapa Litoestratigráfico, la descripción litológica del área de estudio es de arcillas y lutitas (a veces, con cantos y yesíferas), areniscas y conglomerados, con una permeabilidad baja. Era: Cenozoico. Sistema: Neógeno-Cuaternario. Serie: Mioceno-Pleistoceno. Piso: Messiniense-Pleistoceno. Perteneciente a la zona de la Cuenca del Tajo, Intrabéticas y del Guadalquivir.

SUELO PREDOMINANTE: REGOSOL

Son suelos poco desarrollados, formados a partir de materiales no consolidados y en áreas de pendientes acusadas. Tienen una capacidad agrícola muy escasa.

El Grupo de Suelos de Referencia de los Regosoles es un grupo residual taxonómico que contiene todos los suelos que no se han acomodado en otros Grupos de Suelos de Referencia.

En práctica, los Regosoles son suelos minerales, débilmente desarrollados en materiales no consolidados que tienen solo un horizonte superficial ócrico (pobre en materia orgánica) y que no son muy someros (como Leptosoles), arenosos (como Arenosoles) o con propiedades flúvicas (Fluvisoles).

Los Regosoles son muy extensos en tierras erosionadas, particularmente en tierras áridas, semi-áridas y regiones montañosas. Internacionalmente, se correlacionan con un taxon definido por su incipiente formación de suelo, tal como: los "Entisoles" (USA Soil Taxonomy), "suelos esqueléticos" (Australia), "Rohböden" (Alemania) y "Sols peu évolués régosoliques d'érosion", o aún "Sols minéraux bruts d'apport folien ou volcanique" (Francia).

El material parental y el clima dominan la morfología de los Regosoles. El contenido de materiales intemperizables varía de bajo a extremadamente alto (pequeña transformación).

En climas fríos, el horizonte superficial contiene materia orgánica pobremente descompuesta, mientras que los horizontes superficiales Ócricos tienden a ser delgados, bajos en materia orgánica y generalmente débilmente expresados en climas calientes y secos.

Los Regosoles de regiones secas tienen generalmente un contenido de bases más alto que los de regiones más húmedas (montañosas).

Baja coherencia en el material de la matriz hace a la mayoría de estos suelos en áreas inclinadas, propensos a la erosión.

Baja capacidad de retención y alta permeabilidad del agua hace a la mayoría de los Regosoles sensibles a la sequía.

Muchos Regosoles en material coluvial son propensos a aplacarse, particularmente aquellos en loes. Esto los hace más sensibles a la erosión en períodos húmedos. Muchos de estos suelos forman una corteza superficial dura en la temporada seca; la corteza impide la emergencia de plántulas y la infiltración de la lluvia, así como el agua de riego en la temporada seca.

1.2.2.2. HIDROGEOLOGÍA.



Hidrogeología
litperm.CLHID

Ia	Formaciones carbonatadas de permeabilidad alta o muy alta
Ib	Formaciones carbonatadas o volcánicas de permeabilidad media
IIa	Formaciones detríticas o cuaternarias de permeabilidad alta o muy alta, así como formaciones volcánicas de permeabilidad muy alta
IIb	Formaciones detríticas o cuaternarias de permeabilidad media. Formaciones volcánicas de alta permeabilidad
IIIa	Formaciones meta detríticas de permeabilidad alta. Formaciones detríticas, volcánicas, carbonatadas o cuaternarias de permeabilidad baja
IIIb	Formaciones generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad. Formaciones meta detríticas, ígneas o evaporíticas de permeabilidad baja o media
	Masas de agua

Mapa 4: Mapa Hidrogeológico a escala 1/5.000. (Conselleria d'Infraestructures, Territori y medi ambient).

Según la leyenda del mapa hidrogeológico la descripción hidrogeológica pertenece a IIIa y es la siguiente; Formaciones evaporíticas, ígneas y meta detríticas de alta o muy alta permeabilidad. Formaciones detríticas, volcánicas, carbonatadas y cuaternarias de permeabilidad baja.

La red hidrográfica corresponde a tres cuencas principales: *el río Palancia* al norte y *el barranco Carraixet* y *el río Turia* al sur. En la vertiente norte destacan los barrancos de *La Torrecilla*, *Juncar*, *Agua Amarga* y *Saberola*, entre otros, tributarios al *río Palancia* por su margen derecha. En la vertiente sur destacan la rambla de *Escorihuela* que desemboca en el *Turia* por su margen izquierda y un conjunto de barrancos situados en la mitad central de la zona, tributarios del barranco del *Carraixet* por su margen izquierda.

1.2.2.3. CLIMATOLOGÍA

Climáticamente, la zona se caracteriza por su régimen mediterráneo, con una oscilación moderada de las temperaturas, cuyas medias anuales oscilan entre los 16 y 17,5 grados C. y una fuerte irregularidad en las precipitaciones, con valores anuales que oscilan entre los 350 mm y los 600 mm y máximos otoñales que en algunos casos pueden llegar a tener carácter torrencial. La sequía estival es acusada, salvo precipitaciones aisladas de tipo tormentoso. En las áreas de montaña se dan características intrazonales de mayor humedad, pudiendo las precipitaciones horizontales alcanzar cierta importancia. En cuanto al régimen de vientos más fuertes se concentran a finales de otoño con rachas muy fuertes de componente E y SE, pudiéndose dar en verano situaciones puntuales de gran intensidad con vientos de componente W y SW.

1.1.2.4. LEGISLACIÓN AMBIENTAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.

El Parc Natural de la Serra Calderona comprende una extensión de 18.019 ha. Está situado entre las provincias de Castellón y Valencia, queda constituido por una alineación montañosa de orientación NW-SE que separa las cuencas de los ríos Palancia y Turia, extendiéndose por las comarcas del Alto Palancia, Camp de Morvedre

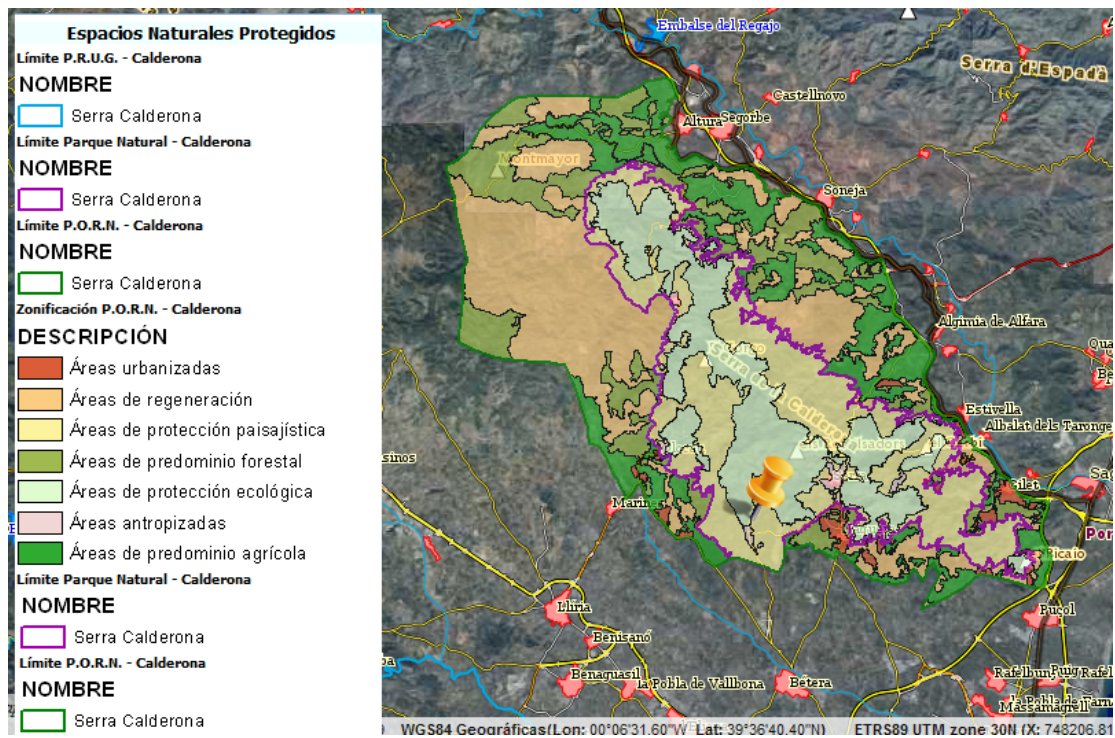
y Camp de Tùria. Constituye uno de los enclaves naturales más valiosos de la Comunidad Valenciana, cuyas características físico-naturales le otorgan un interés ecológico excepcional, a la vez que paisajístico.

Legislación Sierra Calderona:

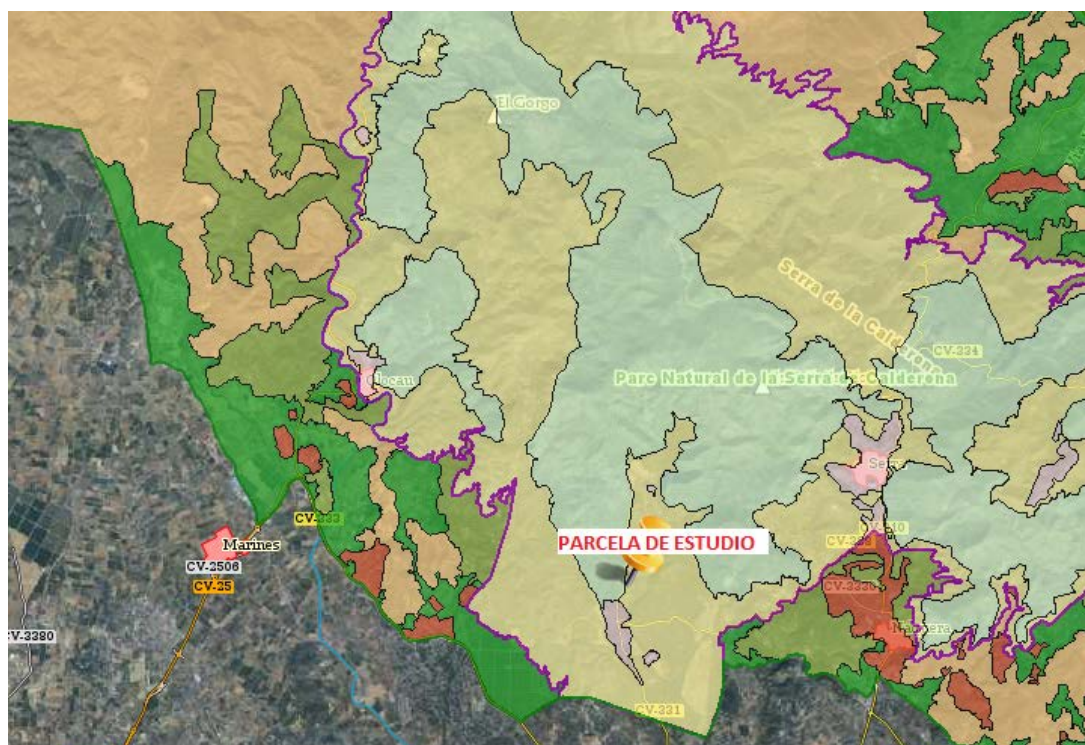
DECRETO 77/2001, de 2 de abril, del Gobierno Valenciano, por el que se aprueba el plan de ordenación de los recursos naturales de la Sierra Calderona. [2001/3327] (DOGV número 3980 de fecha 17.04.2001)

DECRETO 10/2002, de 15 de enero, del Gobierno Valenciano, de declaración del Parque Natural de la Sierra Calderona. [2002/451] (DOGV número 4172 de fecha 21.01.2002).

DECRETO 46/2006, de 31 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el Plan Rector de Uso y Gestion del Parque Natural de la Sierra Calderona. [2006/3832] (DOCV núm. 5233 de 04.04.2006).

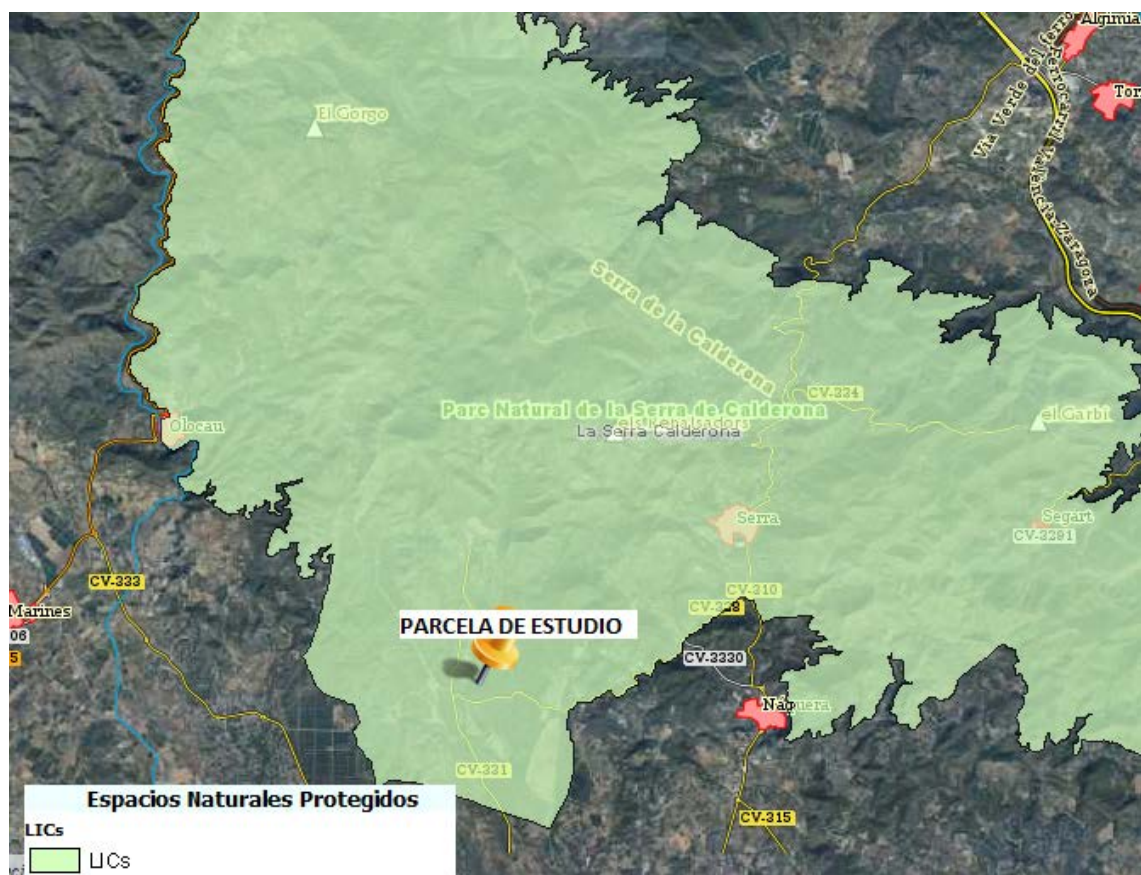


Mapa 5: Mapa de Espacios naturales protegidos a escala 1/99.000. (Conselleria d'Infraestructures, Territori y medi ambient).



Mapa 6: Mapa de Espacios naturales protegidos a escala 1/75.000. (Conselleria d'Infraestructures, Territori y medi ambient).

Además ha sido declarada Lugar de Interés Comunitario (**LIC**) y propuesta por el Gobierno Español para ser incluida en la Red Natura 2000 de la Unión Europea con la que se pretende proteger territorios interesantes biológicamente junto con las especies que habitan en ellos. Además fue aprobada como Zona de Especial Protección para las Aves (**ZEPA**) por el Gobierno Valenciano.



Mapa 7: Mapa de Espacios naturales protegidos a escala 1/75.000. (Conselleria d'Infraestructures, Territori y medi ambient).

DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 12 de diciembre de 2008 por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, una segunda lista actualizada de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica mediterránea [notificada con el número C(2008) 8049] (2009/95/CE)

L 43/412

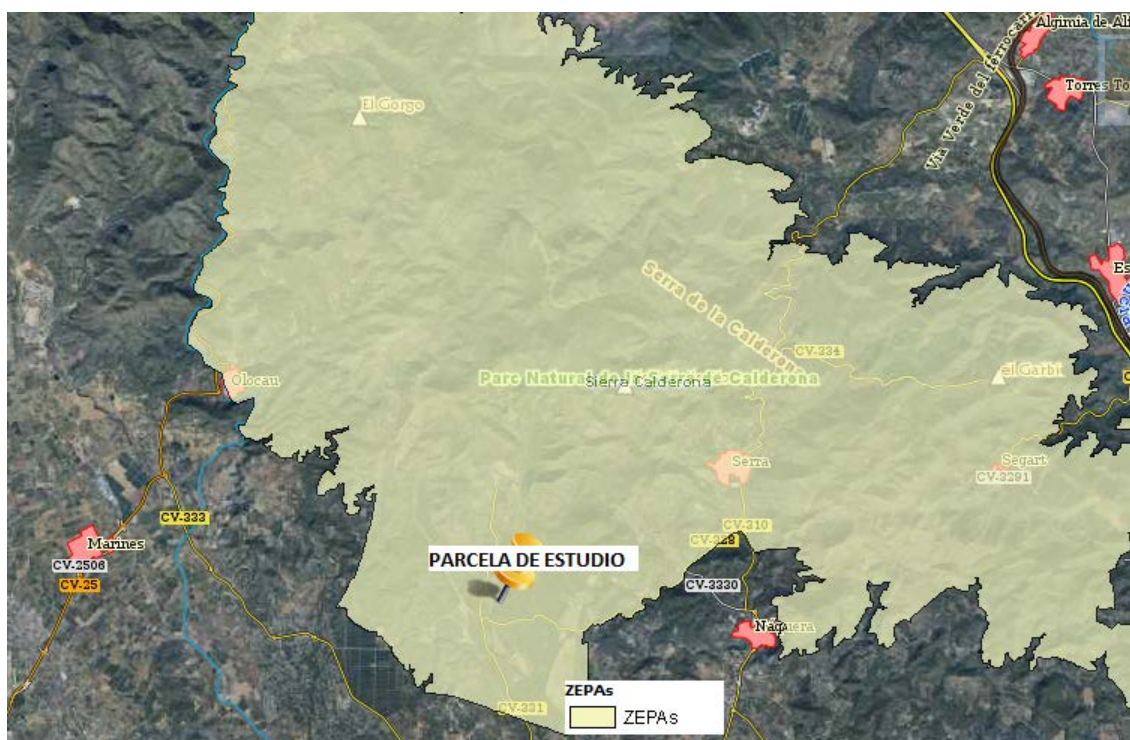
ES

Diario Oficial de la Unión Europea

13.2.2009

A	B	C	D		E	
			Superficie del LIC (ha)	Longitud del LIC (km)	Coordenadas geográficas del LIC	
Código LIC	Nombre del LIC	*			Longitud	Latitud
ES5223029	Riu Bergantes	*	4 454		W 0 10	N 40 42
ES5223036	Serra d'Irta	*	9 797,52		E 0 19	N 40 19
ES5223037	Costa d'Orpesa i Benicàssim	*	1 326		W 0 7	N 40 3
ES5223053	Forat d'en Ferràs-Orpesa		1		E 0 6	N 40 5
ES5223055	Serra d'en Galceràn		11 319,97		E 0 0	N 40 18
ES5224001	Cova Oscura-Atzeneta del Maestrat		1		W 0 12	N 40 12
ES5232002	Serra Calderona	*	17 781,51		W 0 26	N 39 44

Tabla 1: Datos LIC de la Serra Calderona



Mapa 8: Mapa de Espacios naturales protegidos a escala 1/75.000. (Conselleria d'Infraestructures, Territori y medi ambient).

Según la cartografía de la Conselleria fue declarado ZEPA el 09/06/2009 DOCV6155 30/11/2009.

1.2.3. MEDIO BIÓTICO

1.2.3.1. VEGETACIÓN POTENCIAL Y ACTUAL. ESPECIES DE ESTUDIO

VEGETACIÓN ACTUAL.

La abrupta orografía y los importantes desniveles, junto a la presencia de materiales tanto carbonatados como silíceos, permiten la intalación de una vegetación muy diversa. No obstante, la actividad humana (agricultura, pastoreo, aprovechamiento forestal, desarrollo urbanístico en medio rural...) y los incendios forestales han relegado la vegetación climática a barrancos y zonas poco accesibles, quedando en la actualidad dominada por pinares, matorrales y herbazales.

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 (*Lonicera 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 aliga, arbolados de pinos o no, y los pastizales vivales, siendo el espartal (*Heteropogono contorti - Stipetum tenacissimae*), lastonar termófilo (*Teucrio pseudochamaeipyridis - Brachypodietum retusi*) y el lastonar continental (*Phlomididi lychnitidis - Brachypodietum retusi*) los de mayor cobertura.

PLANTAS MUESTREADAS:

BÉTERA	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
<i>Rosmarinus officinalis</i>	X	X	X
<i>Thymus vulgaris</i>	X	X	X
<i>Helianthemum syriacum</i>	X		X
<i>Stipa tenacissima</i>	X	X	X
<i>Stipa capensis Thunb</i>	X	X	X
<i>Dorycnium pentaphyllum Scop</i>	X		X

Tabla 2: Especies muestreadas Bétera-Primavera-Verano-Otoño.

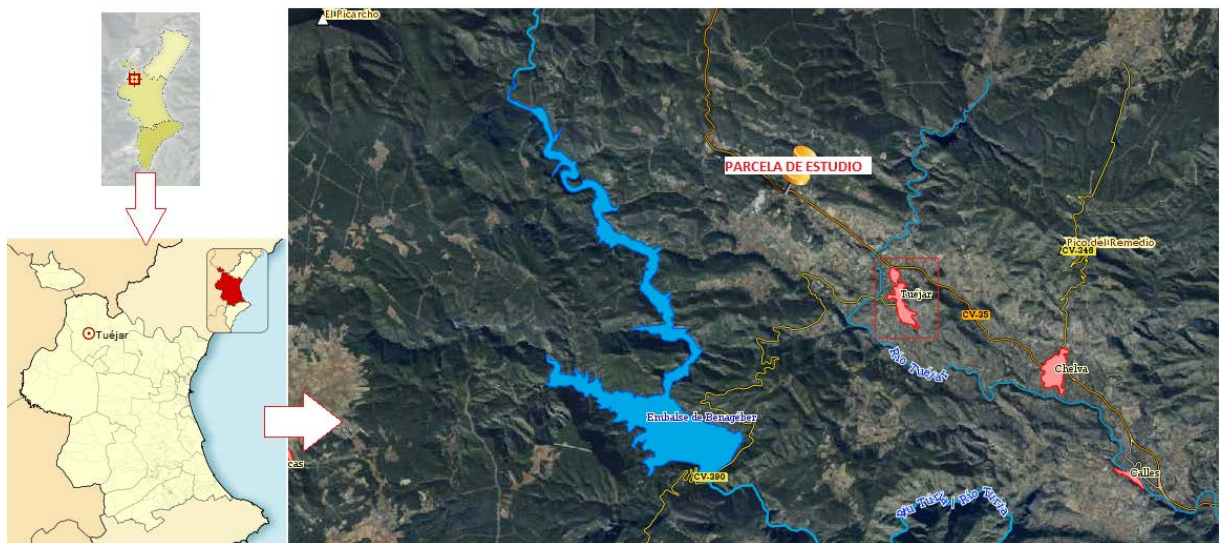
1.3. TUEJAR.

Esta situado en la comarca de La Serranía al Noroeste de la provincia de Valencia.

Tuéjar limita con los terminos municipales de: Alpuente, Aras de los Olmos, Benagéber, Sinarcas y Titaguas

Su localización es 1º 02' 20" longitud Oeste y 39º 46' latitud Norte con una altura media sobre el nivel del mar de 630 metros

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, dando lugar a una muy accidentada topografía. La parte comprendida en la margen izquierda del río Turia, que representa casi las dos terceras partes de la superficie, está constituida por las estribaciones del macizo de Javalambre, que es una de las principales ramificaciones de la cordillera Ibérica antes citada, y 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 rio Turia, está constituida por estribaciones de la Serranía de Cuenca.



Mapa 9: Mapa localización geográfica del área de estudio y Tuéjar a escala 1/40.000.
(Conselleria d'Infraestructures, Territori y medi ambient).

1.3.3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

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.

Coordenadas Parcela YZ1: (0,0):30s 0664911 4406367
(0,10):30s 0664903 4406363
(10,0):30s 0664918 4406363
(10,10):30s 0664910 4406354

Coordenadas Parcela YZ2: (0,0):30s 0664903 4406357
(0,10):30s 0664895 4406353
(10,0):30s 0664910 4406351
(10,10):30s 0664902 4406344

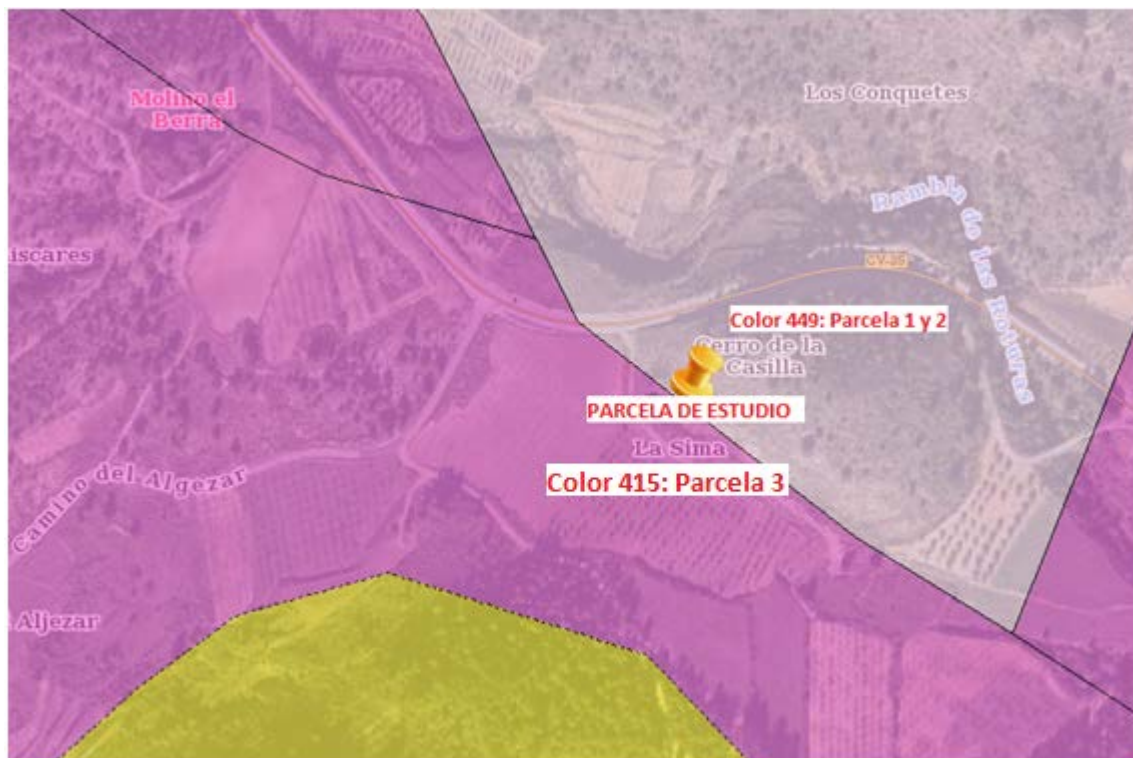
Coordenadas Parcela YZ3: (0,0):30s 0664865 4406355
(0,10):30s 0664860 4406350
(10, 0):30s 0664871 4406350
(10, 10):30s 0664865 4406342



Mapa 10: Mapa localización geográfica del área de estudio a escala 1/2.000. (Conselleria d'Infraestructures, Territori y medi ambient).

1.3.4. MEDIO ABIÓTICO

1.3.4.1. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA



Mapa 11: Mapa Litoestratigráfico del área de estudio a escala 1/3.000. (Conselleria d'Infraestructures, Territori y medi ambient).

Según el mapa Litoestratigráfico podemos observar que en las parcelas 1 y 2 predominan dolomías, calizas y margas, mientras que en la parcela 3 predominan Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas.

La parcela 1, situada en la parte superior de la pendiente es la más seca, pero es la que contiene menos yeso, mientras que la parcela P3, en la base, es la más húmeda y llana, pero la que contiene más yeso, debido a la acumulación de material gípsico por escorrentía.

Los materiales geológicos dominantes en las tres parcelas corresponden al Mesozóico y Triásico en las tres parcelas, con una permeabilidad muy baja en la parcela uno y dos, y media en la parcela tres.

SUELO PREDOMINANTE: GYPISISOL

El termino gypsisol significa yeso, haciendo alusión a la sustancial acumulación de sulfato de calcio. Se asocia a regiones con un clima árido como es Tuéjar donde la precipitación media anual ronda los 400 litros por metro cuadrado al año. Son suelos jóvenes con una meteorización baja por la falta de lluvias. Suelen tener 1 o 2 horizontes profundos y poco pedregosos.

Son suelos de color blanco ya que en ellos abunda el sulfato de calcio, en ocasiones este sulfato se lava a causa de la lluvia, y se infiltra formando horizontes abruptos de color blanco como se ve en algunas de las fotografías.

España es el país europeo con mayor superficie de gypsisoles y por tanto deben preservarse de una forma importante dentro de nuestro patrimonio natural y cultural.

Son suelos poco fértiles y pocas las especies vegetales que aguantan la presencia del yeso. Son suelos formados bajo condiciones áridas o semiáridas, con una alternancia de periodos secos y húmedos que favorece la precipitación de sales, carbonatos o yesos.

Características generales. Como los calcisoles pero con sulfatos (yeso) en vez de carbonatos. Perfil: A-C ó A-B-C (ó R) con "y" (obligado en B).

Texto Clave FAO. Otros suelos con un horizonte gypsic o petrogypsic dentro de una profundidad de 125 cm a partir de la superficie; sin otros horizontes de diagnóstico más que un horizonte A ócrico, un horizonte B cámbico o un horizonte B árgico impregnado de yeso o carbonato cálcico, un horizonte cálcico o petrocálcico.

1.3.4.2. HIDROGEOLOGÍA



Hidrogeología
litperm.CLHID

■ Ia	Formaciones carbonatadas de permeabilidad alta o muy alta
■ Ib	Formaciones carbonatadas o volcánicas de permeabilidad media
■ IIa	Formaciones detríticas o cuaternarias de permeabilidad alta o muy alta, así como formaciones volcánicas de permeabilidad muy alta
■ IIb	Formaciones detríticas o cuaternarias de permeabilidad media. Formaciones volcánicas de alta permeabilidad
■ IIIa	Formaciones metadetríticas de permeabilidad alta. Formaciones detríticas, volcánicas, carbonatadas o cuaternarias de permeabilidad baja
■ IIIb	Formaciones generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad. Formaciones metadetríticas, ígneas o evaporíticas de permeabilidad baja o media
■	Masas de agua

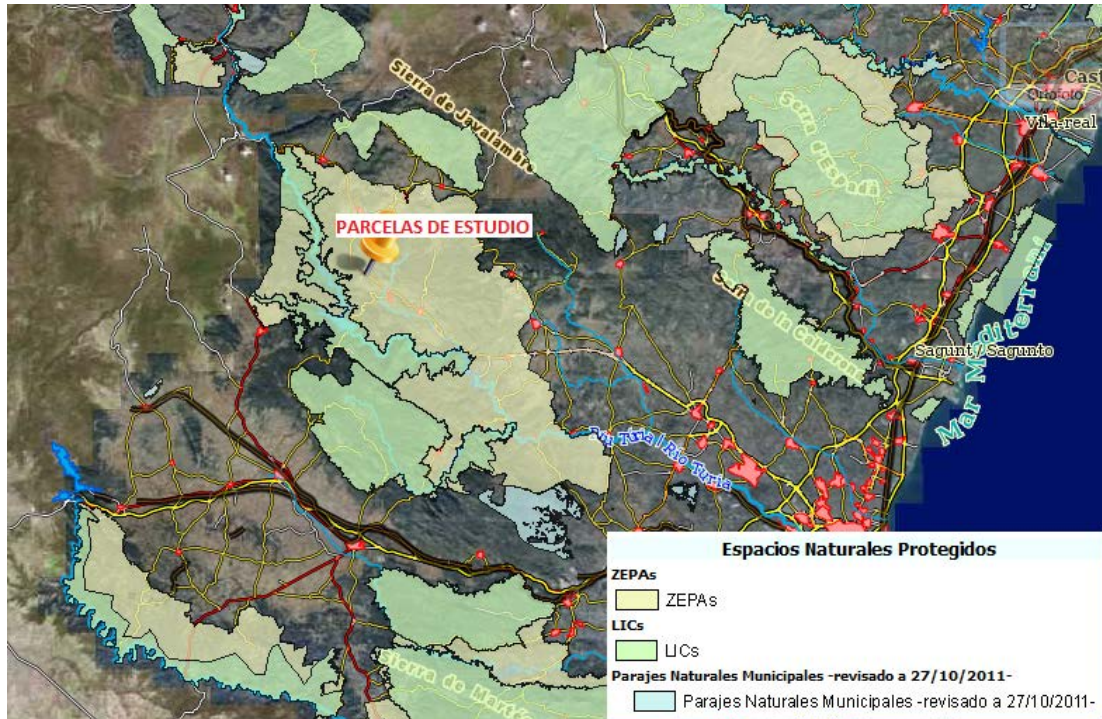
Mapa 12: Mapa Hidrogeológico del área de estudio a escala 1/2.000. (Conselleria d'Infraestructures, Territori y medi ambient).

Según el mapa hidrogeológico, la parcela uno y dos quedan incluidas en la leyenda como Ib y parcela 3 como IIIb, las cuales establecen que existen formaciones carbonatadas y volcánicas de permeabilidad media para la parcela uno y dos, y formaciones generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad y formaciones metadetríticas, ígneas y evaporíticas de permeabilidades baja y media para la parcela tres.

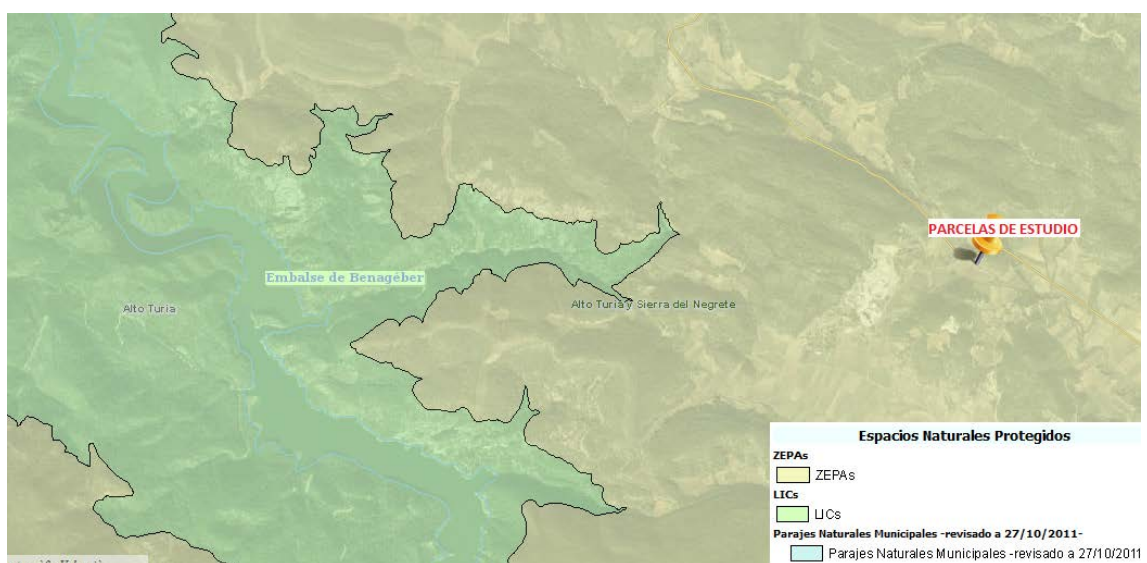
1.3.4.3. CLIMATOLOGÍA

El clima es de tipo mediterráneo continental, caracterizado por grandes contrastes térmicos y de precipitación. Los veranos son relativamente cortos en comparación a las áreas litorales aunque las temperaturas son más acusadas, siendo frecuente que se alcancen valores superiores a los 30 °C. A su vez, los inviernos son algo más largos que en la costa y comparativamente mucho más fríos, pudiendo registrarse varios días al año temperaturas inferiores a los -10 °C durante los años más fríos. La precipitación anual media está comprendida entre los 400-500 mm, si bien estos valores son variables de un año a otro. Durante el invierno no son raras las precipitaciones en forma de nieve mientras que en las últimas semanas de verano son frecuentes las tormentas.

1.3.4.4. LEGISLACIÓN AMBIENTAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.



Mapa 13: Mapa espacios naturales protegidos del área de estudio a escala 1/500.000.
(Conselleria d'Infraestructures, Territori y medi ambient).



Mapa 14: Mapa espacios naturales protegidos del área de estudio a escala 1/20.000.
(Conselleria d'Infraestructures, Territori y medi ambient).

Según el mapa 14 sobre espacios protegidos de la zona de estudio, las parcelas de estudio se encuentran dentro de la Sierra del Negrete y el Alto Turia, que constan de 100314,7 ha, y están considerados Zona de Especial Protección para las Aves, declarado el 09/06/2009.

1.3.5. MEDIO BIÓTICO

1.3.5.1. VEGETACIÓN Y FLORA. ESPECIES DE ESTUDIO

Sierra del Negrete.

La sierra del Negrete es un área montañosa de directriz ibérica caracterizada por una abrupta topografía y cubierta por formaciones forestales entre las que domina una excelente representación de carrascales continentales. A destacar igualmente las formaciones de pino negro y sabinas, así como los bosques mixtos de quejigo. El área incluye además un sector importante del río Chera – incluyendo el embalse de Buseo--, a lo largo del cual se presentan ecosistemas ribereños de interés.

Hábitats y especies destacables: además de los carrascales (**9340**), muy bien representados, cabe destacar por su interés los matorrales arborescentes con *Juniperus* (**5210**), los matorrales oromediterráneos endémicos con aliaga (**4090**), los robledales (**9240**) y sobre todo los pinares submediterráneos de pinos negros (***9533**) y los bosques endémicos con *Juniperus* (***9560**). También merecen destacarse los manatales petrificantes (***7220**), las fresnedas termófilas de *Fraxinus angustifolia* (**91B0**) y las galerías ribereñas de *Nerio-Tamaricetea* (**92D0**) y *Salix* y *Populus alba* (**92A0**).

PLANTAS MUESTREADAS:

TUÉJAR	OTOÑO YZ1	OTOÑO YZ2	OTOÑO YZ3
<i>Anthyllis cytisoides</i>	X	X	
<i>Cistus clusii</i>	X		X
<i>Helianthemum syriacum</i>	X	X	X
<i>Plantago albicans</i>	X	X	X
<i>Thymus vulgaris</i>	X	X	X
<i>Rosmarinus officinalis</i>	X	X	X
<i>Ononis tridentate</i>	X	X	X
<i>Gypsophila struthium subsp hispanica</i>		X	

Tabla 3: Especies muestreadas Tuéjar-Otoño.

TUEJAR	PRIMAVERA YZ1	PRIMAVERA YZ2	PRIMAVERA YZ3
<i>Anthyllis cytisoides</i>	X	X	
<i>Cistus clusii</i>	X		X
<i>Helianthemum syriacum</i>	X	X	X
<i>Plantago albicans</i>	X	X	X
<i>Thymus vulgaris</i>	X	X	X
<i>Rosmarinus officinalis</i>	X	X	X
<i>Ononis tridentate</i>	X	X	X
<i>Gypsophila struthium subsp. hispanica</i>		X	X

Tabla 4: Especies muestreadas Tuéjar-Primavera.

TUEJAR	VERANO YZ1	VERANO YZ2	VERANO YZ3
<i>Anthyllis cytisoides</i>	X	X	
<i>Cistus clusii</i>	X		X
<i>Helianthemum syriacum</i>	X	X	X
<i>Plantago albicans</i>	X	X	X
<i>Thymus vulgaris</i>	X	X	X
<i>Rosmarinus officinalis</i>	X	X	X
<i>Ononis tridentate</i>	X	X	X
<i>Teucrium capitatum (TC)</i>	X	X	X
<i>Gypsophila struthium subsp. hispanica</i>		X	X

Tabla 5: Especies muestreadas Tuéjar-Verano.

1.4. ESTUDIO CLIMÁTICO

Datos obtenidos de la estación climatológica de Valencia según la Agencia Estatal de Meteorología del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente, comprendidos entre el periodo 1938 hasta la actualidad 2012.

DATOS CLIMÁTICOS:

VALORES ANUALES DESDE 1938 HASTA 2012.

VALORES ANUALES (1938-2012)					
P	T	TmM	Tmm	TM	Tm
449,73	17,7	22,11	13,09	8,61	28,47

Tabla 6: Valores climatológicos anuales (1938-2012).

VALORES MENSUALES DESDE 1938 HASTA 2012.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCTUBRE	NOV	DICIEM
p	33,91	32,60	33,37	35,67	34,86	23,29	8,84	22,10	47,99	85,55	44,94	46,58
t	11,26	11,90	13,70	15,55	18,46	22,06	24,74	25,23	23,79	19,01	14,76	11,89
tmM	15,87	16,72	16,64	20,34	23,04	26,47	29,02	29,54	28,29	23,65	19,40	16,37
tmm	6,63	7,06	8,74	10,73	13,85	17,61	20,46	20,89	19,25	14,34	10,09	7,39
tm	1,45	2,05	4,01	6,58	9,57	13,64	17,23	17,49	15,19	9,36	4,77	2,02
tM	22,16	23,67	25,95	27,39	29,80	32,24	35,02	35,18	33,79	29,23	25,19	22,02

Tabla 7: Valores climatológicos mensuales (1938-2012)

P, precipitación anual (mm)

T, temperatura media anual (°C)

T_{mM} , temperatura media anual de las máximas diarias ($^{\circ}\text{C}$)

T_{mm} , temperatura media anual de las mínimas diarias ($^{\circ}\text{C}$)

T_M , temperatura máxima absoluta ($^{\circ}\text{C}$)

T_m , temperatura mínima absoluta ($^{\circ}\text{C}$)

GRÁFICO DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES FRENTE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES:

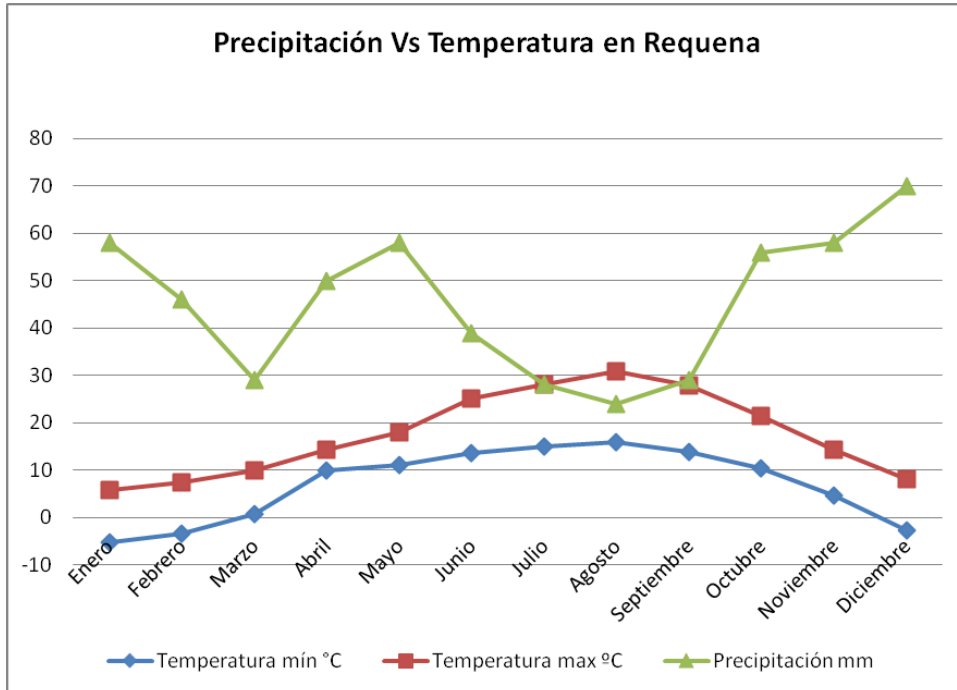


Figura 1: Precipitación frente a temperatura en la localidad de Requena.

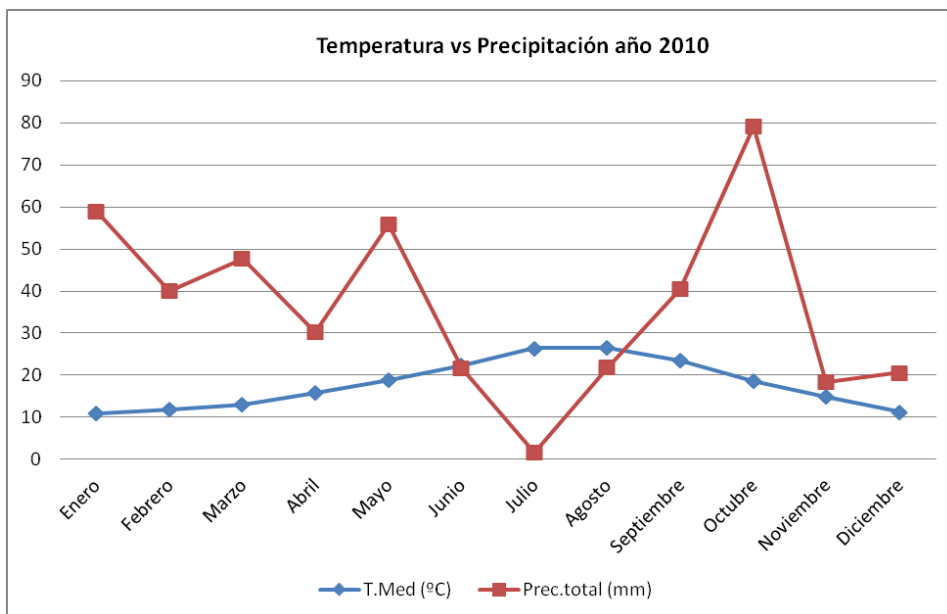


Figura 2: Precipitación frente a temperatura en la localidad de Valencia en el año 2010.

Podemos observar que en el 2010 la estación más lluviosa fue la de otoño, siendo el mes de octubre el más lluvioso. A esta estación le sigue primavera, siendo mayo el mes más lluvioso. Y por último verano, donde se observa un descenso de precipitaciones, acentuándose en julio.

Respecto a las temperaturas vemos como incrementan en verano.

ESTUDIO CLIMÁTICO:

Según el mapa Biogeográfico nº 15 del Anexo 2 cartográfico sobre la clasificación bioclimática, nuestras áreas de estudio están incluidas en la clasificación 19 a, la cual pertenece a la siguiente clasificación:

Reino Holártico

Región Mediterránea

Subregión Mediterránea Occidental

Provincia Catalana-Provenzal-Balear

Subprovincia Valenciana

Sector Valenciano-Tarraconense

Según el mapa bioclimático nº 16 del Anexo 2 cartográfico nuestra zona pertenece al ***bioclima mediterráneo pluvistacional oceánico***. Ya que el índice de continentalidad (Ic) simple es menor o igual a 21 y el índice ombrotérmico anual (Io) es mayor a dos.

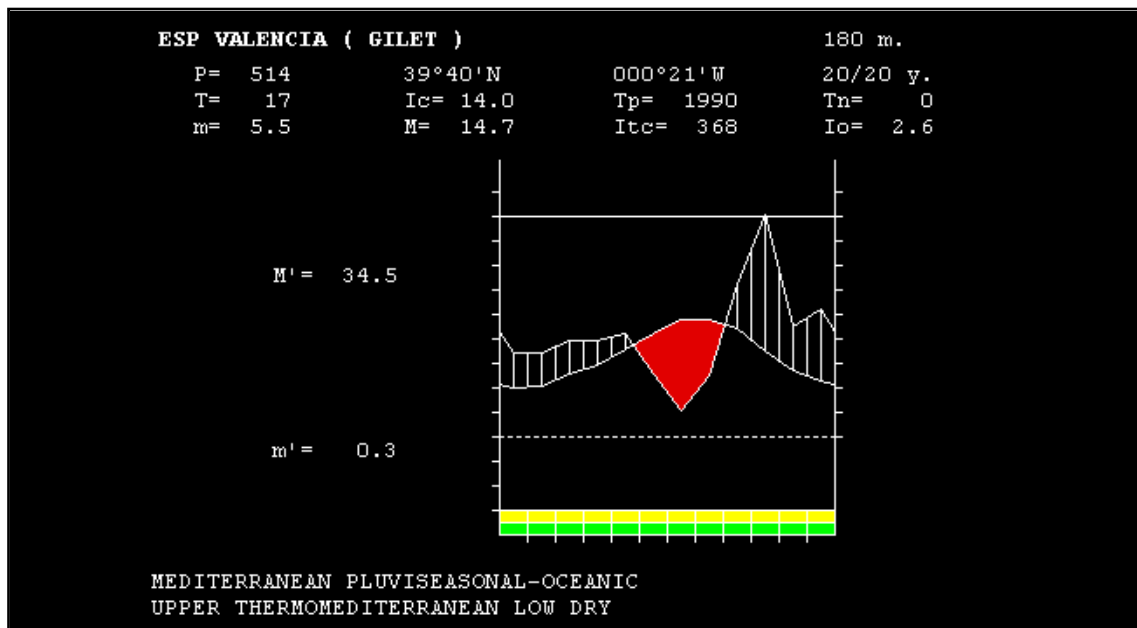


Figura 3: Gráfico bioclimático de Valencia

También podemos calcular el bioclima a partir de los valores mensuales y anuales que hemos recopilado entre el periodo de 1938 hasta 2012;

INDICE DE CONTINENTALIDAD SIMPLE (Ic); $Ic = T_{max} - T_{min}$.

Tmax : temperatura media del mes más cálido del año

Tmin : temperatura media del mes más frío del año

Ic = 25.23 - 11.26 = 13,97 → Hiperocéánico moderado subtipo semihiperocéánico.

Los índices de continentalidad reflejan la amplitud de la oscilación anual de la temperatura. Así, el grado de continentalidad es directamente proporcional a la citada amplitud. En sentido contrario se utiliza el vocablo

oceanidad; mares, lagos y océanos no helados tienden a amortiguar el contraste de la temperatura, mientras que con el alejamiento de las costas, tierra adentro, sucede lo contrario.

Por tanto la estación donde hemos cogido los datos meteorológicos ha sido Valencia, en la cual su índice de continentalidad es el semihiperocánico, mientras que nuestras parcelas no se encuentran tan cerca de la costa lo cual el Índice de continentalidad podría variar a otro más continental como el Euroceánico.

INDICE OMBROTÉRMICO ANUAL (I_o); $I_o = 10 \times P_p / T_p$

T_p : temperatura positiva anual: Suma en décimas de grados centígrados de las temperaturas medias mensuales. $T_{i_{1-12}} > 0^\circ\text{C}$

P_p : precipitación positiva anual (de los meses de T_i superior a 0°C)

$$I_o = 10 \times 212.35 / 449.73 = 4.72$$

Si tenemos en cuenta que hemos obtenido los siguientes índices:

- $I_c = 13.97 \rightarrow I_c < 21$
- $I_o = 4.72 \rightarrow I_o > 2.0$

Por tanto $I_c < 21$ y $I_o > 2.0 \rightarrow$ **Mediterráneo pluviestacional oceánico.**

Según el mapa número 7 del Anexo 2 cartográfico sobre el termoclina, nuestras áreas poseen un **termoclina Termomediterráneo**, ya que el índice de termicidad se encuentra entre 350 y 450.

INDICE DE TERMICIDAD (It);

$$It = (T+m + M)*10$$

T: temperatura media anual en grados centígrados

m: temperatura media de las mínimas del mes más frío

M: temperatura media de las máximas del mes más frío

$$It = (17.7+6.63+15.87)*10= 402$$

El índice de termicidad se encuentra entre 350 y 450, por tanto nuestros índice 402, se encuentra dentro del termoclina termomediterráneo.

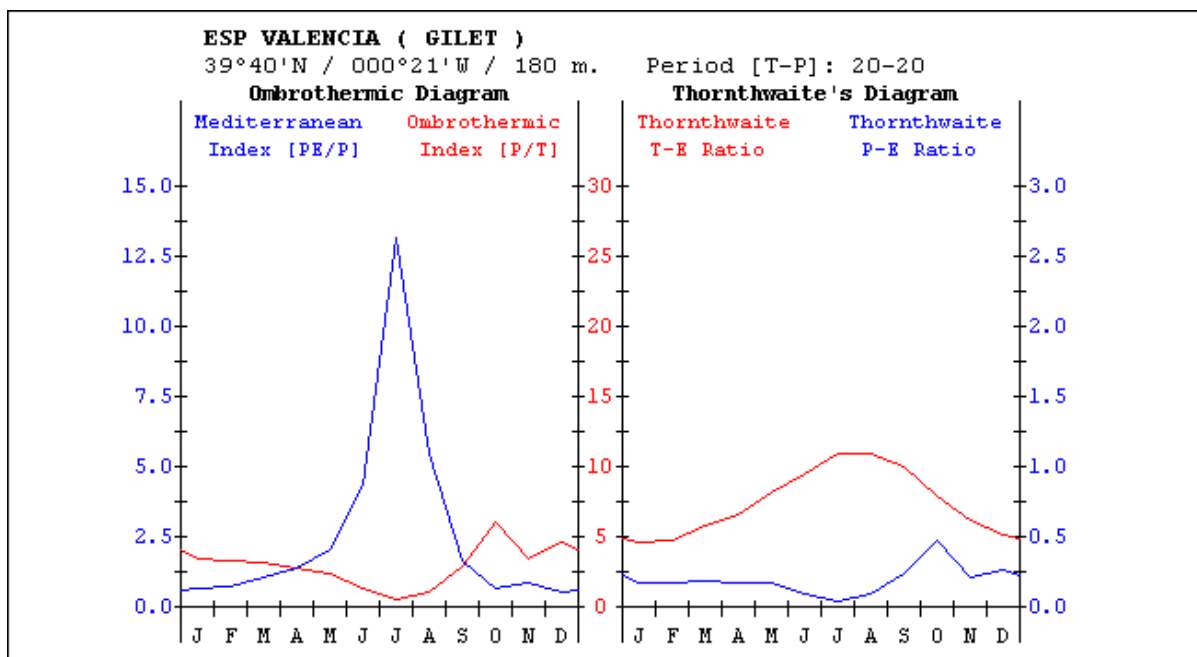


Figura 4: Gráfico termoclimático y ombroclimático de Valencia.

2. OBJETIVOS

Como objetivo principal pretendemos determinar los niveles de los cationes de la parte soluble en plantas, concretamente Na^+ , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} y analizar su variabilidad en las estaciones de primavera, verano y otoño del 2010, en un gradiente climático en dos áreas de estudio (Betera y Tuejar), que presentan así mismo dos tipos de suelos como son un Regosol y un Gipsisol respectivamente.

Las muestras en Tuejar se cogieron en tres áreas distintas, y se cogieron en las fechas:

- Estación Primavera: 26/04/2010
- Estación Verano: 19/07/2010
- Estación Otoño: 26/11/2010

Mientras que las muestras en Bétera solo se recogieron de una misma parcela y se recogieron en las fechas:

- Estación Primavera: 29/04/2010
- Estación Verano: 20/07/2010
- Estación Otoño: 30/11/2010

Lo que pretendemos es determinar los niveles de cationes Na^+ , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} de las plantas de los dos municipios (Bétera y tuéjar) y relacionar los datos obtenidos en función de la estación, en función de las dos zonas Bétera y Tuéjar, y por último e función de las tres áreas de estudio establecidas en Tuéjar (YZ1. YZ2. YZ3).

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. MUESTREO DE ESPECIES

Las muestras que hemos recogido en Bétera se sitúa en el término municipal de Serra, en la zona conocida como Porta Coeli, en la *Serra Calderona*, concretamente en las coordenadas que hemos dicho en el apartado 1.2.1 sobre la localización del área de estudio, se formaron unas parcelas de 10x10 y se muestrearon las plantas nombradas en las tablas número dos, pertenecientes a Bétera, y las tablas número tres (Tuéjar-otoño), número cuatro (Tuéjar-Primavera) y número cinco (Tuéjar-verano).

Respecto a las parcelas de Tuéjar se cogieron muestras en tres parcelas distintas de las zonas cuyas coordenadas las hemos visto anteriormente en el apartado 1.3.1., cada una de 10x10 metros.

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

Localización y recogida de la especie. Después de establecer el perímetro de las áreas donde se pretenden recoger las muestras, se recogieron un número de muestras necesarias para cada una de las plantas, el cual depende de cada una de las especies, ya que en la especie *Rosmarinus officinalis* recogíamos cinco muestras en cada una de las parcelas, mientras que en otras especies solo recogíamos una única muestra. La recogida de las muestras se realizó los siguientes días:

Bétera; Primavera (29/04/10), Verano (20/07/2012) y Otoño (30/11/2010).

Tuéjar: Primavera (26/04/2010), Verano (19/07/2010) y Otoño (26/11/2010).

El material se introdujo en bolsas con su etiquetado correspondiente: fecha de recogida, clave de la especie y número de individuo, número de parcela y coordenada.

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.

Una vez recogidas todas las muestras vegetales e introducidas en bolsas herméticas, fueron transportadas hasta el laboratorio.

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).

El peso del material seco se pesó con la balanza de precisión.

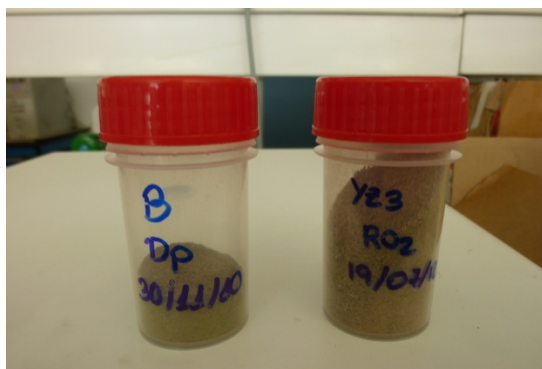
El **material** utilizado para la recolección de las especies ha sido:

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

3.2. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Una vez realizados los anteriores pasos, procedemos a la preparación de la muestra. Para poder evaluar el contenido catiónico soluble de cada una de las especies vegetales, el procedimiento a seguir es el de la infusión en el termoestático a una temperatura constante de 100 °C. Para poder realizar la infusión las muestras deben estar previamente en forma de polvo o grano muy fino por lo que las muestras fueron trituradas. Una vez trituradas cada muestra se deposita en botes cerrados los cuales fueron etiquetados estableciendo así la fecha de recogida, clave de la especie y

número de individuo, número de parcela. Antes de conservar las muestras trituradas en el vaso hermético, se tomaron los pesos tarados de la materia triturada.



Fotografía 1: Botes de muestras trituradas y etiquetadas

Las muestras están así listas para poder ponerlas en el termoestático, aunque previamente se deberá pesar la cantidad de muestra que someteremos a infusión.

El **material** utilizado ha sido el siguiente:

- Molinillo de trituración.
- Botes etiquetados para cada una de las muestras.

3.3. EXTRACCIÓN DE CATIONES SOLUBLES DE LAS PLANTAS. INFUSIÓN.

Procedimiento:

1. En primer lugar hemos pesado con la balanza analítica de precisión 0.3 g de cada una de las muestras de las plantas, introduciendo los 0.3 g de muestra en botes alargados los cuales se pondrán en gradillas de 21 bote en el termostato.

2. Ya pesadas las 21 muestras se les añade a cada uno de los botes con los 0.3 g de muestra 10 ml de agua destilada mediante una pipeta de 5 ml y se cierran preparados para poner en el termostato. Las muestras deben estar numeradas para poder saber cual corresponde a cual.
3. Mientras pesábamos todas las muestras el termostato lo habíamos encendido por lo que éste iba alcanzando una temperatura de hasta 100 °C. Cuando la pantalla indica dicha temperatura metemos la gradilla con las 21 muestras en el termostato y cronometramos 10 minutos para que pueda realizarse la infusión y obtener así la parte soluble de cada una de las muestras.
4. Una vez transcurridos los 10 minutos se saca la gradilla del termostato y se deja enfriar.
5. Mientras dejamos enfriar la gradilla hemos ido preparando los botes en los cuales recogeremos el filtrado de las muestras, por tanto éstos deben ir etiquetados con la fecha de recogida, clave de la especie y número de individuo, número de parcela. Sobre estos botes hemos puesto un embudo y papel de filtro.
6. Una vez preparados los botes, embudos y filtros, y ya enfriada la gradilla, filtramos las muestras, teniendo en cuenta que la muestra filtrada corresponde con el etiquetado de cada bote. Al filtrar la muestra le añadimos 10 ml más de agua destilada para poder recoger toda la solución filtrada de la muestra.
7. Todos los botes etiquetados de cada una de las muestras se congelan para que no se desarrollen organismos como las algas. Y de esta forma las

muestras ya están preparadas por la posterior medición de calcio, magnesio, sodio y potasio.

El **material** que hemos usado es el siguiente:

- Balanza de precisión; **Fotografía 1**
- Gradilla y botes para realizar la infusión
- Termoestato
- Botes para almacenar la muestra filtrada
- Papel de filtro
- Embudo para filtrar
- Pipeta de 5 ml
- Agua destilada



Fotografía 2: Balanza de precisión.



Fotografía 3: Termostato

TERMOSTATO

El aparato que utilizo para realizar las infusiones o extracciones de la parte soluble en agua de las plantas (termostatización de las plantas) es un OvanTherm H. es un termoestato de inmersión termostatizado de precisión, con bomba de circulación con capacidad de 6 L/min (P: 200 mbar).

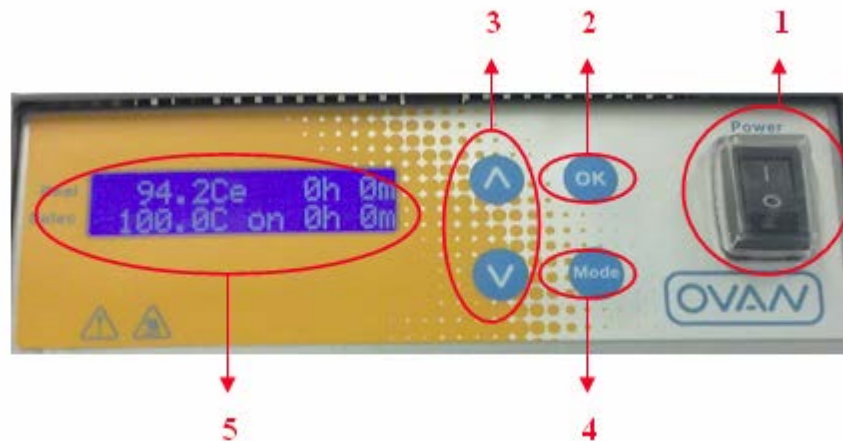
Se trata de un equipo de laboratorio el cual supera las prestaciones técnicas y de calidad estandar.

Funcionamiento:

El aparato consta de:

- Panel frontal:

1. Interruptor general
2. Pulsador de Marcha-Paro
3. Pulsadores de ajuste de valores
4. Pulsador Mode (cambio de parámetro)
5. Pantalla de datos



Fotografía 4: Pantalla del Termostato

Al activar el interruptor general “1” la pantalla LCD se ilumina y el aparato está preparado para funcionar.

La pantalla muestra la siguiente información:

- **Fila superior:** Indica la temperatura real (Izquierda) y el tiempo transcurrido (Derecha). En la zona central aparecen unos símbolos que indican la conexión de la resistencia (debemos asegurarnos de que el voltaje del enchufe corresponda con el voltaje del equipo).
- **Fila inferior:** Indica la temperatura (Izquierda) y el tiempo (Derecha) seleccionados.
- En la zona central aparecen unos símbolos (On o ##) que indican si el equipo está en marcha o no.

Al encender el aparato el cursor display indica una temperatura preseleccionada. Mediante los pulsadores de ajuste de valores ajustamos los valores deseados. Con el cursor Mode vamos cambiando de parámetros para colocar los que nos interesan en cada momento; para mi trabajo son:

Temperatura seleccionada = 100 °C

Tiempo seleccionado = 0h 0m

El ajuste de los valores podemos cambiarlos incluso cuando el aparato está en funcionamiento.

El tiempo de funcionamiento puede ir de 0 a 24 horas. Si el tiempo lo configuramos a 0h 0m, el equipo funcionará de forma continua.

Pulsamos OK y en el display pasará a marcar de “##” a “On” y el equipo iniciará la termostatización alcanzando la temperatura en unos 60 minutos aproximadamente (para 20L).apagándose cuando termina el tiempo preseleccionado, cosa que en mi caso no ocurrirá al poner un horario de funcionamiento indefinido.

En la cubeta se coloca agua destilada, que servirá de disolvente en la infusión de las plantas.

Es importante vigilar la evaporación del agua en la cocción, para que siempre esté en los límites permitidos y no se nos apague el equipo.

Calibración:

La temperatura que indica debe ser la misma que un termómetro patrón.

Cuando esta difiere, deberíamos hacer un ajuste que consiste en:

- Apagar el equipo, presionar los pulsadores de ajuste de valores a la vez y manteniéndolos pulsados encender el equipo con el interruptor.

Dejamos de pulsarlos cuando en la pantalla indica “*offset=+0,0*”.

También podemos ajustar el valor de offset deseado (+ ó -) pulsando el ajuste de valores y guardando la configuración con OK.

Termostatos de seguridad:

Este equipo dispone de dos termostatos de seguridad:

1. Cuando la temperatura real supera el 2,5 °C de la temperatura seleccionada, el equipo desconecta la calefacción con el fin de proteger las muestras de estudio.
2. Un termostato de seguridad situado en la parte posterior, que se activa cuando se supera la temperatura máxima disponible, o si la cubeta del baño se queda sin líquido suficiente. Al activarse, se desconecta el equipo, y el piloto rojo del panel frontal se ilumina y pita. Para reactivar el equipo se deja enfriar, se desconecta el tapón de la parte trasera y se pulsa el botón blanco de dentro del tapón hasta oír un “Clic”.

Advertencias de seguridad:

Como se trata de un equipo que alcanza temperaturas de 100 °C, supone riesgos de quemaduras, escaldaduras, etc. Debemos tener precaución de no tocarlo cuando la temperatura supera 45 °C o cuando parpadea.

El aparato debe estar colocado en una zona cuya temperatura ambiente no sobrepase los 40 °C de máximas y 5 °C de mínimas y los laterales estén libres para que el compresor pueda ventilarse adecuadamente. También es importante no dejar cosas encima del equipo.

Si nos encontramos con cualquier problema es aconsejable apagar el equipo y volverlo a activar pasados unos segundos.

Mantenimiento y Limpieza:

El equipo debe limpiarse periódicamente, para ello debe desconectarse y estar a temperatura ambiente. Se limpia la resistencia eléctrica, el bulbo del termoestato de seguridad y la cubeta con un producto anticál que elimine las partículas calcáreas. El resto del equipo se limpia con agua o alcohol isopropílico. No se debe utilizar acetona ni productos corrosivos.

3.4. MEDICIONES.

El procedimiento que utilizaremos en nuestras muestras va a depender de lo que queramos analizar, usaremos la fotometría de flama para analizar el sodio y potasio, y la absorción atómica para analizar el magnesio y calcio.

3.4.1. K y Na. FOTOMETRIA 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.

ANÁLISIS DE POTASIO (K) Y SODIO (Na):

Preparación de las soluciones patrón de Potasio:

A partir de una solución madre de 1000 mg/L de Potasio obtenemos soluciones de concentraciones de 1 mg/L, 5 mg/L, 10 mg/L, 15 mg/L, 20 mg/L y 100 mg/L, las cuales serán las que utilizaremos para su calibración y para elaborar la recta patrón a partir de las cuales obtendremos los valores de K.

Preparación de las soluciones patrón de Sodio:

A partir de una solución madre de 1000 mg/L de Sodio obtenemos soluciones de concentraciones de 1 mg/L, 5 mg/L, 10 mg/L, 15 mg/L, 20 mg/L y 100 mg/L, las cuales serán las que utilizaremos para su calibración y para elaborar la recta patrón a partir de las cuales obtendremos los valores de Na.

INSTRUCCIONES

ENCENDIDO Y MEDIDA:

1. Encender el fotómetro de llama pulsando POWER.
2. Seleccionar el filtro Na+.
3. Poner la rueda fuel al mínimo, sin forzar ya que el aparato es muy delicado.
4. Abrir la llave de paso de la bombona de butano.
5. Rodar 3 vueltas a la rueda Fuel.
6. Pulsar el botón IGNITION hasta que en la pantalla aparezca la indicación FLM.
7. Introducir el capilar en agua destilada, la cual será el blanco de la curva patrón.
8. Bajar el flujo de fuel hasta obtener una llama que esté en su mayoría azul.
9. Ajustar la lectura del blanco a cero con el botón BLANK.
10. Aspirar el patrón más concentrado y asignarle el valor 150 con los botones SENSITIVITY: Primero con el botón COARSE, a grosso modo y luego con el botón FINE para afinar.
11. Aspirar de nuevo agua destilada, que es el blanco de la curva patrón y volver a ajustar a cero con el botón BLANK.

12. Leer las intensidades de emisión del Na^+ en los patrones, de menos a más concentrado, y luego ya en las muestras, teniendo en cuenta que los valores de las muestras tienen que estar comprendidos dentro del intervalo de valores de la curva patrón, si esto no fuera así se deberían hacer diluciones de las muestras hasta que los valores de éstas estuvieran dentro de dicho intervalo de la curva patrón.
13. Seleccionar el filtro de K^+ y volver al punto 9 para ajuste y lectura de la intensidad de emisión del K^+ .

APAGADO:

1. Aspirar agua destilada durante unos 10 minutos, para que no queden residuos de las mediciones en el capilar.
2. Cerrar la llave de paso de la bomba de butano y, cuando se haya apagado la llama pulsar POWER.

Material y aparatos

- Fotómetro o espectrofotómetro de llama (Flame photometer PFP7 JENWAY)
- Matraz Erlenmeyer de 250ml;
- Un vaso de 2,5 litros, de vidrio calentable;
- Un vaso de 100ml.
- Muestras para analizar y Muestras patrones.
- Agua destilada



Fotografía 5: Fotómetro o espectrofotómetro de llama (Flame photometer PFP7 JENWAY)

3.4.2. Mg y Ca. ABSORCIÓN ATÓMICA.

La espectroscopia de absorción atómica (a menudo llamada AA) es un método instrumental de la Química analítica que determina una gran variedad de elementos al estado fundamental como analitos.

Es una técnica muy relacionada con la fotometría de llama ya que se utiliza una llama para atomizar la disolución de la muestra de modo que los elementos a analizar se encuentran en forma de vapor de átomos. Ahora bien, en absorción atómica existe una fuente independiente de luz monocromática, específica para cada elemento a analizar y que se hace pasar a través del vapor de átomos, midiéndose posteriormente la radiación absorbida.

ANÁLISIS DE CALCIO (Ca) Y MAGNESIO (Mg):

Preparación de las soluciones patrón de Calcio:

A partir de una solución madre de 1000 mg/L de Calcio obtenemos soluciones de concentraciones de 10 mg/L, 15 mg/L y 25 mg/L, las cuales serán las que utilizaremos para su calibración y para elaborar la recta patrón a partir de las cuales obtendremos los valores de Ca.

Preparación de las soluciones patrón de Magnesio:

A partir de una solución madre de 1000 mg/L de Magnesio obtenemos soluciones de concentraciones de 1 mg/L, 5 mg/L, 10 mg/L y 15 mg/L, las cuales serán las que utilizaremos para su calibración y para elaborar la recta patrón a partir de las cuales obtendremos los valores de Mg.

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 sus instrucciones y acoplado el filtro y lámpara correspondiente al calcio, que debe tener una transmisión máxima a 422,7nm o ajustando el monocromador para realizar medidas a 422,7nm. Primero mediremos el Calcio de las concentraciones de la recta de calibrado, empezando por la más concentrada, que en este caso es la de 25 mg/L, siguiendo por la de 15 mg/L y terminando con la de 10 mg/L.

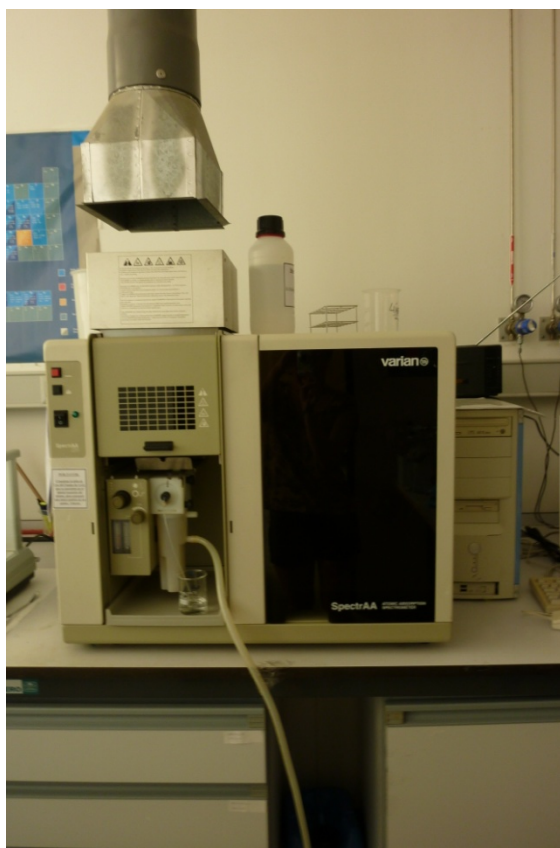
Una vez obtenida la recta de calibrado, pasamos a medir las muestras, anotando sus valores.

Mientras que el Mg, que debe tener una transmisión máxima a 285,2nm o ajustando el monocromador para realizar medidas a 285,2nm. En el caso del

Magnesio, empezaremos midiendo el magnesio de las muestras de la recta de calibrado empezando por la más concentrada que es de 15 mg/L y terminando por la menos concentrada de 1 mg/L. Una vez obtenida la recta de calibrado empezaremos a medir nuestras muestras.

Material y aparatos

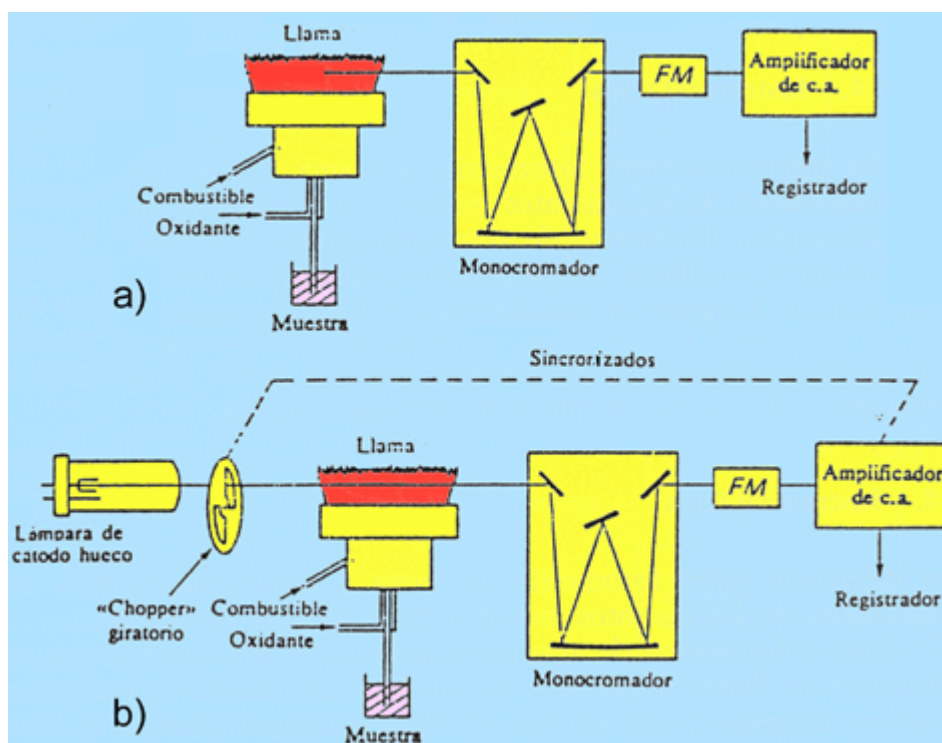
- Fotómetro de absorción atómica (Varian SpectrAA 220)
- Matraz Erlenmeyer de 250ml;
- Un vaso de 2,5 litros, de vidrio calentable;
- Un vaso de 100ml.
- Muestras patrón y nuestras muestras.
- Agua destilada.



Fotografía 6: Fotómetro de absorción atómica (Varian SpectrAA 220)

3.4.3. COMPARACIÓN ENTRE ABSORCIÓN ATÓMICA Y FOTOMETRÍA DE LLAMA

En la siguiente figura se compara un esquema de espectrofotómetro de emisión de llama (a) y el de absorción atómica (b).



Fotografía 7: Esquema de espectrofotómetro de emisión de llama (a) y el de absorción atómica (b).

Existe una estrecha relación existente entre absorción atómica y fotometría de llama. 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.

Instrumentación

La diferencia entre fotometría de llama y absorción atómica radica principalmente en los distintos métodos de medida de las señales.

Un espectrofotómetro de absorción atómica es básicamente un espectrofotómetro de llama al que se le ha añadido una fuente de radiación. Para conseguir eliminar la señal de fotometría de llama y recoger únicamente la de absorción se modula la fuente de cátodo hueco.

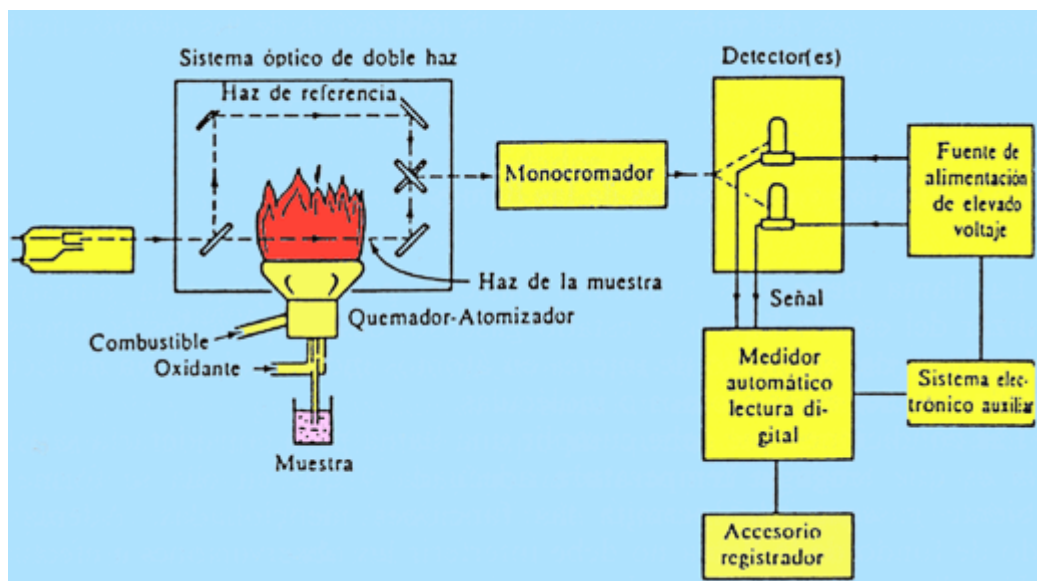
a) Fotómetros de llama

Existe una gran variedad de equipos que van desde los fotómetros de filtro de haz único a los espectrofotómetros de multicanal con corrección automática del ruido de fondo.

b) Espectrofotómetros de absorción atómica

En los últimos años se han desarrollado a gran velocidad los espectrofotómetros de absorción atómica y en el mercado existen desde los instrumentos muy sencillos de haz simple hasta diseños complejos automatizados. La mayoría de los instrumentos se diseñan de modo que puedan utilizarse en fotometría de llama.

En la siguiente figura se recoge el diagrama de bloques de espectrofotómetros de absorción atómica.



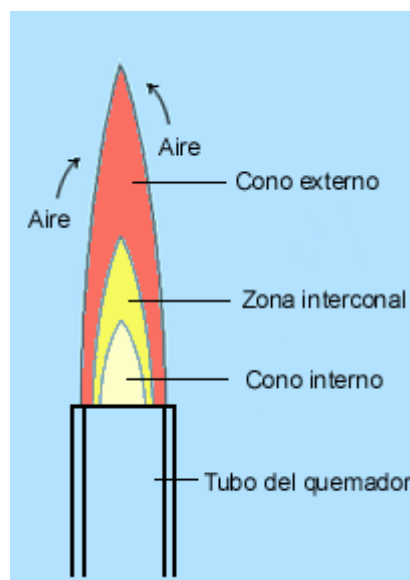
Fotografía 8: Diagrama de espectrofotómetro de absorción atómica.

Función y condiciones de las llamas

La llama tiene tres funciones básicas: permite pasar la muestra a analizar del estado líquido a estado gaseoso; descompone los compuestos moleculares del elemento de interés en átomos individuales o en moléculas sencillas y excita estos átomos o moléculas.

Las condiciones que debe cumplir una llama para considerarla satisfactoria es que tenga la temperatura adecuada y que en ella se forme un ambiente gaseoso que permita las funciones mencionadas. Además, el ruido de fondo de la llama no debe interferir las observaciones a efectuar.

Una llama típica consta de: cono interno, cono externo y zona entre conos como podemos observar en la siguiente figura.



Fotografía 9: Estructura de la Llama.

El cono interno es la zona en que tiene lugar, generalmente, una combustión parcial, es decir sin equilibrio térmico. Esta zona se calienta por conducción y radiación a partir de la región más caliente que se encuentra sobre ella. En ella se forman los productos de oxidación intermedios, se produce una gran emisión de luz (a partir del combustible y no de la muestra), una elevada ionización y una gran concentración de radicales libres. Es muy poco utilizada para trabajo analítico.

Inmediatamente encima de la región del cono interno se encuentra la zona interconal. Es la llamada parte caliente de la llama y en ella tiene lugar una combustión completa y se alcanza casi un equilibrio termodinámico. Esta llama es la que se utiliza prácticamente en análisis por fotometría de llama y espectroscopia de absorción atómica. La altura de esta zona sobre el quemador varía considerablemente con el tipo de quemador, la naturaleza de los gases utilizados y su velocidad de flujo.

La región del cono externo es una zona de combustión secundaria en la que los productos parcialmente oxidados como el monóxido de carbono pueden completar su combustión. Esta región se enfría por el aire circundante y es, en general, una región poco útil.

Fenómenos que tienen lugar en la llama

1. - Se evapora el agua o los otros disolventes dejando como residuo diminutas partículas de sal seca.

2. - La sal seca se vaporiza, es decir, pasa al estado gaseoso.

3. - Las moléculas gaseosas, o una parte de ellas, se disocian progresivamente dando lugar a átomos neutros o radicales. Estos átomos neutros son las especies absorbentes en espectroscopia de absorción atómica y son las especies emisoras en fotometría de llama.

4. - Parte de los átomos neutros se excitan térmicamente o se ionizan. La fracción excitada térmicamente es importante en análisis por fotometría de llama ya que el

retorno al estado fundamental de los electrones excitados es el responsable de la emisión de la luz que se mide.

5. - Parte de los átomos neutros o de los radicales que se encuentran en la llama pueden combinarse para formar nuevos compuestos gaseosos. La formación de estos compuestos reduce la población de los átomos neutros en las llamas y constituye las llamadas interferencias químicas que se presentan en los métodos de análisis que utilizan llamas.

La eficacia con que las llamas producen átomos neutros tiene mucha importancia. La llama de óxido nitroso-acetileno, que es más caliente que la de aire acetileno, parece ser más efectiva para la formación de átomos neutros. Los metales alcalinos son una excepción, probablemente debido a que la ionización es apreciable en la llama caliente. En cualquier caso, estos dos tipos de llama son los más adecuados para fotometría de llama y absorción atómica.

A las temperaturas ordinarias de llamas es relativamente baja la fracción de átomos del estado fundamental que se excita. Únicamente si la temperatura de la llama es muy elevada la fracción de átomos excitados empieza a ser apreciable. Este hecho pone de manifiesto la necesidad de controlar la temperatura de la llama cuidadosamente para fotometría de emisión. Por el contrario, la fracción de átomos en el estado fundamental es muy elevada y, por lo tanto, pequeñas fluctuaciones en la temperatura de la llama no son importantes para el análisis por absorción atómica.

La ionización que tiene lugar en las llamas produce normalmente la pérdida de un sólo electrón y se puede representar:



A = átomo neutro

A⁺ = su ion positivo

e^- = electrón libre

Este proceso de disociación depende de la concentración o de la presión, ya que una especie se disocia en dos. Al aumentar la presión parcial de los átomos en la llama, el porcentaje de ionización disminuye tal como debe esperarse de la aplicación de la ley de Le Châtelier.

A la temperatura de la llama acetileno-oxígeno la mayor parte de los elementos se encuentran apreciablemente ionizados. El grado de ionización del elemento a analizar puede disminuirse por adición de una elevada concentración de otro elemento que sea más fácilmente ionizable (tampón de radiación o supresor de ionización).

Es preferible, por lo general, suprimir de este modo la ionización a utilizar temperaturas de llama más bajas que hacen aumentar las interferencias químicas.

4. NUTRIENTES EN LAS PLANTAS.

Los 16 elementos exigidos por todas las plantas son el carbono (C), hidrógeno (H), nitrógeno (N), fósforo (P), **potasio (K)**, azufre (S), **calcio (Ca)**, oxígeno (O), **magnesio (Mg)**, hierro (Fe), boro (B), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn), molibdeno (Mo) y cloro(Cl).

Los nutrientes minerales son los elementos químicos que se encuentran en el suelo y que, debidamente disueltos en el agua, las plantas absorben a través de sus raíces.

Los nutrientes minerales se clasifican en dos tipos:

Macronutrientes: Se denominan así porque las plantas deben absorberlos en grandes cantidades para su perfecto funcionamiento. Estos a su vez se dividen en dos grupos:

- **Nutrientes primarios:** Son los que las plantas utilizan más abundantemente y los que primero suelen faltar en el suelo. Son los que las plantas contienen en una proporción más elevada dentro de su composición ya que, todos juntos, constituyen las $\frac{3}{4}$ partes de todos los nutrientes minerales de una planta. Por lo tanto, de igual manera, las carencias de estos nutrientes son las primeras que se suelen manifestar en las plantas. Los nutrientes primarios son el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el **Potasio (K)**.
- **Nutrientes secundarios:** No suelen faltar tan habitualmente en el suelo. Los nutrientes secundarios son el **calcio (Ca)**, el **Magnesio Mg** y el azufre (S).

Micronutrientes: Se denominan así porque las plantas deben absorberlos en pequeñas cantidades para que funcionen bien. Se denominan elementos traza dado que aparecen en trazas o pequeñas cantidades cuando se realiza un análisis químico. Los micronutrientes son el hierro (Fe), el cobre (Cu), el zinc (Zn), el cloro (Cl), el manganeso (Mn), el molibdeno (Mo), y el boro (B).

TABLA DE NUTRIENTES ESENCIALES EN LAS PLANTAS			
Nutrientes no minerales	Nutrientes minerales		
	Macronutrientes		Micronutrientes
	Primarios	Secundarios	
Carbono (C) (40-50 %)	Nitrógeno (N) (1-3 %)	Calcio (Ca) (0,5 - 3,5 %)	Cloro (Cl) (0,5 - 0,25 %)
Oxígeno (O) (42-44 %)	Potasio (K) (0,3 - 3 %)	Azufre (S) (0,1 - 0,5 %)	Hierro (Fe) (*)
Hidrógeno (H) (6-7%)	Fósforo (P)(0,05 - 1%)	Magnesio (Mg) (0,03 - 0,08 %)	Manganeso (Mn) (*)
			Cobre (Cu) (*)
			Zinc (Zn) (*)
			Boro (B) (*)
			Molibdeno (Mo) (*)

INFLUENCIA EN LAS PLANTAS:

Potasio (K): Es utilizado como un activador en muchas reacciones enzimáticas en la planta. Otra función del K en las plantas se produce en células especiales que se encuentran alrededor de los estomas. La turgencia de estas células (o la falta de turgencia) controla el grado de apertura de los estomas y por lo tanto controla el nivel de intercambio de gases y vapor de agua a través de ellos. Esta turgencia se controla por la entrada y salida del K a estas células.

Interviene en procesos osmóticos, apertura y cierre de estomas, **fotosíntesis** y transporte de carbohidratos, respiración, fijación simbiótica de nitrógeno, etc.

Calcio (Ca): Es necesario para el desarrollo de la pared celular. Además, el Ca se utiliza como un cofactor de ciertas reacciones enzimáticas. Recientemente, se ha determinado que el Ca está implicado íntimamente en la regulación de los procesos celulares mediados por una molécula llamada calmodulina. Interviene en los procesos de estructura y funcionamiento de las membranas, absorción iónica, reacciones con hormonas vegetales y activación enzimática.

Magnesio (Mg): Forma parte estructural de la clorofila. Constituyente de tioquinasa acética, quinasa pirúvica, hexoquinasa, enolasa, piruvato decarboxilasa, etc. Interviene en los procesos **de absorción iónica**, fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, balance electrolítico, estabilidad de los ribosomas, etc.

Elemento	Sim	Forma de Absorción	% en la Planta
Carbono	C	CO ₂	40 – 50
Oxígeno	O	O ₂ y H ₂ O	42 - 44
Hidrógeno	H	H ₂ y H ₂ O	6 – 7
Nitrógeno	N	NO ₃ ⁻ y NH ₄ ⁺	1 – 3
Fósforo	P	H ₂ PO ₄ ⁻ y HPO ₄ ²⁻	0.05 -1
Potasio	K	K ⁺	0.3 – 3
Calcio	Ca	Ca ²⁺	0.5 – 3.5
Magnesio	Mg	Mg ²⁺	0.03 – 0.8
Azufre	S	SO ₄ ²⁻	0.1 – 0.5
Fierro	Fe	Fe ²⁺	100 – 1000ppm
Manganeso	Mn	Mn ²⁺	50 – 300ppm
Cobre	Cu	Cu ²⁺	10 – 40ppm
Zinc	Zn	Zn ²⁺	10 – 20
Boro	B	H ₂ BO ₃ ⁻	50 – 300ppm
Molibdeno	Mo	MoO ₄ ²⁻	10 – 40 ppm
Cloro	Cl	Cl ⁻	
Sodio	Na	Na ⁺	

Tabla 8: Porcentaje y concentración de iones en las plantas

DEFICIENCIA DE NUTRIENTES.

El **potasio** se absorbe en grandes cantidades por un proceso de captación activo.

Una vez en la planta, el K es muy móvil y se transporta a los tejidos jóvenes rápidamente.

Los síntomas de deficiencia de K aparecen primero en las hojas inferiores como pecas o manchas marginales. Los resultados de una deficiencia prolongada es la necrosis en los márgenes de las hojas y las plantas pueden llegar a estar un poco marchitas. Las hojas de las plantas deficientes en general contienen menos del 1,5% de K. Los niveles excesivos de K en el sustrato, podrían inhibir la absorción de otros cationes como magnesio o calcio.

El **calcio**, a diferencia de la mayoría de los elementos, es absorbido y transportado por un mecanismo pasivo. El proceso de transpiración de las plantas es un factor importante en la absorción de calcio. Una vez en la planta, el calcio se mueve hacia las zonas de alta tasa de transpiración, como las hojas en rápida expansión.

La mayor parte de la absorción de calcio se produce en una región de la raíz detrás de la punta. Las enfermedades de la raíz, limitan considerablemente la absorción de calcio por la planta.

El calcio es inmóvil en la planta, por lo tanto, los síntomas de deficiencia aparecen primero en el nuevo crecimiento. Las deficiencias de Ca causa necrosis o rizado de las hojas nuevas y el crecimiento retorcido. Debido a que el calcio se dirige principalmente a las zonas de alta transpiración, es común que los síntomas de deficiencia se manifiesten en los frutos donde la transpiración es muy baja.

Puesto que el movimiento de Ca en la planta está relacionada con la transpiración, se deduce que las condiciones ambientales que afectan la transpiración también afectan el movimiento de Ca. Los períodos de alta humedad pueden conducir a que las puntas de ciertas plantas se vean como quemadas, ya que la transpiración es baja debido a la humedad y no satisface la elevada necesidad de calcio a las zonas de crecimiento de las hojas en expansión.

Las concentraciones de calcio en las hojas normales, recientemente maduras será del 1.0% al 5.0%. Las deficiencias, sin embargo, pueden ocurrir de manera temporal bajo ciertas condiciones ambientales como se mencionó anteriormente. Además, la absorción de calcio puede ser afectada por otros iones como el NH_4 , Mg y K. Estos cationes pueden competir con el Ca en la absorción por la raíz. Para evitar la competencia los cationes mencionados no deben ser suministrados en exceso a lo que se necesita por la planta

El **magnesio** es absorbido por la planta en cantidades menores que el Ca. La absorción de Mg es también muy afectada por la competencia de otros, tales como K, Ca, o NH_4 . A diferencia del Ca, el Mg es móvil en la planta y las deficiencias aparecen primero en las hojas inferiores.

La deficiencia de Mg produce clorosis intervenal que puede conducir a la necrosis de las zonas afectadas.

El Mg se encuentra normalmente en concentraciones de 0.2% a 0.8% en las hojas normales. Las condiciones que conducen a la deficiencia incluyen mal diseño de los programas de abono que contienen muy poco Mg o que el K, Ca, o NH_4 están en exceso.

La absorción de K y Mg están negativamente correlacionadas. Este problema puede ocurrir cuando el suministro de Mg es insuficiente o cuando el suministro de K es excesivo.

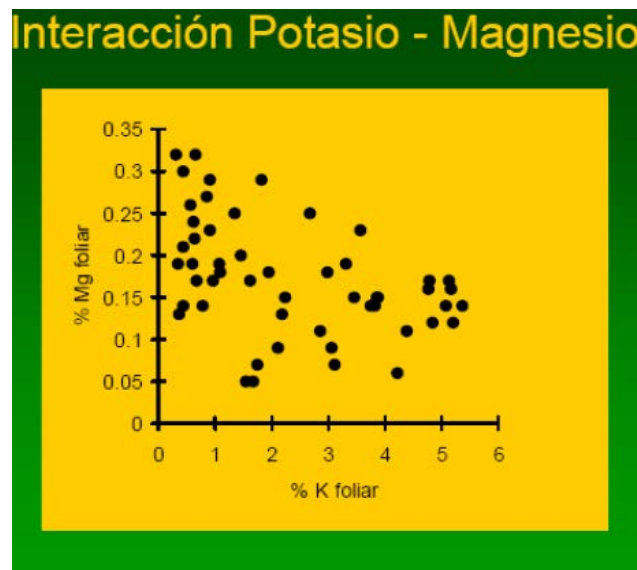


Figura 5: Interacción Potasio-Magnesio

Problemática del Na:

El Na, a diferencia de los anteriores, no está probado que sea un nutriente esencial para las plantas.

Algunas especies han mostrado respuesta positiva al Na bajo condiciones de escasez como plantas C4 como ciperáceas.

El Na puede sustituir al K en ciertas funciones en las plantas (especialmente relacionadas a mantenimiento de la turgencia). La problemática del Na en los suelos está más frecuentemente relacionada al exceso de Na. El sodio puede ser muy perjudicial en sistemas de recirculación, ya que se acumula con el tiempo en la solución hidropónica.

El exceso de Na en los suelos afecta las propiedades físicas, los coloides permanecen en estado disperso y existe pobre agregación e insuficiente aireación. También tiene efecto sobre el pH, pudiendo provocar deficiencia de micronutrientes debido al pH alto. En los suelos salinos existe un efecto osmótico de la alta concentración de sales en la solución del suelo que afecta negativamente las plantas (absorción de agua).

La estructura del suelo es la forma en que las partículas forman agregados. El Calcio favorece mucho la agregación, mientras que el Sodio (Na) tiene un efecto dispersante.

PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO.

- **Reacción del suelo (pH):** Es una propiedad que tiene influencia indirecta en los procesos químicos, disponibilidad de nutrientes, procesos biológicos y actividad microbiana.

Es definido como el logaritmo inverso de la actividad de iones hidrógeno en la solución suelo. Normalmente el rango de pH de los suelos varía entre 3,5 a 9,0, la razón por la que no se alcanza valores extremos de 0 ó 14 se debe a que la solución suelos no es una solución verdadera, sino una solución coloidal.

A la mayoría de especies cultivadas, les favorece pH entre valores de 5,5 a 7,5, pero cada especie y variedad tiene un rango específico donde se desarrolla mejor.

El pH influye en la disponibilidad de nutrientes en las plantas. En la siguiente imagen podemos ver la disponibilidad de los nutrientes en función del pH del suelo

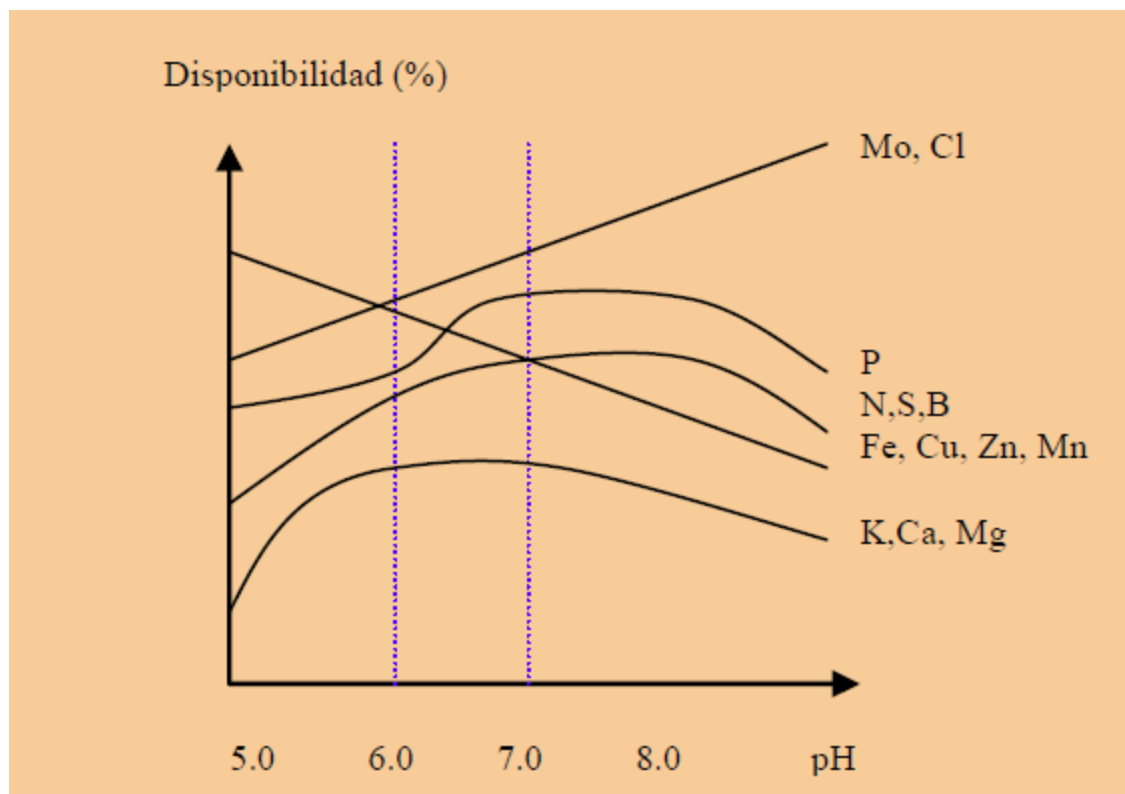


Figura 6: Disponibilidad de iones según el pH.

Podemos observar que los cationes de estudio (K, Ca, Mg) tienen mayor disponibilidad a pH de entre seis y siete.

- **Las Arcillas del Suelo:** La fracción mineral de los suelos lo constituyen las arcillas. Si bien desde el punto de vista de su tamaño, adoptan ese nombre las partículas < 2 mm de diámetro, es mucho más trascendente el

comportamiento coloidal que exhiben, es decir la capacidad de mostrar cargas negativas en donde se absorben los cationes que constituyen la posibilidad de reserva de nutrientes.

Otra característica es su estructura cristalina, la que toma como referencia para su clasificación.

En cuanto a su origen, las arcillas se derivan de minerales primarios como feldespatos, micas, minerales ferromagnesianos, de allí su nombre de minerales secundarios. La mayoría de arcillas tienen estructura cristalina, es decir, poseen una ordenación repetida de los átomos de que están compuestos. Láminas tetraedrales de silicio y láminas octaedrales de Al se superponen en disposición plana para formar capas.

Por diversas razones las arcillas exhiben cargas negativas netas, que le permite atraer y retener cationes como Ca, Mg, K, Na, H, Al, NH₄⁺, etc., la magnitud de esa carga negativa se expresa en meq/100g de suelo.

FACTORES EXTERNOS QUE AFECTAN LA ABSORCIÓN IÓNICA.

- **Disponibilidad:** La raíz absorbe nutrientes de la solución suelo, para lo cual debe haber existido primero una transferencia de la fase sólida a la solución. Eso depende de varios factores: Humedad, a mayor humedad mayor solución; Aireación, los microorganismos que transforman la materia orgánica, necesitan oxígeno, por otro lado puede disminuir la disponibilidad de fierro; materia orgánica, ayuda a mantener la disponibilidad de fosfatos al igual que calcio, magnesio y potasio; pH, tal vez sea el mayor factor de influencia en la disponibilidad, ya que se ha demostrado que entre valores 6,0 a 6,5 existe la mayor disponibilidad de la mayoría de nutrientes.
- **Temperatura:** En la banda entre 0 y 30°C la absorción crece de manera lineal.

- **Elemento:** Los elementos son absorbidos con velocidades diferentes, en general obedeciendo al siguiente orden decreciente:

Aniones: $\text{NO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{H}_2\text{PO}_4^-$

Cationes: $\text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$

- **Otros iones:** La solución suelo, es una población altamente heterogénea de iones que contienen elementos esenciales, benéficos y tóxicos, lo cual está en función del incremento o disminución de la concentración.

INTERACCIÓN IÓNICA:

Interacciones más comunes (Malavolta, 1989).

- No Competitiva, la presencia del ión inhibe al otro.
- Competitiva, cuando tienen el mismo transportador.

Interacción	Elementos	Elementos
Competitiva	MoO_4^{2-}	SO_4^{2-}
Competitiva	Zn^{2+}	Mg^{2+} , Cu^{2+}
Competitiva	Fe^{2+}	Mn^{2+}
Competitiva	Mg^{2+}	K^+
No Competitiva	Ca^{2+}	Mg^{2+} (a veces)
No Competitiva	Zn^{2+}	H_2PO_4^-
Competitiva	SO_4^{2-}	SeO_4^{2-}
Competitiva	Cl^-	Br^-

Tabla 9: Tipo de interacción según los elementos que estén implicados.

Sinergismos y Antagonismos más Importantes (Burt, et al, 1998)

- Antagonismos: Un Elemento reduce el efecto tóxico del otro.
- Sinergismos: Un Elemento favorece la absorción de otro.

Asimilación del Nutriente	Antagonismo con Elemento	Sinergismos con Elemento
NH ₄ ⁺	Mg, Ca, K, Mo	Mn, P, S, Cl
NO ₃ ⁻	Fe, Cu, Cl	Ca, Mg, K, Mo
P	Cu, Zn	Mo
K	Ca, Mg	Mn (suelos ácidos)
Ca		Mn (suelos básicos)
Mg	Ca, K	Mo
Fe	Cu, Zn	K
Zn	Cu, P	
Cu	Zn, Mo, P	
Mn	Zn, Ca, Mo	
Mo	Cu, Mn	

Tabla 10: Sinergismos y antagonismos de los elementos asimilables por las plantas.

Una cantidad excesiva de las sales en el suelo puede llegar a impedir tanto la absorción de agua por las raíces de los vegetales, como alterar una equilibrada absorción de nutrientes. Por estas razones, la nutrición de las plantas se ve perturbada, pudiéndose en casos extremos inhibir su crecimiento. A menudo puede hablarse de toxicidad. De este modo, se producen enfermedades de tallo, raíces, hojas y semillas, debido en la mayoría de los casos a la bioacumulación en estos órganos de ciertos iones que afectan al funcionamiento normal de la planta.

Existen básicamente, tres componentes del estrés salino que afectan a las plantas: **a) efecto osmótico**, **b) efecto nutricional** y **c) efecto tóxico**. El primero está generado por un aumento del potencial osmótico del suelo que disminuye la disponibilidad de agua para la planta. Las alteraciones nutricionales por estrés salino se producen cuando el vegetal tiene problemas para absorber ciertos iones esenciales (nutrientes) en presencia de excesivas cantidades de sales solubles en el suelo. El efecto tóxico está inducido, casi siempre, por iones como Cl y Na. La toxicidad del Na puede ser directa, como en el caso de especies sensibles al exceso de este ión o indirecta, cuando se deteriora la estructura del suelo por su presencia. En este último

caso, se origina un descenso en el crecimiento de la planta como consecuencia de la disminución de los contenidos de oxígeno necesarios para la respiración de las raíces, así como por el descenso de la conductividad hidráulica del suelo. Pero vayamos por partes.

Salinidad y nutrición vegetal: un exceso de sales en el suelo afecta negativamente a la nutrición de las plantas mediante una serie determinada de procesos. En primer lugar las soluciones muy salinas elevan notablemente el pH del suelo y como corolario, alteran la disponibilidad de nutrientes que pueden adquirir las plantas. Por otro lado, el exceso de ciertas sales ocasiona interacciones entre ciertos elementos químicos y o moléculas perjudiciales para las plantas. Esto es lo que sucede con los cloruros y nitratos y fosfatos, por ejemplo. Sin embargo, existen relaciones de sinergismo entre potasio e hierro y entre magnesio y fósforo.

4.1. RESULTADOS BÉTERA.

4.1.1. RESULTADOS BÉTERA SEGÚN LA ESTACIÓN DE ESTUDIO

		Descriptivos							
		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%			
						Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Na	Primavera	20	,001837	,0012582	,0002814	,001248	,002426	,0012	,0057
	Verano	18	,002201	,0025847	,0006092	,000916	,003486	,0002	,0088
	Otoño	18	,079576	,1295493	,0305351	,015152	,143999	,0013	,3606
	Total	56	,026941	,0807852	,0107954	,005307	,048576	,0002	,3606
K	Primavera	20	,198539	,0518369	,0115911	,174278	,222799	,1045	,2933
	Verano	18	,197052	,0535669	,0126258	,170414	,223691	,1307	,2947
	Otoño	18	,172956	,0500572	,0117986	,148063	,197849	,1065	,2520
	Total	56	,189838	,0522255	,0069789	,175852	,203824	,1045	,2947
Ca	Primavera	20	,059720	,0543512	,0121533	,034283	,085158	,0177	,2426
	Verano	18	,080285	,0371282	,0087512	,061822	,098748	,0368	,1491
	Otoño	18	,047264	,0428601	,0101022	,025950	,068577	,0101	,1732
	Total	56	,062327	,0468683	,0062630	,049775	,074878	,0101	,2426
Mg	Primavera	20	,021802	,0156611	,0035019	,014473	,029132	,0037	,0504
	Verano	18	,015972	,0105116	,0024776	,010744	,021199	,0030	,0432
	Otoño	18	,022103	,0159675	,0037636	,014162	,030043	,0033	,0610

Descriptivos

		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Na	Primavera	20	,001837	,0012582	,0002814	,001248	,002426	,0012	,0057
	Verano	18	,002201	,0025847	,0006092	,000916	,003486	,0002	,0088
	Otoño	18	,079576	,1295493	,0305351	,015152	,143999	,0013	,3606
	Total	56	,026941	,0807852	,0107954	,005307	,048576	,0002	,3606
K	Primavera	20	,198539	,0518369	,0115911	,174278	,222799	,1045	,2933
	Verano	18	,197052	,0535669	,0126258	,170414	,223691	,1307	,2947
	Otoño	18	,172956	,0500572	,0117986	,148063	,197849	,1065	,2520
	Total	56	,189838	,0522255	,0069789	,175852	,203824	,1045	,2947
Ca	Primavera	20	,059720	,0543512	,0121533	,034283	,085158	,0177	,2426
	Verano	18	,080285	,0371282	,0087512	,061822	,098748	,0368	,1491
	Otoño	18	,047264	,0428601	,0101022	,025950	,068577	,0101	,1732
	Total	56	,062327	,0468683	,0062630	,049775	,074878	,0101	,2426
Mg	Primavera	20	,021802	,0156611	,0035019	,014473	,029132	,0037	,0504
	Verano	18	,015972	,0105116	,0024776	,010744	,021199	,0030	,0432
	Otoño	18	,022103	,0159675	,0037636	,014162	,030043	,0033	,0610
	Total	56	,020025	,0143397	,0019162	,016185	,023865	,0030	,0610

Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Na	53,003	2	53	,000
K	,330	2	53	,720
Ca	,452	2	53	,639
Mg	3,172	2	53	,050

COMPARACIÓN ENTRE LOS CATIONES EN BÉTERA

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Na	Inter-grupos	,073	2	,037	6,822	,002
	Intra-grupos	,285	53	,005		
	Total	,359	55			
K	Inter-grupos	,008	2	,004	1,410	,253
	Intra-grupos	,142	53	,003		
	Total	,150	55			
Ca	Inter-grupos	,010	2	,005	2,398	,101
	Intra-grupos	,111	53	,002		
	Total	,121	55			
Mg	Inter-grupos	,000	2	,000	1,064	,352
	Intra-grupos	,011	53	,000		
	Total	,011	55			

Tabla 11: Comparación de los cationes.

COMPARACIÓN DE LOS CATIONES SEGÚN LAS ESTACIONES EN BÉTERA

Comparaciones múltiples

DMS

Variable dependiente	(I) ESTACIÓN	(J) ESTACIÓN	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
Na	Primavera	Verano	-,0003640	,0238436	,988	-,048188	,047460	
		Otoño	-,0777385*	,0238436	,002	-,125563	-,029914	
	Verano	Primavera	,0003640	,0238436	,988	-,047460	,048188	
		Otoño	-,0773745*	,0244630	,003	-,126441	-,028308	
	Otoño	Primavera	,0777385*	,0238436	,002	,029914	,125563	
		Verano	,0773745*	,0244630	,003	,028308	,126441	
	K	Primavera	Verano	,0014862	,0168425	,930	-,032296	,035268
			Otoño	,0255827	,0168425	,135	-,008199	,059364
Verano		Primavera	-,0014862	,0168425	,930	-,035268	,032296	
		Otoño	,0240965	,0172800	,169	-,010563	,058756	
Otoño		Primavera	-,0255827	,0168425	,135	-,059364	,008199	
		Verano	-,0240965	,0172800	,169	-,058756	,010563	
Ca	Primavera	Verano	-,0205645	,0148543	,172	-,050359	,009230	
		Otoño	,0124569	,0148543	,405	-,017337	,042251	
	Verano	Primavera	,0205645	,0148543	,172	-,009230	,050359	
		Otoño	,0330214*	,0152402	,035	,002453	,063589	

	Otoño	Primavera	-,0124569	,0148543	,405	-,042251	,017337
		Verano	-,0330214*	,0152402	,035	-,063589	-,002453
Mg	Primavera	Verano	,0058308	,0046534	,216	-,003503	,015164
		Otoño	-,0003004	,0046534	,949	-,009634	,009033
	Verano	Primavera	-,0058308	,0046534	,216	-,015164	,003503
		Otoño	-,0061312	,0047743	,205	-,015707	,003445
	Otoño	Primavera	,0003004	,0046534	,949	-,009033	,009634
		Verano	,0061312	,0047743	,205	-,003445	,015707

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 12: Comparación de los cationes entre las estaciones.

GRÁFICAS DE CADA CATION EN FUNCIÓN DE LA ESTACIÓN EN BÉTERA

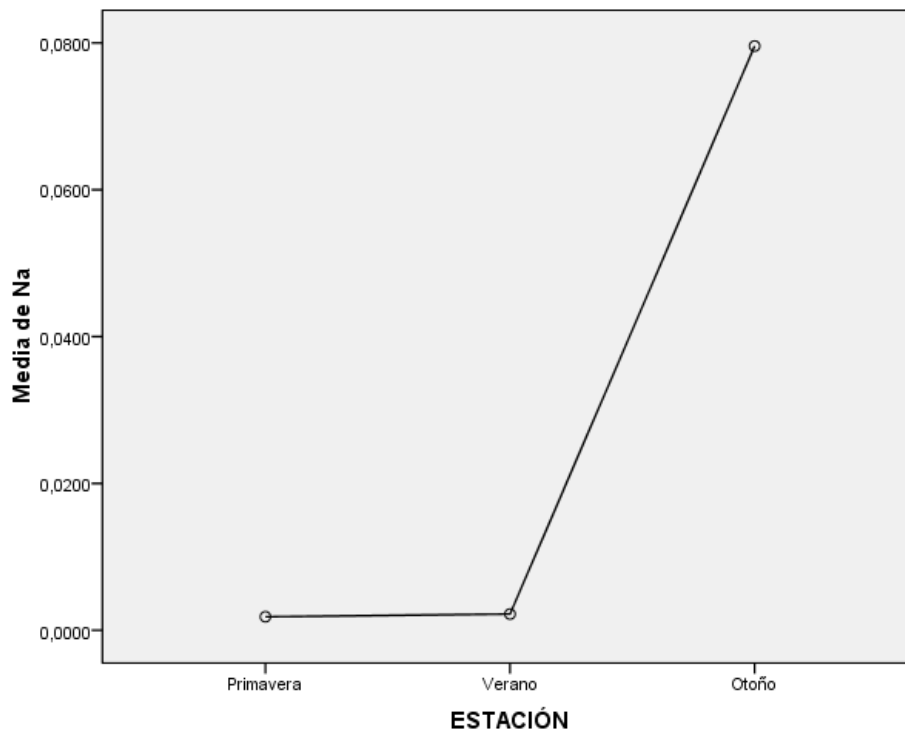


Figura 7: Media de Sodio según las tres estaciones.

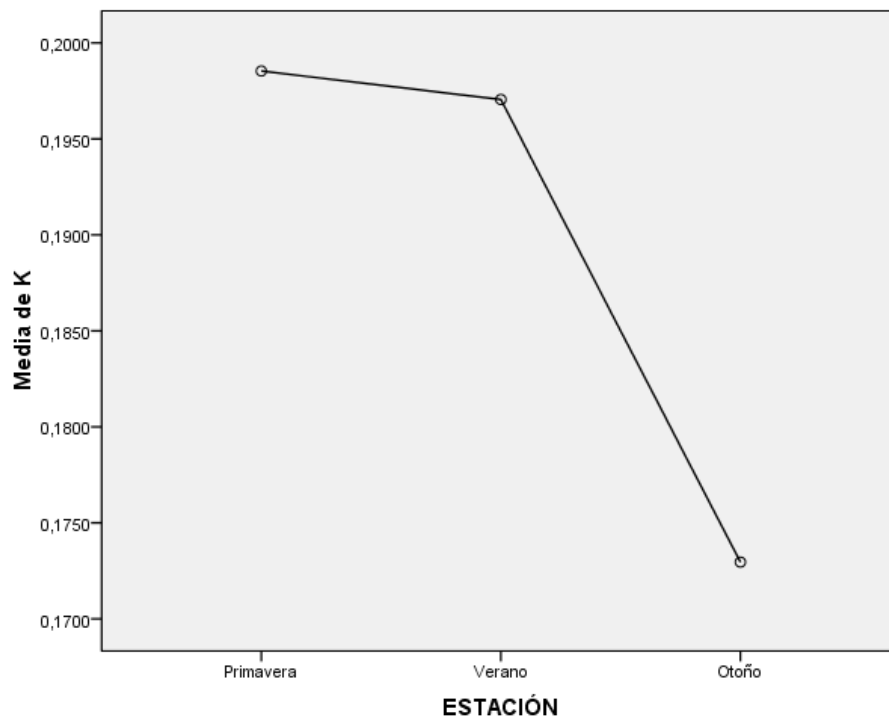


Figura 8: Media del K según las tres estaciones.

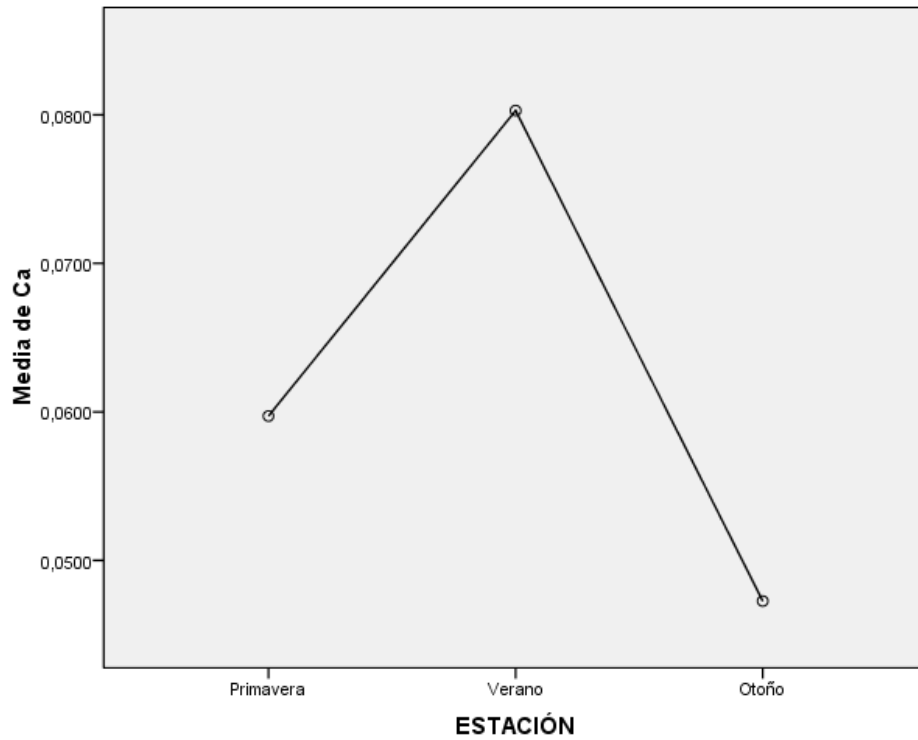


Figura 9: Media del Calcio según las tres estaciones.

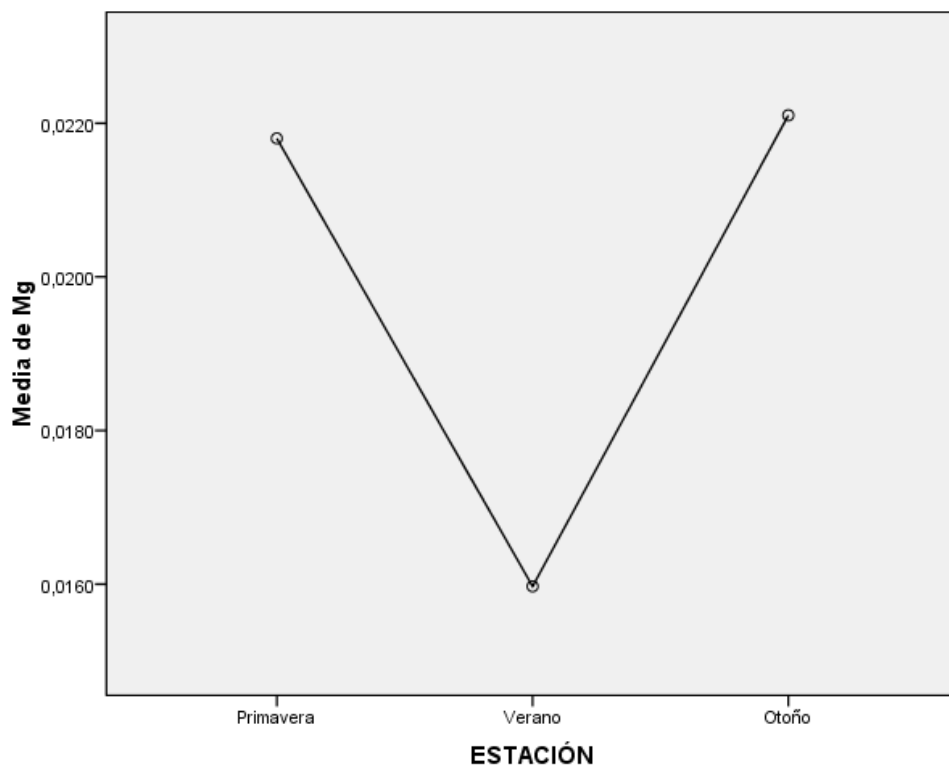


Figura 10: Media del Magnesio según las tres estaciones.

En la tabla once sobre la comparación de los cationes podemos observar que el único catión que presenta diferencias estadísticamente significativas es el Sodio, mientras que los otros no. En la figura siete sobre la media del sodio, podemos verlo representado, poseyendo valores alrededor de cero durante primavera y verano y en otoño aumentando los valores hasta 0.08. Esto puede deberse a que durante el verano las pocas precipitaciones hacen que las sales se acumulen en la superficie del suelo y con la llegada del otoño estas se solubilizan y son asimiladas por las plantas provocando un ascenso del sodio en plantas. En la figura dos donde están representadas las precipitaciones frente la temperatura en Valencia podemos ver que en el mes de octubre las precipitaciones son elevadas por tanto se solubilizan las sales y son absorbidas por las plantas. Respecto a los otros cationes la variabilidad que hay entre las estaciones no es significativa.

Si observamos la tabla doce donde se compara cada catión según las estaciones, podemos ver que el sodio en otoño tiene una variabilidad estadística significativa con respecto a las otras dos estaciones, ya mencionado antes. Pero además del sodio, en esta tabla podemos ver que hay otros cationes como el calcio donde hay diferencia significativa, ya que el calcio en verano tiene valores elevados y en otoño desciende. Esto puede ser debido a que las precipitaciones de primavera (ver figura 2) han solubilizado el calcio el cual es absorbido por las plantas y es acumulado en ellas para poder soportar los periodos más secos. Además otro factor que puede influir en el aumento de calcio en verano es que el calcio es captado de forma pasiva, por lo que la transpiración en las plantas es muy importante para la absorción del calcio por éstas, ya que en verano la transpiración es mayor que en el resto del año. En otoño el calcio desciende, lo cual puede ser debido a que las fuertes precipitaciones de otoño hayan causado una movilización del calcio a estratos más inferiores del suelo, haciendo que no sean accesibles a las plantas,

también puede ser debido a que los niveles de sodio aumentan en otoño por lo que este compite con el calcio, por tanto es absorbido en menor cantidad y el sodio en mayor cantidad. Respecto al magnesio y potasio no hay diferencias significativas durante las tres estaciones, pero podemos observar que el Magnesio aumenta en otoño (figura 10), para contrarrestar los efectos nocivos del sodio que aumenta también en esta estación.

4.2. RESULTADOS TUÉJAR.

4.2.1. RESULTADOS TUÉJAR SEGÚN LA ESTACIÓN.

		Descriptivos							
		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%			
						Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Na	Primavera	52	,058236	,0459796	,0063762	,045435	,071037	,0000	,1452
	Verano	67	,038040	,0405159	,0049498	,028158	,047923	,0004	,1069
	Otoño	61	,001798	,0015690	,0002009	,001396	,002200	,0004	,0066
	Total	180	,031592	,0416262	,0031026	,025470	,037715	,0000	,1452
K	Primavera	52	,120709	,0362984	,0050337	,110603	,130814	,0671	,2154
	Verano	67	,135504	,0385965	,0047153	,126089	,144918	,0526	,2024
	Otoño	61	,161793	,0743349	,0095176	,142755	,180831	,0380	,3078
	Total	180	,140139	,0552663	,0041193	,132010	,148267	,0380	,3078
Ca	Primavera	52	,025100	,0042658	,0005916	,023912	,026288	,0193	,0385
	Verano	67	,107515	,1199496	,0146542	,078257	,136773	,0213	,3958
	Otoño	61	,267268	,2039753	,0261164	,215027	,319508	,0143	,8459
	Total	180	,137845	,1702984	,0126933	,112797	,162892	,0143	,8459
Mg	Primavera	52	,052036	,0207744	,0028809	,046253	,057820	,0088	,0760
	Verano	67	,052862	,0245286	,0029966	,046879	,058845	,0138	,0948
	Otoño	61	,055200	,0206503	,0026440	,049911	,060489	,0223	,0833
	Total	180	,053416	,0221245	,0016491	,050162	,056670	,0088	,0948

Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de			
	Levene	gl1	gl2	Sig.
Na	238,954	2	177	,000
K	20,029	2	177	,000
Ca	67,419	2	177	,000
Mg	2,846	2	177	,061

COMPARACIÓN ENTRE LOS CATIONES EN TUÉJAR.

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Na	Inter-grupos	,094	2	,047	38,398	,000
	Intra-grupos	,216	177	,001		
	Total	,310	179			
K	Inter-grupos	,050	2	,025	8,844	,000
	Intra-grupos	,497	177	,003		
	Total	,547	179			
Ca	Inter-grupos	1,744	2	,872	44,788	,000
	Intra-grupos	3,447	177	,019		
	Total	5,191	179			
Mg	Inter-grupos	,000	2	,000	,318	,728
	Intra-grupos	,087	177	,000		
	Total	,088	179			

Tabla 13: Comparación de los cationes

COMPARACIÓN DE LOS CATIONES SEGÚN LAS ESTACIONES EN TUÉJAR.

Comparaciones múltiples

DMS

Variable	(I)	(J)	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Na	Primavera	Verano	,0201960 [*]	,0064608	,002	,007446	,032946
		Otoño	,0564385 [*]	,0065982	,000	,043417	,069460
	Verano	Primavera	-,0201960 [*]	,0064608	,002	-,032946	-,007446
		Otoño	,0362425 [*]	,0061866	,000	,024033	,048452
	Otoño	Primavera	-,0564385 [*]	,0065982	,000	-,069460	-,043417
		Verano	-,0362425 [*]	,0061866	,000	-,048452	-,024033
K	Primavera	Verano	-,0147948	,0097938	,133	-,034122	,004533
		Otoño	-,0410841 [*]	,0100021	,000	-,060823	-,021345
	Verano	Primavera	,0147948	,0097938	,133	-,004533	,034122
		Otoño	-,0262893 [*]	,0093782	,006	-,044797	-,007782
	Otoño	Primavera	,0410841 [*]	,0100021	,000	,021345	,060823
		Verano	,0262893 [*]	,0093782	,006	,007782	,044797
Ca	Primavera	Verano	-,0824152 [*]	,0257906	,002	-,133312	-,031519
		Otoño	-,2421677 [*]	,0263390	,000	-,294147	-,190189
	Verano	Primavera	,0824152 [*]	,0257906	,002	,031519	,133312

		Otoño	-,1597524*	,0246962	,000	-,208489	-,111016
	Otoño	Primavera	,2421677*	,0263390	,000	,190189	,294147
		Verano	,1597524*	,0246962	,000	,111016	,208489
Mg	Primavera	Verano	-,0008258	,0041046	,841	-,008926	,007274
		Otoño	-,0031635	,0041919	,451	-,011436	,005109
	Verano	Primavera	,0008258	,0041046	,841	-,007274	,008926
		Otoño	-,0023377	,0039304	,553	-,010094	,005419
	Otoño	Primavera	,0031635	,0041919	,451	-,005109	,011436
		Verano	,0023377	,0039304	,553	-,005419	,010094

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 14: Comparación de los cationes entre las estaciones.

GRÁFICAS DE CADA CATION EN FUNCIÓN DE LA ESTACIÓN EN TUÉJAR

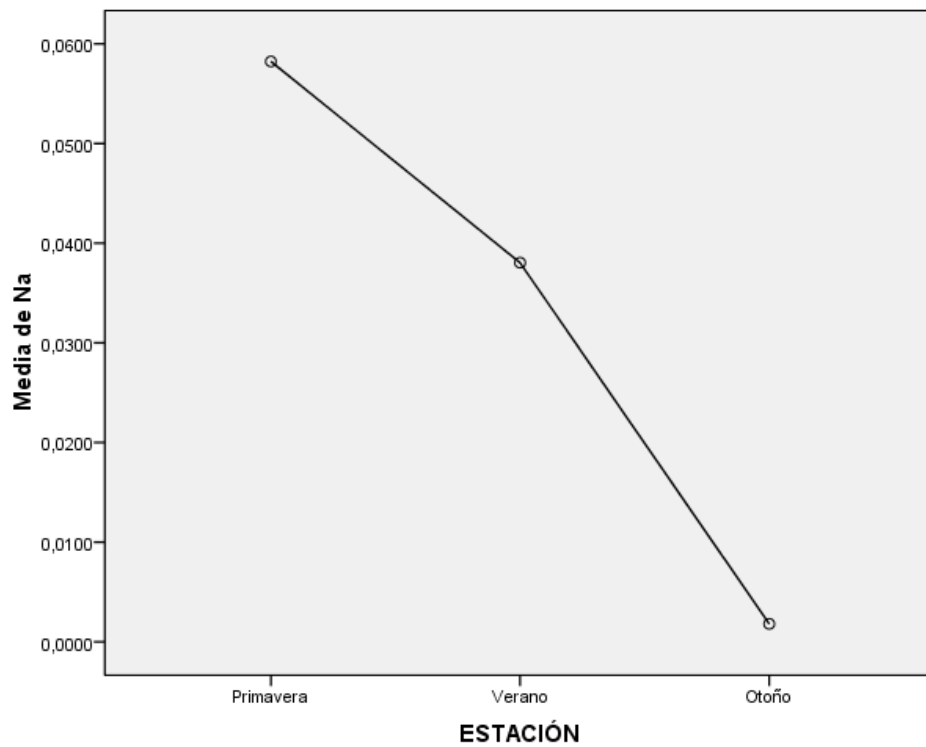


Figura 11: Media del sodio según las tres estaciones.

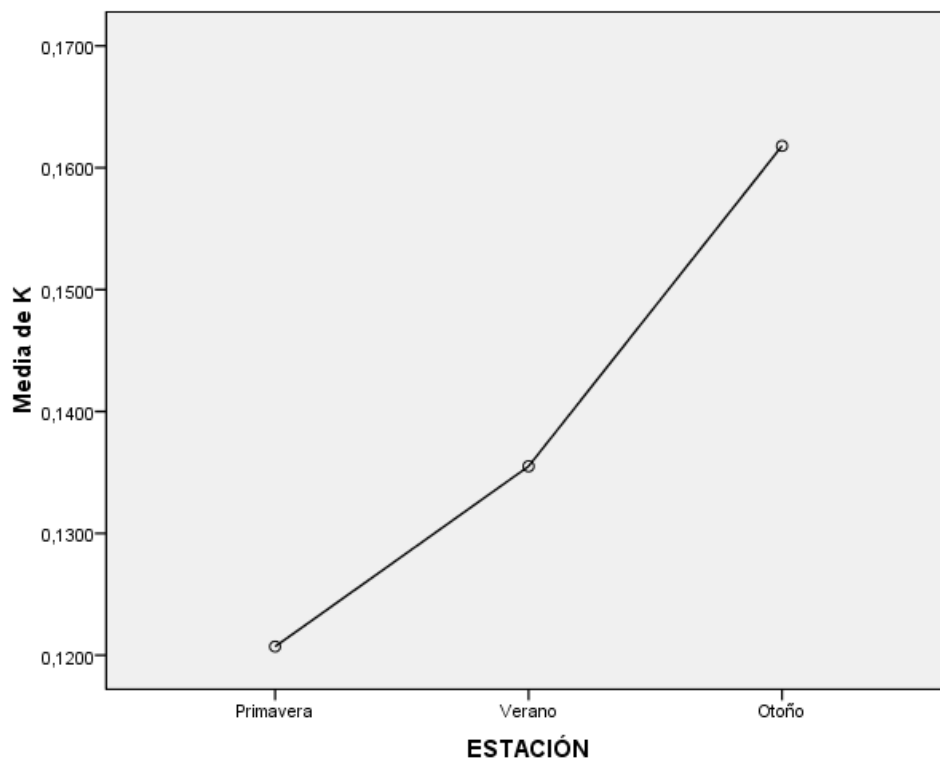


Figura 12: Media del Potasio según las tres estaciones.

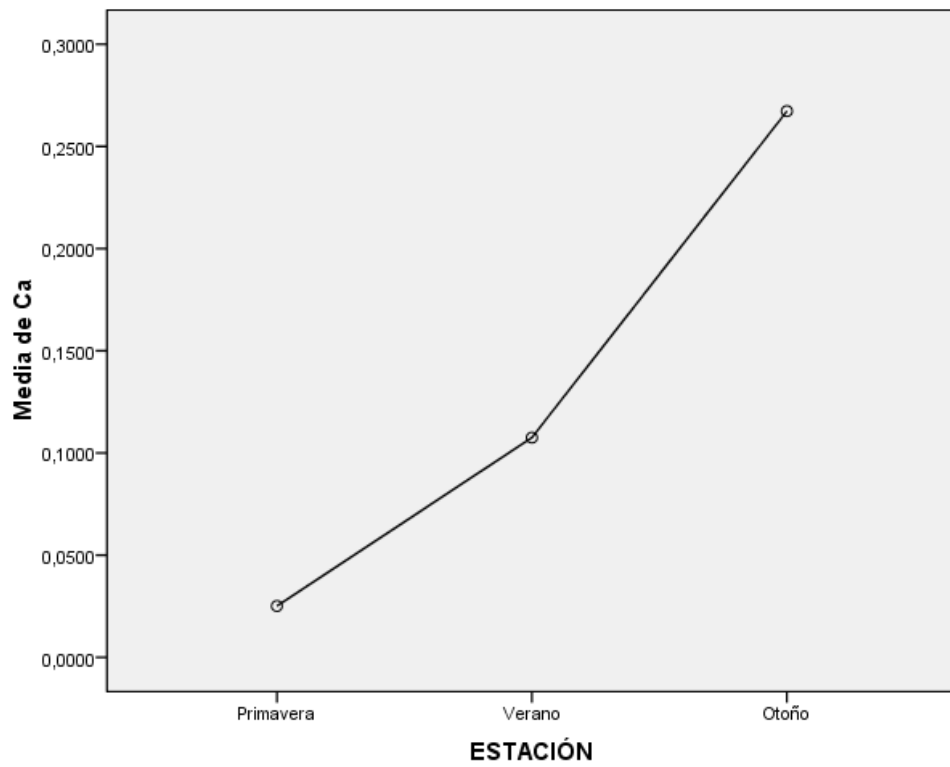


Figura 13: Media del Calcio según las tres estaciones.

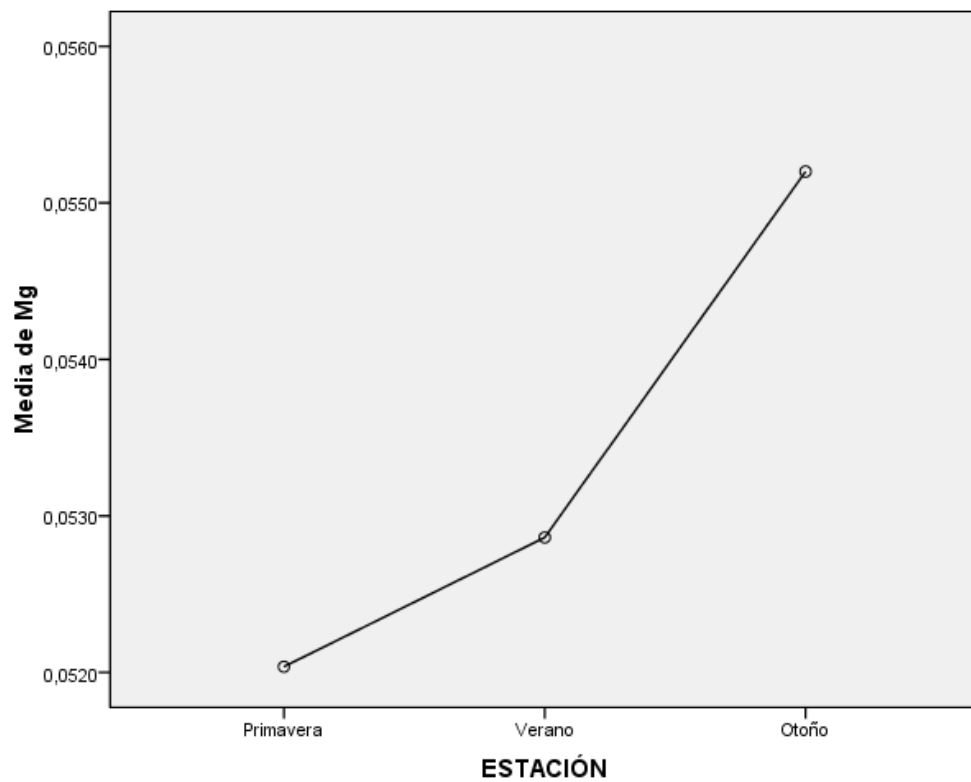


Figura 14: Media del Magnesio según las tres estaciones

En la tabla trece donde se comparan los cationes en Tuéjar, podemos ver que existen diferencias significativas en el sodio, Potasio y calcio, y en el magnesio no hay diferencia significativa.

Respecto al Sodio, podemos ver que en la tabla catorce existen diferencias significativas entre las tres estaciones, y si miramos la figura once, en ella podemos ver representado el sodio durante las tres estaciones viendo como desciende progresivamente a lo largo de la primavera, verano y otoño, empezando con valores altos en primavera, valores medios en verano y valores más bajos en otoño. Esto puede deberse a que el sodio compite con el calcio, por lo tanto cuando uno tiene niveles más altos en la planta el otro desciende sus niveles. En las figuras once donde se representa el sodio a lo largo de las tres estaciones y trece donde se representa el calcio a lo largo de las tres estaciones, podemos ver que en primavera los niveles de sodio son en un principio mayores a los del calcio, y a medida que pasa el tiempo, podemos ver que en verano los valores de sodio han descendido y los de calcio han aumentado y continúan esta tendencia durante el otoño, ya que el sodio en otoño desciende aún más que en verano y el calcio aumenta en otoño con respecto al verano, pudiendo decir que se contrarrestan la presencia de estos dos iones.

Respecto al calcio, podemos ver en la tabla trece que existen diferencias significativas respecto este catión, y más concretamente en la tabla catorce se muestra que hay diferencias significativas entre las tres estaciones. Si vemos la figura trece, vemos que el calcio va en aumento desde valores más bajos en primavera hasta valores más elevados en otoño, lo cual puede deberse a que el calcio y sodio compiten entre si, y cuando la planta absorbe calcio en mayor cantidad absorbe sodio en menor cantidad. Además las parcelas se encuentran en una zona yesífera por lo que hay sulfato cálcico lo que conlleva una acumulación de calcio mayor en las plantas cuando las condiciones son óptimas.

Respecto al potasio podemos ver que en la tabla trece existen diferencias significativas en este catión y más concretamente en la tabla catorce se muestra que en la estación de otoño es donde se encuentran las diferencias significativas. En la figura doce lo podemos ver representado y podemos ver como el potasio aumenta gradualmente a medida que pasan las tres estaciones siendo el aumento más grande en otoño, debido al incremento de las precipitaciones que hacen que el potasio se solubilice y sea más accesible para las plantas.

Respecto al magnesio no hay diferencias significativas pero podemos ver en la figura catorce que se produce un aumento de este durante las estaciones, esto puede deberse a que el magnesio contrarresta el efecto del incremento del calcio, por tanto a medida que va aumentando el calcio aumenta el magnesio.

4.2.2. RESULTADOS EN TUÉJAR DURANTE LA ESTACIÓN DE PRIMAVERA EN FUNCIÓN DE LAS PARCELAS

Descriptivos^a

		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Na	1	17	,060591	,0473917	,0114942	,036224	,084958	,0000	,1452
	2	14	,056633	,0511983	,0136833	,027072	,086194	,0000	,1165
	3	21	,057399	,0433955	,0094697	,037646	,077152	,0000	,1349
	Total	52	,058236	,0459796	,0063762	,045435	,071037	,0000	,1452
K	1	17	,128711	,0428192	,0103852	,106695	,150726	,0710	,2154
	2	14	,115713	,0343808	,0091887	,095862	,135564	,0671	,1573
	3	21	,117561	,0322861	,0070454	,102865	,132258	,0683	,1692
	Total	52	,120709	,0362984	,0050337	,110603	,130814	,0671	,2154
Ca	1	17	,023330	,0032270	,0007827	,021671	,024989	,0193	,0288
	2	14	,027270	,0048512	,0012965	,024469	,030071	,0210	,0385
	3	21	,025086	,0041009	,0008949	,023219	,026953	,0195	,0314
	Total	52	,025100	,0042658	,0005916	,023912	,026288	,0193	,0385
Mg	1	17	,042883	,0241654	,0058610	,030458	,055308	,0088	,0748
	2	14	,057795	,0182391	,0048746	,047264	,068326	,0316	,0756
	3	21	,055607	,0175867	,0038377	,047602	,063613	,0207	,0760
	Total	52	,052036	,0207744	,0028809	,046253	,057820	,0088	,0760

Descriptivos^a

		Intervalo de confianza para la media al 95%							
		N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite		Mínimo	Máximo
						inferior	superior		
Na	1	17	,060591	,0473917	,0114942	,036224	,084958	,0000	,1452
	2	14	,056633	,0511983	,0136833	,027072	,086194	,0000	,1165
	3	21	,057399	,0433955	,0094697	,037646	,077152	,0000	,1349
	Total	52	,058236	,0459796	,0063762	,045435	,071037	,0000	,1452
K	1	17	,128711	,0428192	,0103852	,106695	,150726	,0710	,2154
	2	14	,115713	,0343808	,0091887	,095862	,135564	,0671	,1573
	3	21	,117561	,0322861	,0070454	,102865	,132258	,0683	,1692
	Total	52	,120709	,0362984	,0050337	,110603	,130814	,0671	,2154
Ca	1	17	,023330	,0032270	,0007827	,021671	,024989	,0193	,0288
	2	14	,027270	,0048512	,0012965	,024469	,030071	,0210	,0385
	3	21	,025086	,0041009	,0008949	,023219	,026953	,0195	,0314
	Total	52	,025100	,0042658	,0005916	,023912	,026288	,0193	,0385
Mg	1	17	,042883	,0241654	,0058610	,030458	,055308	,0088	,0748
	2	14	,057795	,0182391	,0048746	,047264	,068326	,0316	,0756
	3	21	,055607	,0175867	,0038377	,047602	,063613	,0207	,0760
	Total	52	,052036	,0207744	,0028809	,046253	,057820	,0088	,0760

a. ESTACIÓN = Primavera

Prueba de homogeneidad de varianzas^a

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Na	1,232	2	49	,301
K	,800	2	49	,455
Ca	1,744	2	49	,185
Mg	2,351	2	49	,106

a. ESTACIÓN = Primavera

COMPARACIÓN ENTRE CATIONES EN LA ESTACIÓN DE PRIMAVERA EN TUÉJAR

ANOVA^a

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Na	Inter-grupos	,000	2	,000	,033	,968
	Intra-grupos	,108	49	,002		
	Total	,108	51			
K	Inter-grupos	,002	2	,001	,615	,545
	Intra-grupos	,066	49	,001		
	Total	,067	51			
Ca	Inter-grupos	,000	2	,000	3,609	,034
	Intra-grupos	,001	49	,000		
	Total	,001	51			
Mg	Inter-grupos	,002	2	,001	2,661	,080
	Intra-grupos	,020	49	,000		
	Total	,022	51			

a. ESTACIÓN = Primavera

Tabla 15: Comparación de los cationes durante la primavera

**COMPARACIÓN DE CADA CATION SEGÚN LAS PARCELAS EN LA ESTACIÓN DE
PRIMAVERA**

Comparaciones múltiples^a

DMS

Variable dependiente	(I) ZONA	(J) ZONA	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Na	1	2	,0039580	,0169182	,816	-,030040	,037956
		3	,0031920	,0152939	,836	-,027542	,033926
	2	1	-,0039580	,0169182	,816	-,037956	,030040
		3	-,0007660	,0161741	,962	-,033269	,031737
	3	1	-,0031920	,0152939	,836	-,033926	,027542
		2	,0007660	,0161741	,962	-,031737	,033269
K	1	2	,0129977	,0132002	,330	-,013529	,039525
		3	,0111495	,0119329	,355	-,012831	,035130
	2	1	-,0129977	,0132002	,330	-,039525	,013529
		3	-,0018482	,0126197	,884	-,027208	,023512
	3	1	-,0111495	,0119329	,355	-,035130	,012831
		2	,0018482	,0126197	,884	-,023512	,027208
Ca	1	2	-,0039397*	,0014664	,010	-,006886	-,000993
		3	-,0017559	,0013256	,191	-,004420	,000908
	2	1	,0039397*	,0014664	,010	,000993	,006886
		3	,0021838	,0014019	,126	-,000633	,005001

	3	1	,0017559	,0013256	,191	-,000908	,004420
		2	-,0021838	,0014019	,126	-,005001	,000633
Mg	1	2	-,0149122*	,0072647	,045	-,029511	-,000313
		3	-,0127244	,0065672	,058	-,025922	,000473
	2	1	,0149122*	,0072647	,045	,000313	,029511
		3	,0021878	,0069452	,754	-,011769	,016145
	3	1	,0127244	,0065672	,058	-,000473	,025922
		2	-,0021878	,0069452	,754	-,016145	,011769

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

a. ESTACIÓN = Primavera

Tabla 16: Comparación de los cationes durante primavera entre las tres parcelas en Tuéjar.

GRÁFICAS DE CADA CATION EN FUNCIÓN DE LAS TRES PARCELAS EN TUÉJAR

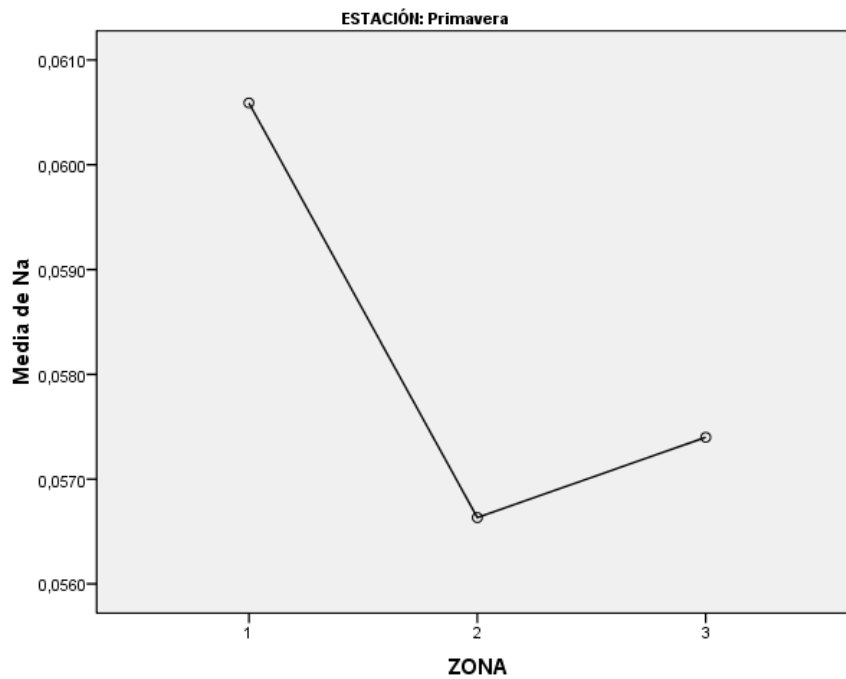


Figura 15: Media del Sodio durante primavera entre las tres parcelas en Tuéjar.

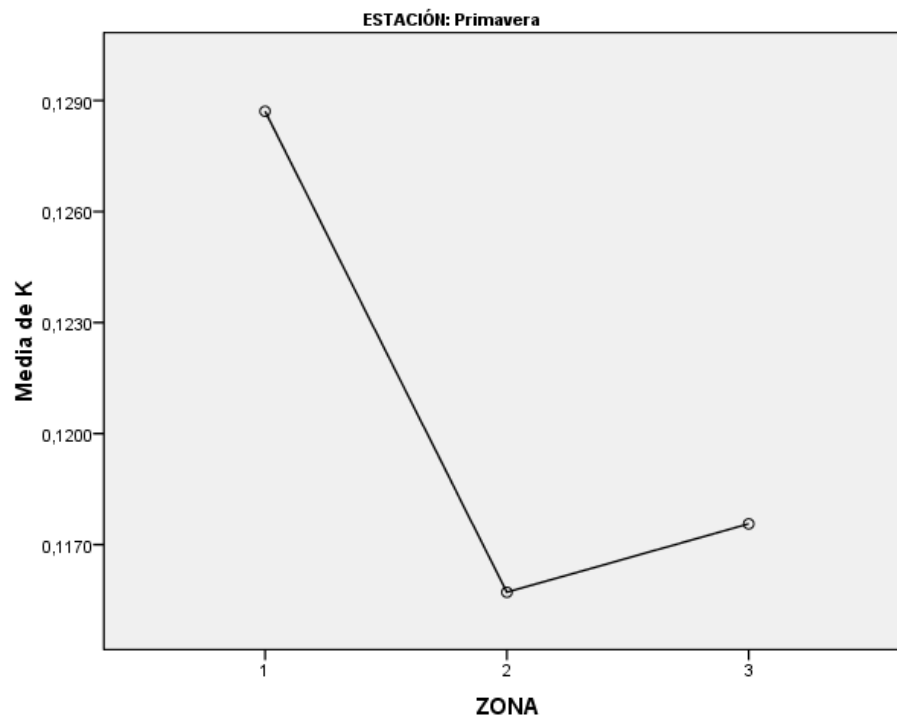


Figura 16: Media del Potasio durante primavera entre las tres parcelas en Tuéjar.

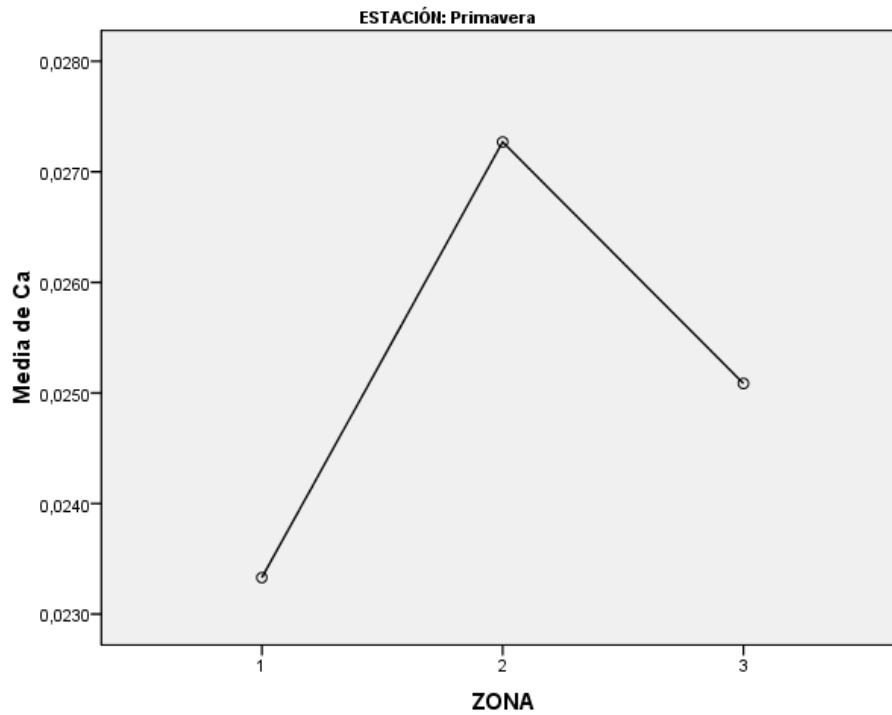


Figura 17: Media del calcio durante primavera entre las tres parcelas en Tuéjar.

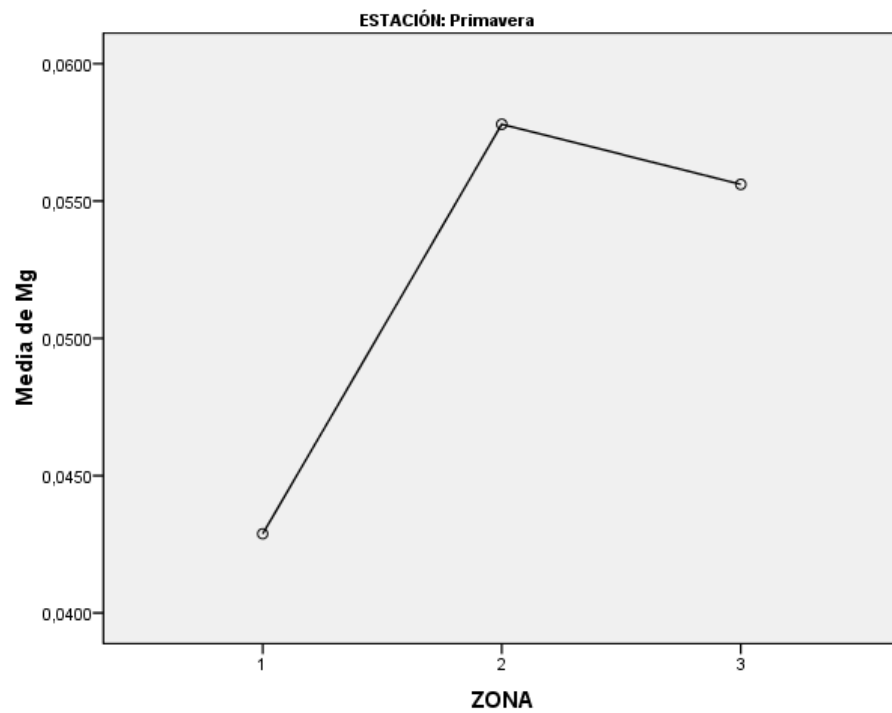


Figura 18: Media del Magnesio durante primavera entre las tres parcelas en Tuéjar.

En la tabla quince podemos ver que el único catión que tiene diferencias significativas es el calcio, concretamente en la tabla dieciséis se indica que las diferencias significativas en el catión calcio se encuentran entre la parcela uno y dos, las cuales podemos verlas representadas en la figura diecisiete, donde el calcio es menor en la parcela uno que en la dos. Esto puede deberse que la parcela uno se encuentra en la parte superior de una pendiente y tiene menos cantidad de yesos, es decir de sulfato cálcico, que la parcela dos, ya que los iones pueden perderse por escorrentía.

En la tabla dieciséis podemos observar que el magnesio también presenta diferencias significativas entre las parcelas uno y dos, lo cual lo podemos ver representado en la figura número dieciocho, donde observamos que en la parcela uno hay menos cantidad de magnesio y en la parcela dos hay más cantidad. Esto puede deberse a que el magnesio contrarresta el efecto del sodio, por lo que en la parcela uno hay menos calcio con lo que también hay menos magnesio, y en la parcela dos hay mas calcio con lo que también hay mas magnesio.

Respecto al sodio y potasio no hay diferencias significativas entre las tres parcelas durante la estación de primavera.

4.2.3. RESULTADOS EN TUÉJAR DURANTE LA ESTACIÓN DE VERANO EN FUNCIÓN DE LAS PARCELAS.

Descriptivos^a

		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Na	1	19	,020232	,0345956	,0079368	,003558	,036907	,0004	,0929
	2	22	,034701	,0367674	,0078388	,018400	,051003	,0004	,0941
	3	26	,053879	,0427161	,0083773	,036625	,071132	,0004	,1069
	Total	67	,038040	,0405159	,0049498	,028158	,047923	,0004	,1069
K	1	19	,135346	,0474625	,0108886	,112469	,158222	,0526	,2024
	2	22	,125154	,0348628	,0074328	,109697	,140612	,0550	,1750
	3	26	,144376	,0333731	,0065450	,130896	,157856	,0751	,1999
	Total	67	,135504	,0385965	,0047153	,126089	,144918	,0526	,2024
Ca	1	19	,028112	,0068989	,0015827	,024787	,031437	,0213	,0453
	2	22	,029883	,0068423	,0014588	,026849	,032917	,0216	,0440
	3	26	,231229	,1090773	,0213918	,187172	,275287	,0831	,3958
	Total	67	,107515	,1199496	,0146542	,078257	,136773	,0213	,3958
Mg	1	19	,047639	,0238217	,0054651	,036157	,059120	,0149	,0755
	2	22	,052302	,0197822	,0042176	,043531	,061073	,0263	,0755
	3	26	,057153	,0284763	,0055847	,045652	,068655	,0138	,0948
	Total	67	,052862	,0245286	,0029966	,046879	,058845	,0138	,0948

Descriptivos^a

		Intervalo de confianza para la media al 95%							
		N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite		Mínimo	Máximo
						inferior	superior		
Na	1	19	,020232	,0345956	,0079368	,003558	,036907	,0004	,0929
	2	22	,034701	,0367674	,0078388	,018400	,051003	,0004	,0941
	3	26	,053879	,0427161	,0083773	,036625	,071132	,0004	,1069
	Total	67	,038040	,0405159	,0049498	,028158	,047923	,0004	,1069
K	1	19	,135346	,0474625	,0108886	,112469	,158222	,0526	,2024
	2	22	,125154	,0348628	,0074328	,109697	,140612	,0550	,1750
	3	26	,144376	,0333731	,0065450	,130896	,157856	,0751	,1999
	Total	67	,135504	,0385965	,0047153	,126089	,144918	,0526	,2024
Ca	1	19	,028112	,0068989	,0015827	,024787	,031437	,0213	,0453
	2	22	,029883	,0068423	,0014588	,026849	,032917	,0216	,0440
	3	26	,231229	,1090773	,0213918	,187172	,275287	,0831	,3958
	Total	67	,107515	,1199496	,0146542	,078257	,136773	,0213	,3958
Mg	1	19	,047639	,0238217	,0054651	,036157	,059120	,0149	,0755
	2	22	,052302	,0197822	,0042176	,043531	,061073	,0263	,0755
	3	26	,057153	,0284763	,0055847	,045652	,068655	,0138	,0948
	Total	67	,052862	,0245286	,0029966	,046879	,058845	,0138	,0948

a. ESTACIÓN = Verano

Prueba de homogeneidad de varianzas^a

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Na	3,991	2	64	,023
K	2,488	2	64	,091
Ca	92,165	2	64	,000
Mg	4,257	2	64	,018

a. ESTACIÓN = Verano

COMPARACIÓN ENTRE LOS CATIONES EN LA ESTACIÓN DE VERANO EN TUÉJAR

ANOVA^a

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Na	Inter-grupos	,013	2	,006	4,284	,018
	Intra-grupos	,096	64	,001		
	Total	,108	66			
K	Inter-grupos	,004	2	,002	1,500	,231
	Intra-grupos	,094	64	,001		
	Total	,098	66			
Ca	Inter-grupos	,650	2	,325	69,532	,000
	Intra-grupos	,299	64	,005		
	Total	,950	66			
Mg	Inter-grupos	,001	2	,001	,830	,441
	Intra-grupos	,039	64	,001		
	Total	,040	66			

a. ESTACIÓN = Verano

COMPARACIÓN DE CADA CATION SEGÚN LAS PARCELAS EN LA ESTACIÓN DE PRIMAVERA EN TUÉJAR

Comparaciones múltiples^a

Tabla 17: Comparación de los cationes durante verano

DMS

Variable dependiente	(I) ZONA	(J) ZONA	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Na	1	2	-,0144690	,0121011	,236	-,038644	,009706
		3	-,0336464*	,0116618	,005	-,056944	-,010349
	2	1	,0144690	,0121011	,236	-,009706	,038644
		3	-,0191774	,0111930	,091	-,041538	,003183
	3	1	,0336464*	,0116618	,005	,010349	,056944
		2	,0191774	,0111930	,091	-,003183	,041538
K	1	2	,0101913	,0119973	,399	-,013776	,034159
		3	-,0090305	,0115617	,438	-,032128	,014067
	2	1	-,0101913	,0119973	,399	-,034159	,013776
		3	-,0192218	,0110969	,088	-,041390	,002947
	3	1	,0090305	,0115617	,438	-,014067	,032128
		2	,0192218	,0110969	,088	-,002947	,041390
Ca	1	2	-,0017711	,0214169	,934	-,044556	,041014
		3	-,2031174*	,0206394	,000	-,244349	-,161886

	2	1	,0017711	,0214169	,934	-,041014	,044556
		3	-,2013463*	,0198096	,000	-,240921	-,161772
	3	1	,2031174*	,0206394	,000	,161886	,244349
		2	,2013463*	,0198096	,000	,161772	,240921
Mg	1	2	-,0046636	,0077019	,547	-,020050	,010723
		3	-,0095148	,0074223	,204	-,024342	,005313
	2	1	,0046636	,0077019	,547	-,010723	,020050
		3	-,0048512	,0071239	,498	-,019083	,009380
	3	1	,0095148	,0074223	,204	-,005313	,024342
		2	,0048512	,0071239	,498	-,009380	,019083

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

a. ESTACIÓN = Verano

Tabla 18: Comparación de los cationes durante verano entre las tres parcelas en Tuéjar.

GRÁFICAS DE CADA CACIÓN EN FUNCIÓN DE LAS TRES PARCELAS EN TUÉJAR DURANTE LA ESTACIÓN DE VERANO

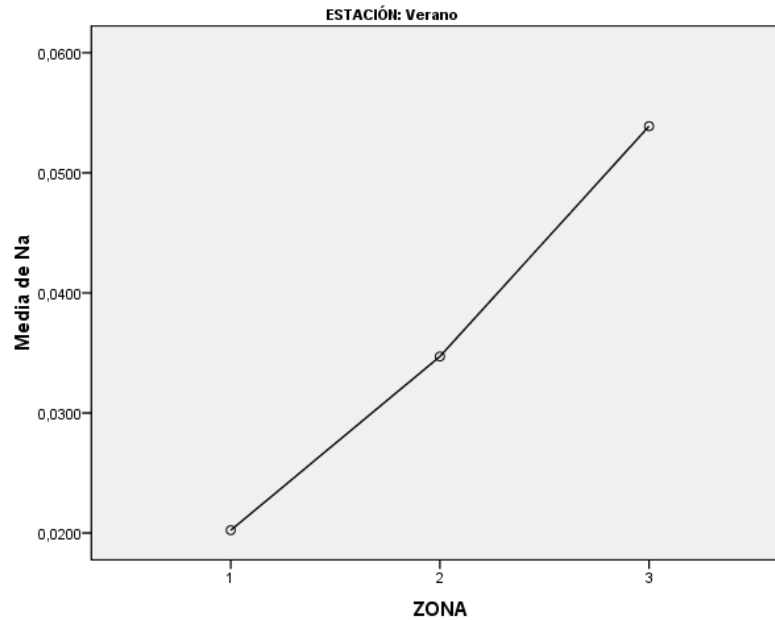


Figura 19: Media del Sodio durante verano entre las tres parcelas en Tuéjar.

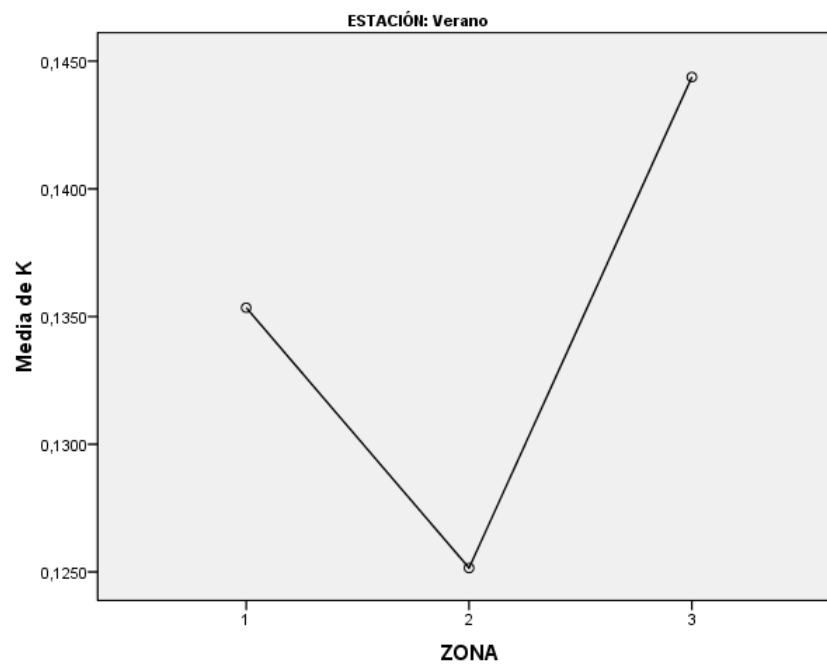


Figura 20: Media del Potasio durante verano entre las tres parcelas en Tuéjar.

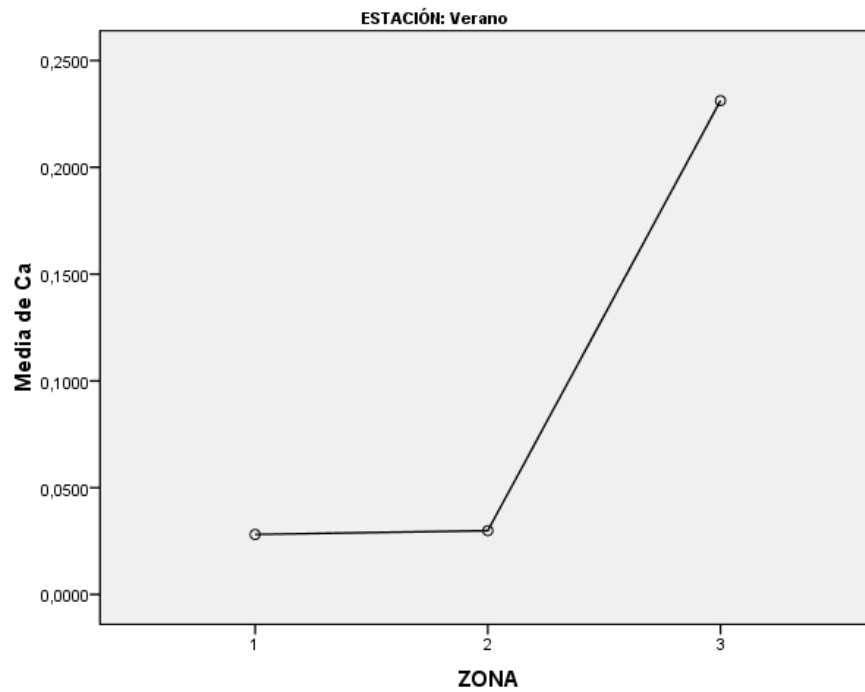


Figura 21: Media del calcio durante verano entre las tres parcelas en Tuéjar.

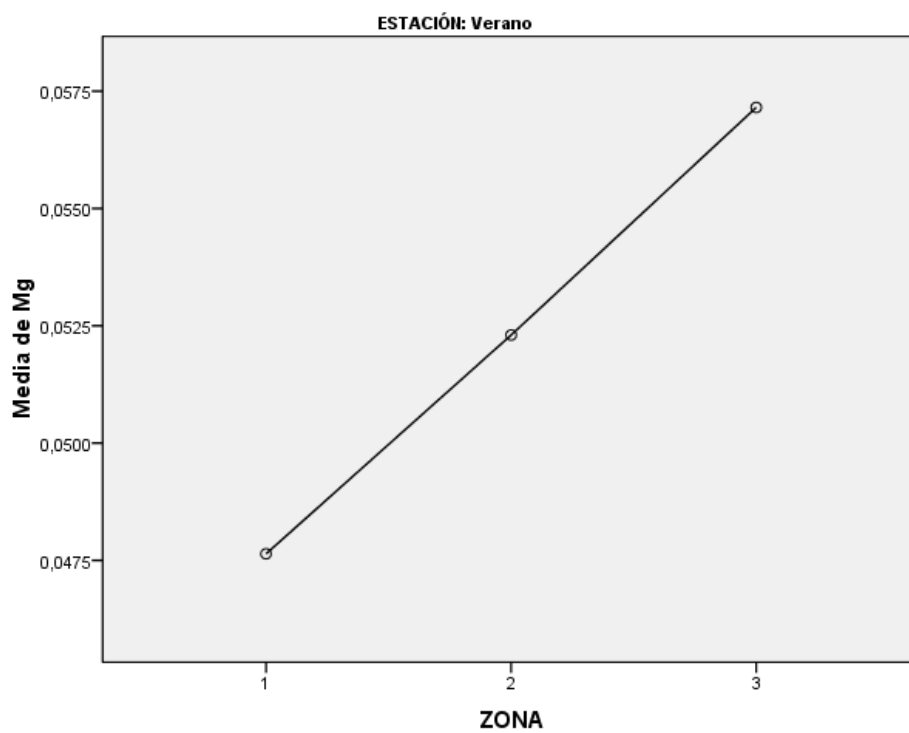


Figura 22: Media del magnesio durante verano entre las tres parcelas en Tuéjar

La parcela P1, situada en la parte superior de la pendiente es la más seca, pero es la que contiene menos yeso, mientras que la parcela P3, en la base, es la más húmeda y llana, pero la que contiene más yeso.

En la tabla diecisiete sobre la variabilidad de los cationes durante el verano podemos ver que tanto el sodio como el calcio tienen diferencias significativas, mientras que los otros dos cationes no.

En la tabla dieciocho donde se comparan los cationes con las parcelas podemos ver que el sodio tiene diferencias significativas entre las parcelas tres y uno. Esto lo podemos ver representado en la figura diecinueve, donde los valores de la parcela uno son menores a la tres. Esto puede deberse a la situación geográfica de la parcela, ya que la parcela uno tiene más pendiente y es más seca con lo que hay menos disponibilidad de nutrientes, mientras que la parcela tres es más llana y húmeda por lo que hay más acumulación de cationes, y disponibilidad de estos hacia las plantas.

En la tabla dieciocho podemos ver que el calcio tiene variaciones significativas en la parcela tres con respecto a la uno y dos. Esto lo podemos ver representado en la figura veintiuno, donde vemos que en las parcelas uno y dos los valores de calcio se mantienen prácticamente igual, mientras que en la parcela tres los valores aumentan. Este puede ser debido a que la parcela tres tiene yesos, es húmeda y llana, por lo que hay acumulación de calcio y disponibilidad hacia las plantas, mientras que en la parcela uno y dos los valores de calcio son más bajos ya que las parcelas se encuentran en la parte superior y media de la pendiente, con lo que pueden ser arrastrados hacia zonas inferiores, y además contiene menos yesos.

Con respecto al potasio y magnesio podemos observar que no hay diferencias significativas, pero podemos ver que los valores de magnesio van aumentando de forma creciente desde la parcela uno hasta la tres, representado en la figura veintidós. Esto puede ser debido a la inclinación de la pendiente que provoca mayor acumulación de los cationes en la parcela tres, y

también a que la parcela tres posee mayor cantidad de calcio y por tanto las plantas absorben magnesio para contrarrestar el efecto del exceso de calcio que causa un estrés osmótico.

4.2.4. RESULTADOS EN TUÉJAR DURANTE LA ESTACIÓN DE OTOÑO EN FUNCIÓN DE LAS PARCELAS

Descriptivos^a

		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Na	1	16	,001166	,0008800	,0002200	,000697	,001635	,0004	,0035
	2	19	,001723	,0014516	,0003330	,001023	,002422	,0004	,0057
	3	26	,002242	,0018605	,0003649	,001490	,002993	,0004	,0066
	Total	61	,001798	,0015690	,0002009	,001396	,002200	,0004	,0066
K	1	16	,158825	,0833870	,0208468	,114391	,203258	,0380	,2742
	2	19	,158611	,0795044	,0182396	,120291	,196931	,0425	,2609
	3	26	,165945	,0671361	,0131665	,138828	,193062	,0650	,3078
	Total	61	,161793	,0743349	,0095176	,142755	,180831	,0380	,3078
Ca	1	16	,230019	,1542774	,0385693	,147810	,312227	,0457	,4789
	2	19	,339542	,2346447	,0538312	,226447	,452638	,0903	,8459
	3	26	,237374	,2003600	,0392938	,156447	,318301	,0143	,6524
	Total	61	,267268	,2039753	,0261164	,215027	,319508	,0143	,8459
Mg	1	16	,051055	,0206442	,0051611	,040055	,062056	,0273	,0795
	2	19	,056219	,0192024	,0044053	,046963	,065474	,0254	,0824
	3	26	,057006	,0220697	,0043282	,048092	,065920	,0223	,0833
	Total	61	,055200	,0206503	,0026440	,049911	,060489	,0223	,0833

Descriptivos^a

		Intervalo de confianza para la media al 95%							
		N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite		Mínimo	Máximo
						inferior	superior		
Na	1	16	,001166	,0008800	,0002200	,000697	,001635	,0004	,0035
	2	19	,001723	,0014516	,0003330	,001023	,002422	,0004	,0057
	3	26	,002242	,0018605	,0003649	,001490	,002993	,0004	,0066
	Total	61	,001798	,0015690	,0002009	,001396	,002200	,0004	,0066
K	1	16	,158825	,0833870	,0208468	,114391	,203258	,0380	,2742
	2	19	,158611	,0795044	,0182396	,120291	,196931	,0425	,2609
	3	26	,165945	,0671361	,0131665	,138828	,193062	,0650	,3078
	Total	61	,161793	,0743349	,0095176	,142755	,180831	,0380	,3078
Ca	1	16	,230019	,1542774	,0385693	,147810	,312227	,0457	,4789
	2	19	,339542	,2346447	,0538312	,226447	,452638	,0903	,8459
	3	26	,237374	,2003600	,0392938	,156447	,318301	,0143	,6524
	Total	61	,267268	,2039753	,0261164	,215027	,319508	,0143	,8459
Mg	1	16	,051055	,0206442	,0051611	,040055	,062056	,0273	,0795
	2	19	,056219	,0192024	,0044053	,046963	,065474	,0254	,0824
	3	26	,057006	,0220697	,0043282	,048092	,065920	,0223	,0833
	Total	61	,055200	,0206503	,0026440	,049911	,060489	,0223	,0833

a. ESTACIÓN = Otoño

Prueba de homogeneidad de varianzas^a

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Na	3,742	2	58	,030
K	2,464	2	58	,094
Ca	1,425	2	58	,249
Mg	,737	2	58	,483

a. ESTACIÓN = Otoño

COMPARACIÓN ENTRE LOS CATIONES EN LA ESTACIÓN DE OTOÑO EN TUÉJAR

ANOVA^a

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Na	Inter-grupos	,000	2	,000	2,476	,093
	Intra-grupos	,000	58	,000		
	Total	,000	60			
K	Inter-grupos	,001	2	,000	,069	,934
	Intra-grupos	,331	58	,006		
	Total	,332	60			
Ca	Inter-grupos	,145	2	,072	1,784	,177
	Intra-grupos	2,352	58	,041		
	Total	2,496	60			
Mg	Inter-grupos	,000	2	,000	,436	,648
	Intra-grupos	,025	58	,000		
	Total	,026	60			

a. ESTACIÓN = Otoño

Tabla 19: Comparación de los cationes durante otoño

**COMPARACIÓN DE CADA CATION SEGÚN LAS PARCELAS EN LA ESTACIÓN DE OTOÑO
EN TUÉJAR**

Comparaciones múltiples^a

DMS

Variable dependiente	(I) ZONA	(J) ZONA	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Na	1	2	-,0005570	,0005197	,288	-,001597	,000483
		3	-,0010759*	,0004867	,031	-,002050	-,000102
	2	1	,0005570	,0005197	,288	-,000483	,001597
		3	-,0005189	,0004623	,266	-,001444	,000407
	3	1	,0010759*	,0004867	,031	,000102	,002050
		2	,0005189	,0004623	,266	-,000407	,001444
K	1	2	,0002139	,0256236	,993	-,051077	,051505
		3	-,0071203	,0239950	,768	-,055151	,040911
	2	1	-,0002139	,0256236	,993	-,051505	,051077
		3	-,0073342	,0227921	,749	-,052958	,038289
	3	1	,0071203	,0239950	,768	-,040911	,055151
		2	,0073342	,0227921	,749	-,038289	,052958
Ca	1	2	-,1095236	,0683237	,114	-,246288	,027241
		3	-,0073549	,0639812	,909	-,135427	,120717
	2	1	,1095236	,0683237	,114	-,027241	,246288
		3	,1021687	,0607739	,098	-,019483	,223821

	3	1	,0073549	,0639812	,909	-,120717	,135427
		2	-,1021687	,0607739	,098	-,223821	,019483
Mg	1	2	-,0051632	,0070736	,468	-,019323	,008996
		3	-,0059510	,0066240	,373	-,019210	,007308
	2	1	,0051632	,0070736	,468	-,008996	,019323
		3	-,0007877	,0062920	,901	-,013382	,011807
	3	1	,0059510	,0066240	,373	-,007308	,019210
		2	,0007877	,0062920	,901	-,011807	,013382

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

a. ESTACIÓN = Otoño

Tabla 20: Comparación de los cationes durante otoño entre las tres parcelas en Tuéjar.

GRÁFICAS DE CADA CACIÓN EN FUNCIÓN DE LAS TRES PARCELAS EN TUÉJAR DURANTE LA ESTACIÓN DE PRIMAVERA

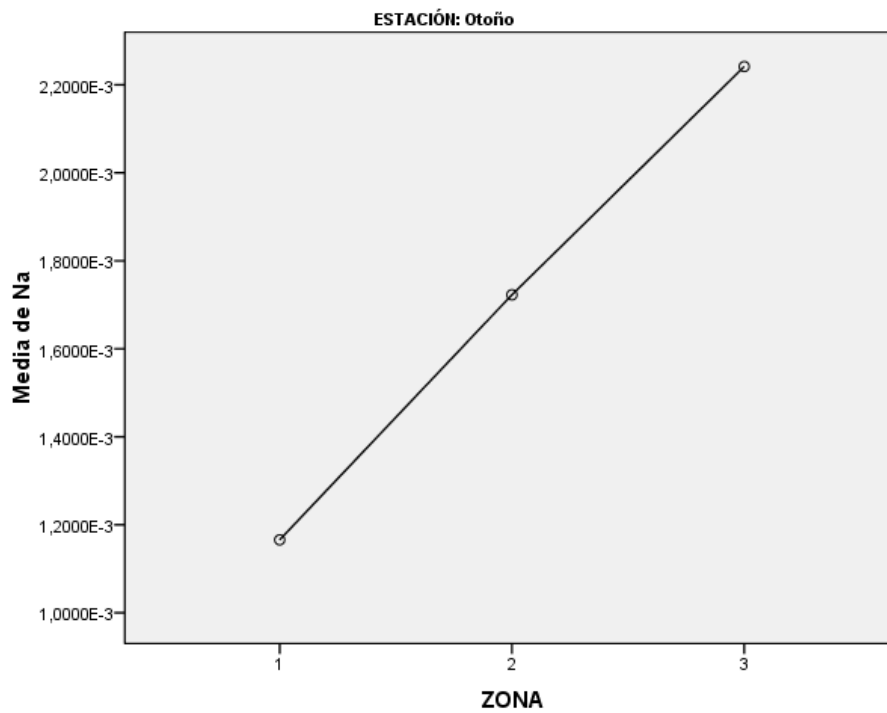


Figura 23: Media del sodio durante otoño entre las tres parcelas en Tuéjar

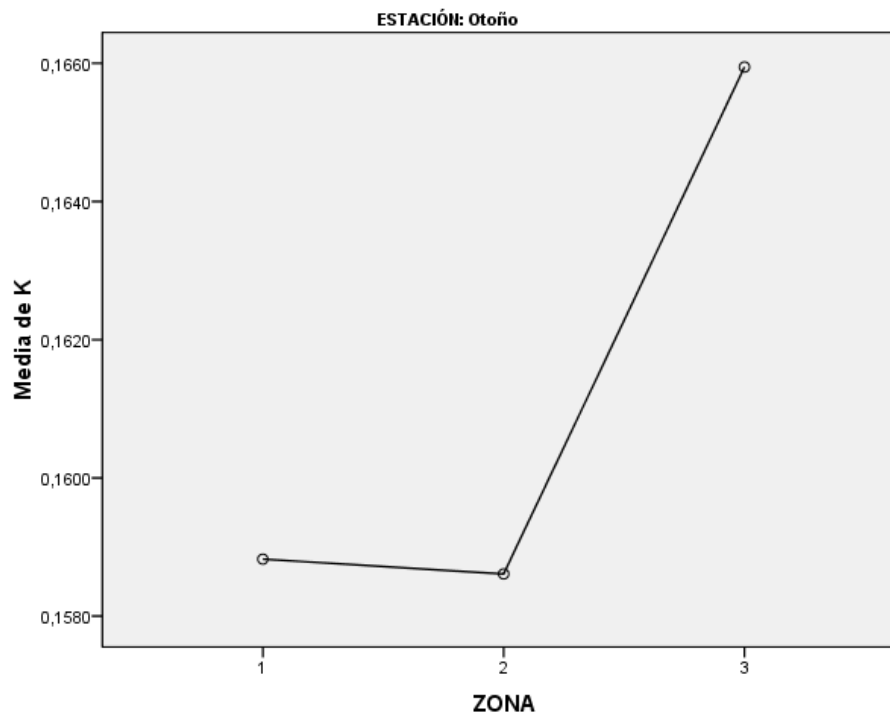


Figura 24: Media del potasio durante otoño entre las tres parcelas en Tuéjar

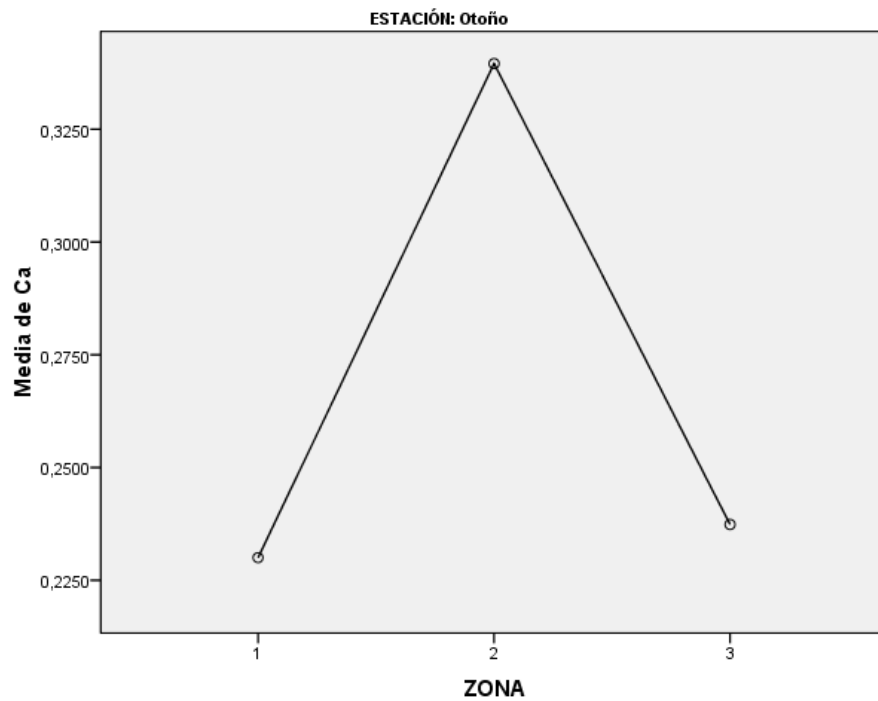


Figura 25: Media del calcio durante otoño entre las tres parcelas en Tuéjar

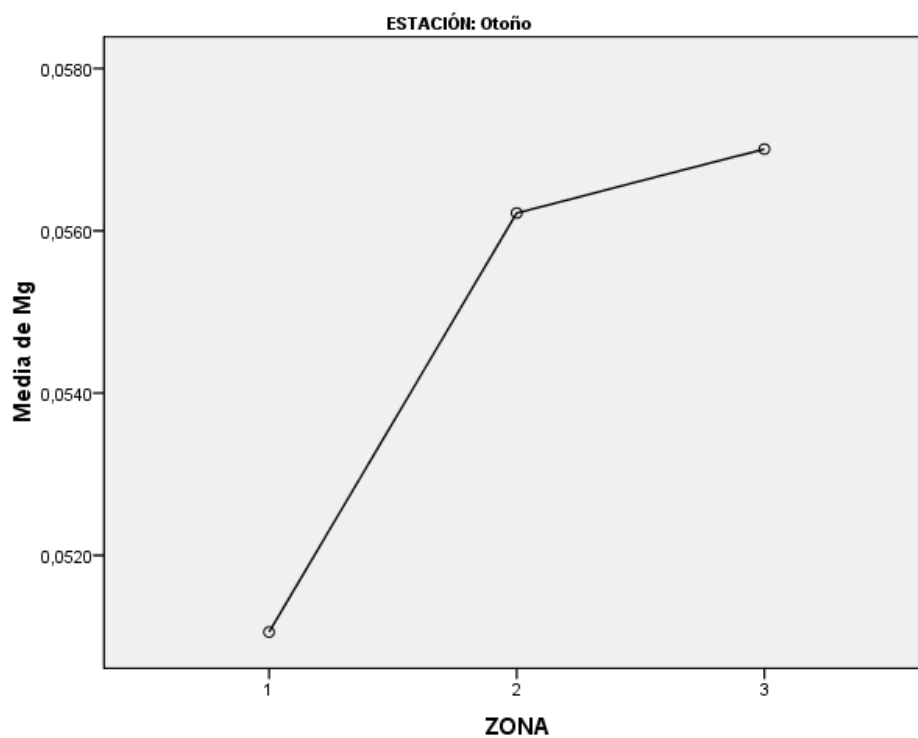


Figura 26: Media del magnesio durante otoño entre las tres parcelas en Tuéjar

En la tabla diecinueve donde se comparan los cationes durante el otoño no hay diferencias significativas en ninguno de los cationes.

En la tabla veinte donde se comparan los cationes con las parcelas, existen diferencias significativas en el sodio entre la parcela uno y tres. Lo podemos ver representado en la figura veintitrés, donde vemos que hay un aumento proporcional desde la parcela uno hasta la tres, siendo mayor en la tres. Lo cual puede ser debido a la geografía, ya que al estar en una zona llana el sodio es acumulado en la parcela tres, además de ser la parcela tres mas húmeda que las demás y encontrarnos en otoño, donde las elevadas precipitaciones hacen que los cationes de la parte superior de la pendiente percloren y lleguen hasta la parcela tres donde se acumulan y so disponibles para las plantas. Ante este aumento de sodio en la parcela tres, se produce también un aumento de magnesio, representado en la figura veintiséis, el cual contrarresta el efecto tóxico del sodio.

Además podemos ver que en la figura 24 que el potasio es más elevado en la parcela tres que en las parcelas uno y dos, que es prácticamente lo mismo, debido a la geografía que tienen las parcelas, ya que en la tres se acumulan los cationes, y en la uno y dos se encuentra en pendiente, por lo que existe menor cantidad de cationes accesible a las plantas.

5. CONCLUSIÓN.

- Las concentraciones de cationes (Ca, Mg, Na, K) varía en función de las tres estaciones (Primavera, Verano, Otoño):
 - En Bétera, los cationes que han sufrido variaciones significativas dependiendo de la estación en la que se encontraban han sido el Sodio (Na) y Calcio (Ca). Existiendo un aumento significativo del Sodio en otoño debido a la estación seca del verano que causa una acumulación de sales en las partes superiores del suelo y la llegada de las precipitaciones otoñales que causan su solubilidad y absorción por las plantas, propia de las zonas áridas. Por el contrario, el calcio (Ca) compite con el sodio (Na), ya que el calcio es acumulado en verano, y desciende en otoño. Además la acumulación del calcio en verano puede ser debido al tipo de captación pasiva que tienen las plantas, las cuales necesitan que se den condiciones favorables como una elevada transpiración para poder captar este catión, condiciones que se dan en la época estival.
 - En Tuéjar, los cationes que han sufrido variaciones significativas dependiendo de la estación del año en la que se encontraban han sido el Sodio (Na), Potasio (K) y Calcio (Ca). Habiendo una mayor concentración de cationes en Otoño que en primavera y verano debido a las condiciones climáticas que hacen que esta estación sea más húmeda por lo que los cationes se solubilizan, y son absorbidos por las plantas en forma iónica. Además al ser una zona yesífera donde predomina el sulfato cálcico, éste compite con las demás sales, concretamente con el sodio.
- Respecto a Tuéjar hemos comparado tres parcelas. La parcela 1, situada en la parte superior de la pendiente es la más seca, pero es la que contiene menos yeso, mientras que la parcela P3, en la base, es la más húmeda y llana, pero la que contiene más yeso, debido a la acumulación de material gípsico por escorrentía. Viendo que existe mayor concentración de iones en la parcela tres

debido a la geografía, ya que es un terreno en forma de depresión y se acumulan más materiales en la tres.

- Las concentraciones de los cationes (Ca, Mg, K, Na) en las plantas dependen unos de otros, ya que compiten entre sí. Es decir cuando hay niveles excesivos de Potasio, estos podría inhibir la absorción de otros iones como el Magnesio y Calcio. También hemos observado que el Calcio y Sodio también compiten entre sí, ya que cuando había mayor cantidad de sodio descendía el calcio.
- Las concentraciones de Magnesio (Mg), aumentan cuando se produce un aumento de cationes. Por ejemplo en Bétera es una zona árida en la que puede producirse un aumento de sodio el cual es contrarrestado con un aumento de Magnesio. Por otra parte Tuéjar es una zona yesífera donde el sulfato cálcico se encuentra presente y los niveles excesivos de calcio son contrarrestados con un aumento de Magnesio en las plantas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BARCELÓ, N., NICOLÁS, R., SABATER, B., SÁNCHEZ, R. (2001). Fisiología vegetal. Ediciones Pirámide, Madrid.

- MATEO SANZ, G. y CRESPO, M. B. (2001). Manual para la identificación de la flora valenciana. 2ª edición. Gomez Coll, Valencia.

- ORTOLÀ, A. (2003). Ecofisiologia vegetal. Introducció a la fisiologia de l'estrés. Ed. UPV, Valencia.

- STEUDLE, E. (2000). Water uptake by roots: effects of water deficit. J. Exp. Bot. 51(350), 1531-1542.

- ZYALALOV, A. A. (2004). Water flow in higher plants: Physiology, evolution and system analysis. Russ. J. Plant Physiol. 51: 547-556.

- WEIMBERG, R. (1987). Solute adjustments in leaves of two species of wheat at two different stages of growth in response to salinity. Physiol. Plantarum 70:381-388

Webs consultadas:

AYUNTAMIENTO DE BÉTERA <http://www.betera.es> (Consulta Julio 2012)

AYUNTAMINETO DE TUÉJAR. <http://www.tuejar.es> (Consulta Julio 2012)

HERBARIO VIRTUAL DEL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL

<http://herbarivirtual.uib.es/cas-med/> (Consulta Julio 2012)

WORLDWIDE BIOCLIMATIC CLASSIFICATION SYSTEM

<http://www.globalbioclimatics.org/> (Consulta Julio 2012)

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. AGENCIA
ESTATAL DE METEOROLOGÍA <http://www.aemet.es> (Consulta Julio 2012)

MINISTERIO DE FOMENTO. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL <http://www.ign.es>
(Consulta Julio 2012)

GENERALITAT VALENCIANA. CONSELLERIA D'INFRAESTRUCTURES, TERRITORI I MEDI
AMBIENT. <http://www.cma.gva.es> (Consulta Julio 2012)

ARTÍCULO SOBRE EL ESTRÉS HÍDRICO

[http://www.globimed.net/ficheros/libros/Ecologia/Cap06%20-
%20Estres%20hidrico%20ecofisiologia%20y%20escalas%20de%20la%20sequia.pdf](http://www.globimed.net/ficheros/libros/Ecologia/Cap06%20-%20Estres%20hidrico%20ecofisiologia%20y%20escalas%20de%20la%20sequia.pdf)

(Consulta Julio 2012).

FERTILIDAD DE LOS SUELOS Y NUTRICIÓN MINERAL DE LAS PLANTAS

[http://www.agronegociosperu.org/downloads/FERTILIDAD%20DEL%20SUELO%20Y%20
ONUTRICION.pdf](http://www.agronegociosperu.org/downloads/FERTILIDAD%20DEL%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf) (Consulta Julio 2012)

CLASIFICACIÓN DE SUELOS FAO 1990

<http://edafologia.ugr.es/cartotema02/amplia1.htm> (Consulta Julio

2012) ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA

http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/students/bscw.gmd.de_bscw_bscw.cgi_d42246641-3_abs_at.htm (Consulta Julio 2012)

NUTRIENTES EN LAS PLANTAS

<http://www.sabelotodo.org/agricultura/generalidades/fertilizacionampliada.html> (Consulta Julio 2012)

NUTRIENTES EN LAS PLANTAS

<http://www.botanical-online.com/nutrientesplantas.htm> (Consulta Julio 2012)

SALINIDAD DE LOS SUELOS, ESTRÉS HÍDRICO Y PRODUCCIÓN VEGETAL

<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/12/27/81385> (Consulta Julio 2012)

POWERPOINT SOBRE EL ESTRÉS HÍDRICO Y SALINO. FISIOLOGÍA VEGETAL. (Consulta Julio 2012)