

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA

Llicenciat en Ciències ambientals



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Análisis fitoquímico de dos especies emparentadas del género *Gypsophila* de ambientes ecológicos diferentes”

TREBALL FINAL DE CARRERA

Autor/es:

José Andrés Gregori Pérez

Director/a/s:

**Na Monica Tereza Boscaiu Neagu
En Josep Vicent Llinares Palacios**

GANDIA, 2013

Contenido

1	Introducción	5
1.1	Valle de Villena. Situación	6
1.2	Estratigrafía	7
1.3	Climatología y bioclimatología	7
1.4	Biogeografía y vegetación	10
1.5	Biodiversidad	11
1.5.1	Amenazas	11
1.5.2	Figuras de protección.....	12
1.6	Objetivos	13
1.6.1	Objetivo principal:	13
1.6.2	Objetivos específicos	13
2	Material y métodos	14
2.1	Características del género <i>Gypsophila</i>	14
2.1.1	Morfología vegetativa.....	14
2.1.2	Flores.....	14
2.1.3	Frutos y semillas	15
2.1.4	Dispersión.....	15
2.1.5	Distribución	15
2.2	Especies estudiadas	16
2.2.1	<i>Gypsophila tomentosa</i> L.....	16
2.2.2	<i>Gypsophila struthium</i> L. subsp. <i>struthium</i>	17
2.3	Procedencia del material de estudio	18
2.4	Procedimiento de preparación de las muestras	19
2.4.1	La cuantificación de prolina	19
2.4.2	Cuantificación del contenido en cationes	20
3	Análisis estadístico de <i>Gypsophila tomentosa</i>	23
3.1	<i>Gypsophila tomentosa</i> : BIOMASA	24
3.2	<i>Gypsophila tomentosa</i> : PROLINA	27
3.3	<i>Gypsophila tomentosa</i> : Na ⁺	30
3.4	<i>Gypsophila tomentosa</i> : K ⁺	33
3.5	<i>Gypsophila tomentosa</i> : Ca ²⁺	36
3.6	<i>Gypsophila tomentosa</i> : Mg ²⁺	39
4	Análisis estadístico de <i>Gypsophila struthium</i>	42
4.1	<i>Gypsophila struthium</i> : BIOMASA.....	43
4.2	<i>Gypsophila struthium</i> : PROLINA.....	46
4.3	<i>Gypsophila struthium</i> : Na ⁺	49
4.4	<i>Gypsophila struthium</i> : K ⁺	52
4.5	<i>Gypsophila struthium</i> : Ca ²⁺	55
4.6	<i>Gypsophila struthium</i> : Mg ²⁺	58
5	CONCLUSIONES	61
6	BIBLIOGRAFÍA.....	63
7	ÍNDICE DE TABLAS	65
8	ÍNDICE DE FIGURAS	66

1 Introducción

La presencia de sales en el suelo, a partir de cierta concentración, determina la aparición de unas condiciones ecológicas que dan lugar a un tipo de ambiente particular. Duchaufour(1975) definió las zonas salinas como aquellas afectadas por la salinidad edáfica y en ocasiones por las inundaciones verticales con aguas salobres.

Existen numerosas publicaciones acerca de lagunas, saladares interiores y costeros de todo el mundo, pero nos remontamos a las décadas de los 60 y 70 cuando autores como Bolòs (1967), Rigual (1968, 1972) y Esteve (1972) tratan las comunidades halófilas del litoral catalán, valenciano, alicantino y parte del murciano, respectivamente. En el Sureste de la Península Ibérica se centraron Rivas Martínez *et al.* (1984), mientras que Costa & Boira (1981) analizaron la composición florística y las estructuras de las comunidades en los saladares del litoral valenciano; Asensi *et al.* (1981) estudiaron el paisaje del Cabo de Gata; y Valdés *et al.* (1993) los saladares de Cordovilla y Agramón en la provincia de Albacete. Otros autores como Crespo & Manso (1990), Peinado *et al.* (1992), Alonso (1996), y Pérez Badía (1987) han aportado en los últimos años nuevos datos acerca de los parajes halófilos de la Península Ibérica.

Debido a las amenazas que sufre este tipo de hábitat y con él las especies que allí conviven, es necesario profundizar el estudio de las zonas salinas y de las especies halófilas para poder realizar una gran difusión destacando la importancia de esta diversidad y así evitar su pérdida.

1.1 Valle de Villena. Situación

El Sureste de la Península Ibérica es una zona propensa a la formación de ambientes salinos y en la que existe más variabilidad de especies y comunidades vegetales halófilas. Actualmente no son abundantes los trabajos que hayan revisado y actualizado la información procedente de grandes botánicos, los cuales sí habían dedicado gran trabajo al estudio de una flora de tanto valor científico, ecológico y paisajístico como la que nos encontramos en el valle de Villena.

El valle de Villena es una formación salina interior influida por la escasez de precipitaciones y por las características litológicas.

Empezamos a tener información acerca de Villena por parte de Rigual que la menciona en su tesis doctoral que presentó en el 1972. Villena pertenece a la comarca del Alto Vinalopó y se encuentra en la cuenca del río Vinalopó. Este río, que tiene su nacimiento en Bocarent, permanece seco durante casi todo el año. Una parte de la cuenca del Vinalopó es el Valle de Villena donde está situada nuestra localidad de estudio. El Valle comprende parte de los municipios de Villena y Sax, con una superficie aproximada de 94 Km². Las coordenadas geográficas que limitan el Valle de Villena son:

38º 31' 18" y 38º 40' 04" de latitud norte

0º 50' 59" y 0º 57' 54" de longitud oeste.

Está limitado occidentalmente por la alineación montañosa llamada el Castellar con la cota máxima de esta zona a los 592 m por el Cabezo Redondo.

El Valle de Villena se encuentra sobre un sistema de acuíferos de un área de 904 km² dividido en tres subsistemas (sistema Caudete-Villena -en oriental-; Jumilla-Yecla -en occidente-; y el Carche-Salinas -en Sur-). Villena pertenece al subsistema Caudete-Villena, el cual tiene un área de 317 km² con suelos calizos (CaCO₃) y dolomías (MgCO₃). Sin embargo, en nuestra zona de estudio no existen acuíferos porque el núcleo central del Valle de Villena está formado por una alineación de diapiros triásicos. El núcleo es producto de Diapirismo (Rodríguez Estrella, 1977), de lo que se puede explicar la existencia de salinas de evaporación en esta zona.

1.2 Estratigrafía

El Trías, con carácter germánico y diapírico, empieza por el Keuper en su facies salinífera y yesífera. Constituido por arcillas versicolores, areniscas calcáreas, yesos y cuarzos nematoídes, con algún afloramiento en los Cabecicos. Por encima del Keuper hay una unidad de color gris oscuro formado por yesos grises y blancos. La representación jurásica del material geológico en los Cabecicos es la existencia de dolomías tableadas de color gris que coronan el cerro, en concordancia litológica de los yesos grises y blancos. Parte del Cretácico está reflejada en las sierras que rodean al valle, en cambio, del terciario hay poca representación. El Cuaternario ocupa una vasta extensión dentro del territorio, con sedimentos post-orogénicos de muy diversas génesis (I.G.M.E. 1984).

1.3 Climatología y bioclimatología

Se trata de una región con una notable sequedad estival de unos tres meses, propios del clima mediterráneo peninsular, y un fuerte recalentamiento y menor nubosidad durante el verano. Es un clima de transición entre el sector Árido Meridional y el Sector de la Mancha suboriental caracterizado por la notable continentalidad de las temperaturas, aunque aún tiene pequeñas influencias del mediterráneo por no tener obstáculos intermedios.

De la página web de la UCM (<http://www.ucm.es/info/cif/>) hemos podido conocer las características climatológicas de Villena.

En verano, y debido a los recalentamientos provocados por las montañas que rodean el valle, las temperaturas son muy altas. Los meses más calurosos en Villena corresponden a los meses de junio a septiembre, siendo también los más secos, lo que tiene como consecuencia un largo periodo de sequía.

La continentalidad de Villena se explica por las temperaturas tan extremas que se pueden alcanzar a lo largo del año. Las temperaturas tan frías como las que se alcanzan desde diciembre hasta febrero (enero es el mes con la menor temperatura mínima, -0.4°C), pueden ocasionar heladas invernales. También, durante este periodo frío se producen nieblas de irradiación en los valles de interior. Las nieblas de irradiación se originan por el enfriamiento del aire húmedo pegado al suelo durante las largas noches invernales en las que existe una estabilidad climática, con cielos despejados, una fuerte irradiación diurna y pérdida de calor nocturna provocando

temperaturas máximas muy bajas, por falta de nubosidad. Este fenómeno meteorológico contribuye de manera decisiva a la distribución irregular de la vegetación, manteniendo una correlación inversa de las especies y la altura. Existe un gran escalón térmico entre el Alto y Medio Vinalopó, siendo las temperaturas invernales del Alto mucho más frías. (Elias y Ruiz Beltran, 1977).

Tabla 1 -Parámetros estacionales de Villena

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Semestre más cálido												
Semestre más seco												
4 meses más cálidos												
4 meses más secos												
Actividad de vegetación												
Ultragélido [M'≤0]												
Hipergélido [M≤0]												
Gélido T≤0												
Subgélido m≤0												
Pregélido m'>0												
Agélido m'>0												
Hiperagélido todo>0												

La vegetación que existe en Villena tiene que estar muy bien adaptada a estos drásticos cambios de temperatura, además del cambiante régimen hídrico, con una precipitación anual inferior a los 400 mm. Los meses de menor precipitación son julio y agosto, además de ser dos de los meses con mayor potencial de evapotranspiración. Queda claro que los meses críticos para la supervivencia de la vegetación son de junio a agosto, pero las heladas invernales también pueden causar graves daños sobre la vegetación. Después de ver los meses más conflictivos, mayo y octubre son los meses que más pueden favorecer al desarrollo vegetativo porque son los meses de mayor pluviosidad y de temperaturas más templadas.

Tabla 2 - Datos climáticos de la estación meteorológica de Villena

	T	PE	P	VR	R	RE	DF	SP
Enero	5,9	14	26	12	37	14	0	0
Febrero	6,9	17	24	7	39	17	0	0
Marzo	9,1	30	26	-4	35	30	0	0
Abril	11,5	46	35	-11	23	46	0	0
Mayo	15,6	78	43	-23	0	66	12	0
Junio	19,1	105	35	0	0	35	70	0
Julio	22,5	135	4	0	0	-4	131	0
Agosto	22,6	127	15	0	0	15	112	0
Septiembre	19,0	90	35	0	0	35	50	0
Octubre	14,0	57	57	0	0	57	0	0
Noviembre	9,5	26	25	0	0	25	1	0
Diciembre	6,4	15	34	19	19	15	0	0
Total AÑO	13,7	743	359	*	*	359	384	0

T → Temperatura media

PE → Potencial evapotranspiración

P → Precipitación

VR → Variación de la reserva

R → Reserva

RE → Evapotranspiración real

DF → Déficit

SP → Superávit

En el Valle de Villena se reconoce un único termo tipo, el **Meso-mediterráneo** con carácter superior en el valle debido a la acumulación de masas de aire frío en el fondo del Valle durante el invierno y la primavera, provocando un fenómeno de inversión térmica. En cambio, en las montañas que rodean el valle nos encontramos con un Mesomediterráneo inferior. Las montañas impiden que las nubes avancen hacia el valle, es una zona de “sombra de lluvias”, por lo que el agua se descarga en la periferia del valle, sin llegar a este. Esto influye en el ombrotipo de la zona que es **semiárido** en el valle y seco en las montañas. Las lluvias que ocurren durante todo el año no se distribuyen uniformemente en todas las estaciones, sino que la mayor cantidad de lluvias se dan en otoño y primavera, seguidas del invierno.

1.4 Biogeografía y vegetación

El territorio del Valle de Villena se incluye, casi en su totalidad, en el subsector Ayorano- Villenense. Este subsector comprende áreas interiores de las zonas de Ayora, Almansa, Yecla y Villena. Se caracteriza por las temperaturas contrastadas y una escasa precipitación. En menor proporción está representado en el territorio el subsector Alicantino de la provincia Murciano-Almeriense.

Tabla 3 - Ubicación biogeográfica

Reino Holártico
 Región Mediterránea
 Provincia Valenciana-Catalana-Provenzal-Balear
 Sector Setabense
 Subsector Ayorano-Villenense
 Provincia Murciano-Almeriense
 Sector Alicantino-Murciano
 Subsector Alicantino

La vegetación potencial del Valle de Villena corresponde a un coscojar denso (*Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae* Br.-Bl. et O. Bolòs, 1954) que se desarrolla en zonas con termotipo mesomediterráneo y ombrotipo seco-semiárido. Este tipo de vegetación, pese a ser la vegetación potencial, está poco representada en el debido a distintos tipos de transformaciones.

Son importantes en el territorio, las asociaciones en las que están presentes especies del género *Gypsophila*, *Gypsophila struthium* y *Gypsophila tomentosa*. La primera, caracteriza junto con *Teucrium libanitis*, la asociación *Gypsophilo struthii-Teucrietum libanitidis* Rivas Godoy et Rigual 1956, matorral de pequeña talla propio de suelos ricos en yesos.

Gypsophila tomentosa es característica de la asociación *Limonio delicatuli-Gypsophiletum tomentosae* Peinado et Mart. Parras 1982 endémica del subsector Ayorano-Villenense y que se desarrolla en suelos subsalinos, en contacto con las comunidades hiperhalófilas caracterizadas por *Sarcocornia fruticosa* o *Arthrocnemum macrostachyum*.

1.5 Biodiversidad

Cabe decir que en España existen 30 endemismos de plantas gipsófitas (Merlo *et al.* 1998), y concretamente en la zona de Villena también encontramos otros endemismos como pueden ser *Linaria depauperata* Leresche ex Longe, *Thymus piperella* L., *Thymus moroderi* Pau ex Martínez, *Sideritis angustifolia* Log y *Centaurea resupinata* Cosson subsp. *humilis* (Pau) Rivas -Martínez & Loidi (Domínguez, 1991), lo que hace que nuestra zona de estudio tenga un valor ecológico y de biodiversidad aún mayor.

1.5.1 Amenazas

Grandes problemas acechan sobre estas zonas desde los últimos cuarenta años, acrecentándose en los últimos diez debido a la gran expansión urbanística que hace una fuerte presión antrópica limitando el desarrollo de comunidades vegetales e incluso eliminando estos hábitats por la construcción de viviendas, grandes zonas de ocio, colmatación y desecación de las salinas para la agricultura, vertederos, etc. Además de estas amenazas que ocasiona la sociedad se suman los cambios ambientales a nivel más global como la desertificación, la pérdida de biodiversidad, disminución de las tierras fértiles y la salinización de los acuíferos, que se acentúan en el Sureste de la Península Ibérica.



Figura 1 – zona de estudio

Es muy importante la protección de especies como *G. struthium* ya que vemos que los suelos yesíferos, actualmente, se encuentran muy explotados por la importancia industrial que tienen. El uso industrial del yeso, ya sea para usarlo en construcción, o como ingrediente del estuco o el cemento, pone en peligro seriamente la conservación de estas comunidades de plantas e ignora el valor biológico y evolutivo (Parsons, 1976; Meyer 1986). Las canteras de yeso proporcionan un material vital y multifuncional en la sociedad industrializada, pero al mismo tiempo el ambiente es seriamente afectado (Davis, 1982).

Concretamente en Villena, el mayor cambio paisajístico históricamente constatado causado por el hombre fue en el período de 1803-1806 (Hernandez-Marco, 1983), cuando una zona pantanosa antiguamente aprovechada para el ganado se convirtió en una zona intensamente cultivada, eliminando de esta forma parte de la biodiversidad que allí existía. Fue un proyecto para erradicar las “fiebres tercianas” provocadas por *Plasmodium vivax* y que se producían tan frecuentemente en las zonas húmedas a comienzos del verano. Villena, como localidad ganadera que es, sufre un excesivo pastoreo sobre sus suelos yesíferos, siendo una amenaza más, lo mismo que el uso de estos suelos como vertederos ilegales.

Por los alrededores de la zona de estudio hay un gran sistema de acuíferos, el cual está en peligro de salinización por el agotamiento del agua dulce de los acuíferos. El sistema de acuífero está próximo al litoral mediterráneo, por lo que el proceso de salinización se hace más probable y más preocupante porque llegados a este punto, la salinización es irreversible y el acuífero sería inútil para el abastecimiento humano y para el riego de cultivos. Las actividades que aceleran que un acuífero llegue al punto de salinización son las extracciones de agua dulce por medio de pozos que no permitan una auto regeneración hídrica; la explotación agrícola por el desarrollo de cultivos que no permiten a la tierra recuperar su potencial hídrico; todo esto sumado con las tasas de evaporación superiores a la pluviosidad que ocurren en la zona del Alt Vinalopó.

1.5.2 Figuras de protección

Una forma de proteger a una parte de los hábitats yesíferos de Villena ha sido declarar la zona de “Los Cabecicos” como Microrreserva, incluida en la Red Natura 2000 (Laguna, 2003). Ya son 94 microrreservas las que encontramos en la provincia de Alicante.

Para aclarar términos, Microrreserva puede definirse como “aquella parte de terreno de la Comunidad Valenciana que, cumpliendo las condiciones previstas en el artículo 3º del decreto 218/1994, sea declarada específicamente como tal mediante una orden de la Conselleria del Medi Ambient, a fin de garantizar un adecuado estudio y seguimiento científico a largo plazo de las especies y comunidades vegetales allí contenidas”. La condición más importante a tener en cuenta a la hora de poder declarar una zona como Microrreserva es que las parcelas sean de terreno natural de menos de 20 ha de superficie, y que contengan una elevada concentración de plantas raras, endémicas, o amenazadas o de elevado interés científico (decreto 218/94).

En la Microrreserva de “Los Cabecicos” encontramos la unidad de vegetación prioritaria *Gypsophilo struthii-Teucrietum libanitidis* catalogada con un código natura 2000 (1520*, hábitat prioritario). En esta unidad, la cual pertenece a la clase *Rosmarinetea officinalis* Braun-Blanq., es frecuente la combinación de especies como *Gypsophila struthium* subps. *struthium*, *Helianthemum squamatum*, *Teucrium libanitis*, *Herniaria fruticosa*, *Lepidium subulatum*, *Ononis tridentata* y *Reseda stricta*.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo principal:

El género *Gypsophila* incluye varias especies adaptadas a zonas de yesos. Las dos especies estudiadas, *G. struthium* subsp. *struthium* y *G. tomentosa* están emparentadas y se agrupan en la misma sección, pero sus preferencias edafológicas son distintas. La primera crece de forma exclusiva en suelos yesíferos, mientras que la segunda tiene el óptimo en comunidades de saladar. El objetivo de este trabajo es comparar el crecimiento de las dos especies en condiciones experimentales de estrés salino y cuantificar las respuestas fitoquímicas a éste.

1.6.2 Objetivos específicos

1. Analizar el Crecimiento de las dos especies en condiciones de estrés salino.
2. Determinar el contenido en cationes en las plantas sometidas a diferentes condiciones salinas.
3. Determinar el contenido en sulfatos y cloruros de los mismos individuos.
4. Cuantificación de los niveles de prolina.
5. Correlacionar los resultados obtenidos.

2 Material y métodos

2.1 Características del género *Gypsophila*

2.1.1 Morfología vegetativa

Las formas de vida que se dan son terófitos anuales o bianuales, hemicriptófitos, o caméfitos. Suelen ser plantas herbáceas anuales o perennes, o subarborescentes, y normalmente monoicas. Las plantas pueden estar más o menos densamente cubiertas con pelos glandulares. El tallo en horquilla o la pseudodicotomía es común. Los internodios pueden ser largos. Los nodos están hinchados, y a veces encerrados por las bases connadas de las hojas. Estos nodos hinchados son importantes para los movimientos geotrópicos.

Las hojas son mayormente opuestas y decusadas. Las hojas suelen ser sésiles o subsésiles, a veces pecioladas. La anisofilia es descrita para un número abundante de especies de este género. La forma de las hojas va desde linear a la forma de aguja hasta ser ampliamente ovadas.

Las raíces pueden alcanzar más de un metro de longitud pero las raíces más grandes de algunas especies pueden superar los 150 kg y alcanzar un diámetro de más de 1 metro. En las especies perennes de regiones secas, las raíces leñosas son la principal parte de la supervivencia de la planta en invierno.

2.1.2 Flores

Con flores proterandras, actinomorfas, normalmente bisexuales, aunque a veces obdiploesmonas. Contienen inflorescencias mayormente dicasiales. Sépalos (4-)5, imbricados, completamente libres o connados para la mayoría de su longitud. Pétalos (4-)5 -con estivación contorta-; enteros, emarginados. Normalmente los estambres son del mismo tamaño o el doble de los pétalos, en uno o dos verticilos; filamentos libres o basalmente connados; anteras versátiles, diticales, tetrasporangiadas, abiertas con hendiduras longitudinales. Ovario 2-5 carpelado, superior, o paracárpico; estilos distintos o más o menos connados; tantos estigmas como carpelos hay; el ovario a veces nace sobre un ginóforo; los óvulos son normalmente numerosos, colocados sobre una columna placentar central; óvulos bitegumentales, hemítropo a campilótropo. Los pétalos, estambres y ovarios a veces nacen sobre un internodio elongado llamado antóforo. El tejido nectario se encuentra en un disco en la base de los filamentos y los pétalos, o en una capa dentro de la copa receptacular.

2.1.3 Frutos y semillas

Las cápsulas de los frutos con dehiscencia loculícida y/o septícida son los más comunes. Las semillas son pequeñas o muy pequeñas (0,4-3 mm longitud), negras, marrones; reniformes. Mayoritariamente están lateralmente comprimidas. La testa se encuentra esculpida de forma muy diversa por más o menos células papiliformes. La exotesta está mayormente engrosada y dura. El embrión maduro está normalmente curvado alrededor del perispemo, el cual tiene forma de cuerno. La morfología de las semillas, especialmente la forma de la testa, se encontró que tenía un gran valor, principalmente para separar los taxones al nivel de especies.

2.1.4 Dispersión

En muchas especies de *Gypsophila* las semillas son lanzadas de las cápsulas xerocásticas erectas por fuertes vientos o por el paso de los animales que rozan a las plantas. Raramente dispersadas por el viento y no se sabe de casos con propagación vegetativa o por rizomas.

2.1.5 Distribución

La distribución de las Cariofiláceas es principalmente holártica con un centro en la región Mediterránea e Irano-Tueana, donde se encuentran 54 de los 86 géneros. También se han encontrado en la flora ártica circumpolar 4 géneros de las *Alsinoideae* y 3 géneros de las *Caryophylloideae*. La familia Caryophyllaceae pudo que tuviera la posibilidad de ampliar su distribución mundial hacia Sudamérica cuando se completó el cierre del estrecho de Panamá. Pocos géneros están restringidos únicamente al Hemisferio Sur, y algunos ejemplos son *Polytepalum* en África; *Sanctambrosia*, *Philppiella* y *Microphytes* en Sudamérica. Todos los géneros con una distribución sur-hemisférica pertenecen a las subfamilias *Alsinoideae* y *Paronychioideae*, mientras que casi todos los géneros de *Caryophylloideae* ocurren en la región holártica.

2.2 Especies estudiadas

⇒ *Gypsophila tomentosa* L.

⇒ *Gypsophila struthium* L. subsp. *struthium*.

Ambas especies son plantas perennes, y comparten ciertas características como el engrosamiento de los tallos en los nudos, cáliz con dimensiones semejantes (2-2.5 mm), incluso los pétalos son iguales (3-4,5 mm), enteros o ligeramente emarginados, con cápsula de 3-5 mm y exerta. Las semillas de estas especies son negras o de color castaño, con forma de riñón. Pero, a pesar de compartir estas características son fácilmente distinguibles una de otra. *G. tomentosa* es de menor tamaño que *G. struthium*, con menos de 70 cm de altura frente a los más de 85 cm de la segunda.

2.2.1 *Gypsophila tomentosa* L.

G. tomentosa es una planta densamente glandular-pubescente, leñosa en la base (70 x 25 mm).

G. tomentosa tiene hojas ovadas u oblongo-lanceoladas, con 3-7 nervios, planas, semiamplexicalues y las inferiores pueden estar atenuadas en la base.

Las flores de *G. tomentosa* se disponen en cimas paniculiformes con pétalos rosados.

Las semillas de *G. tomentosa* son brillantes, lisas o con tubérculos rudimentarios



Figura 2 - Flores de *Gypsophila tomentosa*

G. tomentosa habita en los bordes de caminos, depresiones endorreicas y lugares con suelo generalmente salino. En la Península ibérica, se distribuye en zonas interiores de Castilla la Nueva y de Castilla la Mancha, en el valle del Ebro, en la región levantina y Hoya de Baza.



Figura 3 - Plantas de *Gypsophila tomentosa*

2.2.2 *Gypsophila struthium* L. subsp. *struthium*

G. struthium es una planta más robusta con hojas de dimensiones más reducidas (35 x 1,3 mm).



Figura 4 - Flores de *Gypsophila struthium*

G. struthium tiene hojas lineares, subtriquetas, carnosas y a menudo cilioladas en la base.

Las flores de *G. struthium* están dispuestas en cimas corimbiformes o capituliformes y sus pétalos son blancos.

Las semillas de *G. struthium* no brillan y tienen tubérculos prominentes.

G. struthium frecuenta laderas y cerros yesosos de zonas áridas más o menos continentales, en matorrales abiertos y terrenos baldíos.

2.3 Procedencia del material de estudio

Las semillas de *Gypsophila tomentosa* L. y *Gypsophila struthium* L. subsp. *struthium* fueron recolectadas en la localidad de Villena, provincia de Alicante (España). La población de *G. tomentosa* pertenece al UTM 30SXH8080 (Las Salinas de la Redonda), mientras que *G. struthium* se sitúa en 30SXH8379 (Los Cabecicos).

Los ensayos de crecimiento en condiciones de estrés salino se han efectuado en el Jardín Botánico de Valencia, en el marco de un proyecto de colaboración entre la UPV y la Universidad de Valencia. La cuantificación de prolina se ha efectuado en el Instituto de Biología Celular y Molecular (IBMCP) de la UPV.

El material vegetal utilizado para el trabajo procede un tratamiento de tres meses en cual las dos especies han sido regadas con las siguientes concentraciones de NaCl (salinidad):

- × 0 (Control),
- × 100 mM,
- × 200 mM,
- × 300 mM,
- × 400 mM,
- × 500 mM.

2.4 Procedimiento de preparación de las muestras

2.4.1 La cuantificación de prolina

La cuantificación de prolina se ha realizado en las muestras en estado fresco, siguiendo la metodología descrita por Bates *et. al.* (1973) modificada. La concentración de prolina se determinada mediante curva estándar y se calcula en base al peso fresco,

2.4.1.1 Curva estándar de prolina

1. En 7 tubos de ensayo de 10 ml se vierten:

Nº tubo	Prolina 2mM (ml)	Ac. sulfosalicilico (ml)
1	0	1000
2	5	995
3	12,5	987,5
4	25	975
5	37,5	962,5
6	50	950
7	75	925

Tabla 4-Preparación curva estándar de prolina

2. Añadir a cada tubo 1 ml de ácido de nihidrina y 1 ml de ácido acético glacial.
3. Tapar los tubos con su correspondiente tapón, agitar unos segundos en el vortex e introducirlos en el baño a 100°C durante 1 hora.
4. Detener la reacción depositando los tubos en hielo durante 10 minutos.
5. Verter a cada tubo 2 ml de Tolueno y agitar en vortex durante 20 segundos.
6. Aspirar 1 ml de la fase superior (Tolueno) y medir la absorbancia en el espectrofotómetro a 520 nm. Usar para el calibrado el cero de prolina (tubo 1).

2.4.1.2 Cuantificación de prolina en las muestras.

1. Pesar en la balanza de precisión 0,25 gramos de hoja de la muestra fresca y anotar el peso hasta el tercer decimal.
2. Triturar en el mortero usando nitrógeno líquido como abrasivo hasta pulverizar.
3. Añadir 2 ml de ácido sulfosalicílico 3%, homogeneizar y verter en el eppendorf.
4. Centrifugar 20 minutos.
5. Filtrar el extracto con lana de vidrio en un embudo que vierta directamente a un tubo de ensayo.
6. Pipetear 1 ml del extracto y verter en un nuevo tubo de ensayo.
7. Proceder siguiendo la metodología descrita para la realización de la curva estándar de prolina a partir del paso 2 (este inclusive).

2.4.2 Cuantificación del contenido en cationes

Las muestras se han triturado con molinillo. La muestra triturada se ha colocado en frascos de plástico y se ha cepillado el molinillo después de cada trituración con un cepillo para alimentos, con las púas de PVC, para no dejar residuos que puedan distorsionar los resultados.



Figura 5 - Molinillo para trituración de las muestras

Posteriormente se han pesado todas las muestras trituradas en balanza de precisión (Sartorius BP 210 S).



Figura 6 - Balanza de precisión

Se han preparado las muestras añadiéndoles HNO_3 y H_2O_2 para proceder a la digestión de las mismas en el microondas.



Figura 7 - Proceso de preparación de las muestras para digerir en microondas

Microondas para digestiones
Milestone ETHOS ONE →



Figura 8 - Microondas para digestiones



Figura 9 -Matraces aforados y embudos con filtro preparados para las diluciones

De las digestiones de cada muestra se han hecho diluciones para tener la concentración adecuada poder determinar lo que estamos buscando.



Figura 10 - Botes de plástico estériles con las digestiones de las muestras

Los botes de plástico con las digestiones de las muestras, debidamente etiquetadas y rotuladas, se han conservado en nevera.

Espectróquant NOVA 60 de MERCK →



Figura 11 - Espectroquant



← Espectrómetro de llama (JENWAY PFP 7)

Figura 12 - Espectrómetro de llama

Espectrómetro de absorción atómica
(VARIAN SpectrAA)



Figura 13 - Espectrómetro de absorción atómica

3 Análisis estadístico de *Gypsophila tomentosa*

Los datos obtenidos han sido tratados estadísticamente con el programa informático SPSS v.16.0. Se ha realizado un análisis Anova de un factor para la biomasa, la prolina, el sodio, potasio, calcio y magnesio.

Hemos realizado el estudio estadístico de los resultados obtenidos de los diversos análisis realizados de la especie *Gypsophila tomentosa*, siendo los siguientes:

- Estadísticos descriptivos.
- Anova.
- Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples del método Diferencia Mínima Significativa (DMS) para cada variable dependiente, comparando los distintos tratamientos entre sí.
- También se han obtenido las gráficas de las medias de cada variable dependiente en función del tratamiento a que han sido sometidas las plantas.

Los estudios estadísticos han sido sobre los análisis de la cantidad en planta de:

- Biomasa,
- Prolina,
- Na⁺,
- K⁺,
- Ca²⁺,
- Mg²⁺.

3.1 *Gypsophila tomentosa*: BIOMASA

Tabla 5. *Gypsophila tomentosa*. Estadísticos descriptivos para la BIOMASA

Biomasa (g)	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	4	32,039	4,401	2,201	25,036	39,042	25,62	34,98
100 mM	4	23,398	2,032	1,016	20,165	26,631	21,46	25,80
200 mM	4	18,056	2,204	1,102	14,549	21,564	16,29	21,00
300 mM	4	14,685	1,903	0,951	11,658	17,713	12,45	16,27
400 mM	4	11,097	1,311	0,655	9,012	13,183	9,78	12,25
500 mM	4	7,530	1,603	0,801	4,979	10,080	5,79	9,64
Total	24	17,801	8,561	1,748	14,186	21,416	5,79	34,98

Tabla 6. *Gypsophila tomentosa*. Anova de un factor para la BIOMASA

Biomasa	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Inter-grupos	1577,046	5	315,409	52,185	0,000
Intra-grupos	108,793	18	6,044		
Total	1685,838	23			

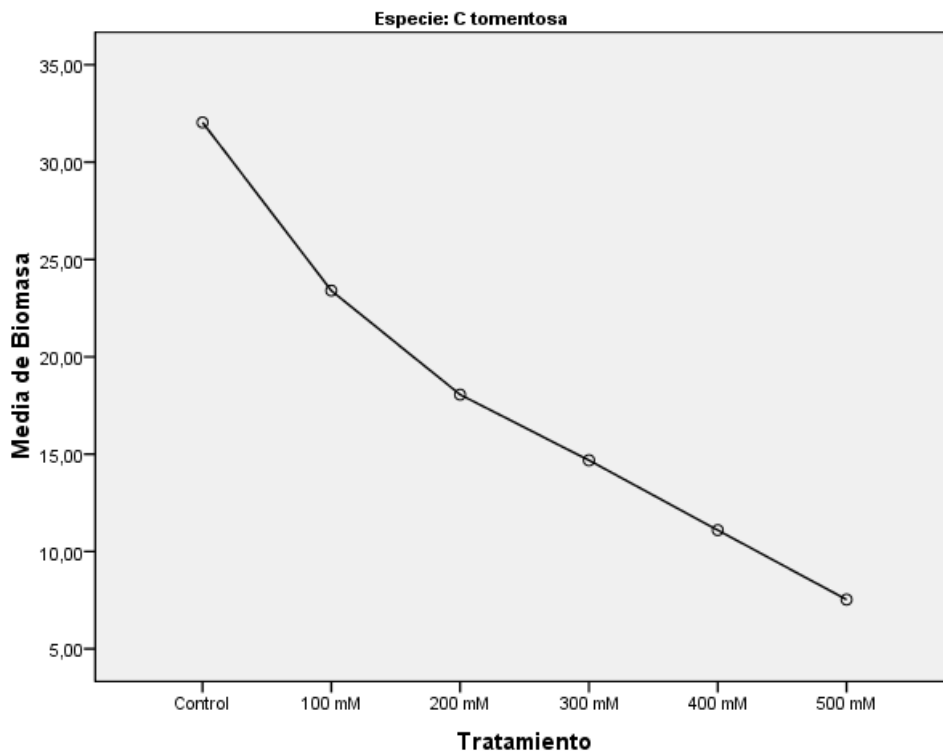
Como puede observarse en la tabla 6, la analítica de la Biomasa presenta un p-valor < 0,05, cuyo valor es $p=0,000$, entonces, los diferentes valores de Biomasa medidos en los diferentes tratamientos y con un control, presentan diferencias estadísticamente significativas.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM, con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 100 mM con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 400 mM y con 500 mM; 300 mM con 500 mM, presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de biomasa.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: 200 mM con 300 mM; 300 mM con 400 mM; y 400 mM con 500 mM; presentan una significación mayor a 0,05, por lo que **no** presentan diferencias significativas en contenido de biomasa.

Tabla 7. *G. tomentosa*. Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para la BIOMASA

Variable dependiente Biomasa						
Tratamiento I	Tratamiento J	Diferencias de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
control	100 mM	8,641	1,738	0,000	4,989	12,294
	200 mM	13,983	1,738	0,000	10,330	17,635
	300 mM	17,354	1,738	0,000	13,702	21,006
	400 mM	20,942	1,738	0,000	17,290	24,594
	500 mM	24,510	1,738	0,000	20,857	28,162
100 mM	control	-8,641	1,738	0,000	-12,294	-4,989
	200 mM	5,341	1,738	0,007	1,689	8,994
	300 mM	8,713	1,738	0,000	5,060	12,365
	400 mM	12,301	1,738	0,000	8,648	15,953
	500 mM	15,868	1,738	0,000	12,216	19,521
200 mM	control	-13,983	1,738	0,000	-17,635	-10,330
	100 mM	-5,341	1,738	0,007	-8,994	-1,689
	300 mM	3,371	1,738	0,068	-0,281	7,024
	400 mM	6,959	1,738	0,001	3,307	10,612
	500 mM	10,527	1,738	0,000	6,875	14,179
300 mM	control	-17,354	1,738	0,000	-21,006	-13,72
	100 mM	-8,713	1,738	0,000	-12,365	-5,060
	200 mM	-3,371	1,738	0,068	-7,024	0,281
	400 mM	3,588	1,738	0,054	-0,064	7,240
	500 mM	7,156	1,738	0,001	3,504	10,808
400 mM	control	-20,942	1,738	0,000	-24,594	-17,290
	100 mM	-12,301	1,738	0,000	-15,953	-8,648
	200 mM	-6,959	1,738	0,001	-10,612	-3,307
	300 mM	-3,588	1,738	0,054	-7,240	0,064
	500 mM	3,568	1,738	0,055	-0,085	7,220
500 mM	control	-24,510	1,738	0,000	-28,162	-20,857
	100 mM	-15,868	1,738	0,000	-19,521	-12,216
	200 mM	-10,527	1,738	0,000	-14,179	-6,875
	300 mM	-7,156	1,738	0,001	-10,808	-3,504
	400 mM	-3,568	1,738	0,055	-7,220	0,085

Figura 14. *Gypsophila tomentosa*. Gráfico de la media de BIOMASA (g)

Como puede observarse en la Figura nº 14, las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM, con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 100 mM con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 400 mM y con 500 mM; 300 mM con 500 mM, presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de biomasa.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: 200 mM con 300 mM; 300 mM con 400 mM; y 400 mM con 500 mM; presentan una significación mayor a 0,05, por lo que **no** presentan diferencias significativas en contenido de biomasa.

3.2 *Gypsophila tomentosa*: PROLINA

Tabla 8. *Gypsophila tomentosa*. Estadísticos descriptivos para la PROLINA

Prolina (nmol g ⁻¹)	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	4	420,063	316,928	158,464	-84,241	924,366	148,42	878,25
100 mM	4	2797,945	666,386	333,193	1737,576	3858,314	1980,00	3611,24
200 mM	4	6289,893	1905,044	952,522	3258,542	9321,243	3650,85	8179,99
300 mM	4	3609,835	3401,722	1700,861	-1803,064	9022,734	1549,80	8695,64
400 mM	4	6672,505	1299,185	649,593	4605,212	8739,798	5306,17	8277,20
500 mM	4	15740,563	4630,422	2315,211	8372,529	23108,596	10836,07	20168,84
Total	24	5921,800	5463,483	1115,229	3614,774	8228,827	148,42	20168,84

Tabla 9. *Gypsophila tomentosa*. Anova de un factor para la PROLINA

Prolina	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Inter-grupos	5,699E8	5	1,140E8	17,593	0,000
Intra-grupos	1,166E8	18	6479017,371		
Total	6,865E8	23			

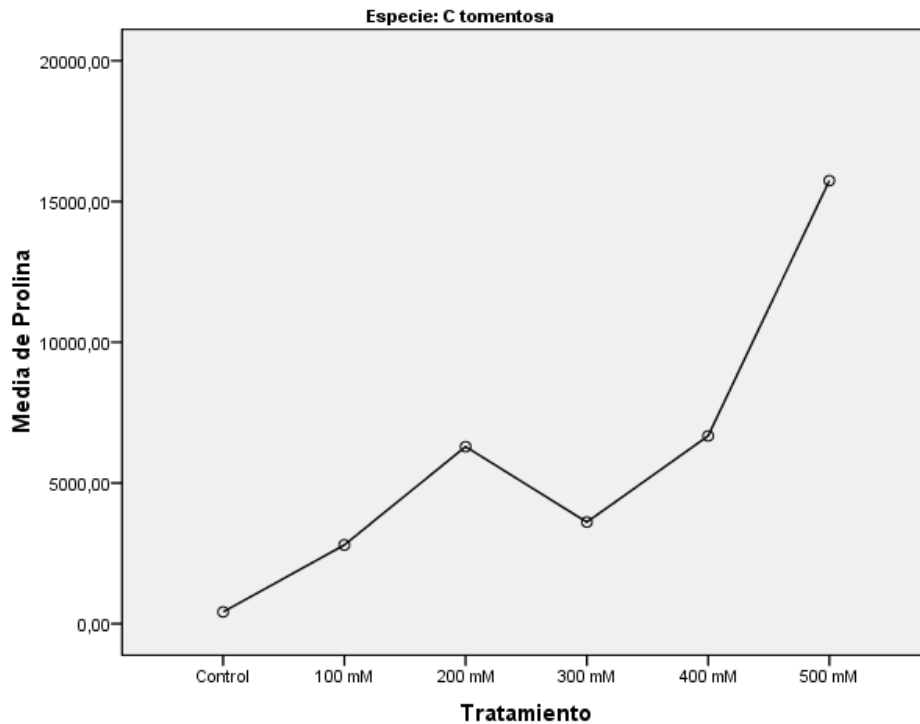
Como puede observarse en la tabla 9, la analítica de la Prolina presenta un p-valor < 0,05, cuyo valor es $p=0,000$, entonces, los diferentes valores de Mg^{2+} medidos en los diferentes tratamientos y con un control, presentan diferencias estadísticamente significativas.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 200 mM, con 400 mM y con 500 mM; 100 mM con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 500 mM; 300 mM con 500 mM; 400 mM con 500 mM, presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de Prolina.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM y con 300 mM; 100 mM con 200 mM y con 300 mM; 200 mM con 300 mM y con 400 mM; y 300 mM con 400 mM, presentan una significación mayor a 0,05, por lo que **no** presentan diferencias significativas en contenido de Prolina.

Tabla 10. *G. tomentosa*. Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para la PROLINA

Variable dependiente Prolina						
Tratamiento I	Tratamiento J	Diferencias de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
control	100 mM	-2377,883	1799,864	0,203	-6159,255	1403,490
	200 mM	-5869,830	1799,864	0,004	-9651,203	-2088,457
	300 mM	-3189,773	1799,864	0,093	-6971,145	591,600
	400 mM	-6252,443	1799,864	0,003	-10033,815	-2471,070
	500 mM	-1,532E4	1799,864	0,000	-19101,873	-11539,127
100 mM	control	2377,883	1799,864	0,203	-1403,490	6159,255
	200 mM	-3491,948	1799,864	0,068	-7273,320	289,425
	300 mM	-811,890	1799,864	0,657	-4593,263	2969,483
	400 mM	-3874,560	1799,864	0,045	-7655,933	-93,187
	500 mM	-1,294E4	1799,864	0,000	-16723,990	-9161,245
200 mM	control	5869,830	1799,864	0,004	2088,457	9651,203
	100 mM	3491,948	1799,864	0,068	-289,425	7273,320
	300 mM	2680,058	1799,864	0,154	-1101,315	6461,430
	400 mM	-382,613	1799,864	0,834	-4163,985	3398,760
	500 mM	-9450,670	1799,864	0,000	-13232,043	-5669,297
300 mM	control	3189,773	1799,864	0,093	-591,600	6971,145
	100 mM	811,890	1799,864	0,657	-2969,483	4593,263
	200 mM	-2680,058	1799,864	0,154	-6461,430	1101,315
	400 mM	-3062,670	1799,864	0,106	-6844,043	718,7030
	500 mM	-1,213E4	1799,864	0,000	-15912,100	-8349,355
400 mM	control	6252,443	1799,864	0,003	2471,070	10033,815
	100 mM	3874,560	1799,864	0,045	93,187	7655,933
	200 mM	382,613	1799,864	0,834	-3398,760	4163,985
	300 mM	3062,670	1799,864	0,106	-718,703	6844,043
	500 mM	-9068,058	1799,864	0,000	-12849,430	-5286,685
500 mM	control	15320,500	1799,864	0,000	11539,127	19101,873
	100 mM	12942,618	1799,864	0,000	9161,245	16723,990
	200 mM	9450,670	1799,864	0,000	5669,297	13232,043
	300 mM	12130,728	1799,864	0,000	8349,355	15912,100
	400 mM	9068,058	1799,864	0,000	5286,685	12849,430

Figura 15. *Gypsophila tomentosa*. Gráfico de la media de PROLINA (nmol g^{-1})

Como puede observarse en la Figura nº 15, las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 200 mM, con 400 mM y con 500 mM; 100 mM con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 500 mM; 300 mM con 500 mM; y 400 mM con 500 mM, presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de Prolina.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM y con 300 mM; 100 mM con 200 mM y 300 mM; 200 mM con 300 mM y con 400 mM; 300 mM con 400 mM; presentan una significación mayor a 0,05, por lo que no presentan diferencias significativas en contenido de Prolina.

3.3 *Gypsophila tomentosa*: Na⁺

Tabla 11. *Gypsophila tomentosa*. Estadísticos descriptivos para el Na⁺

Na ⁺ (mg/g planta)	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	4	14,382	3,362	1,681	9,033	19,732	11,26	18,98
100 mM	4	30,726	3,282	1,641	25,504	35,947	27,87	34,81
200 mM	4	24,840	2,758	1,379	20,451	29,229	22,01	28,44
300 mM	4	22,187	3,3047	1,652	16,928	27,445	18,59	25,92
400 mM	4	25,652	2,776	1,388	21,235	30,068	22,09	28,31
500 mM	4	15,420	0,835	0,418	14,091	16,748	14,34	16,18
Total	24	22,201	6,399	1,306	19,499	24,903	11,26	34,81

Tabla 12. *Gypsophila tomentosa*. Anova de un factor para Na⁺

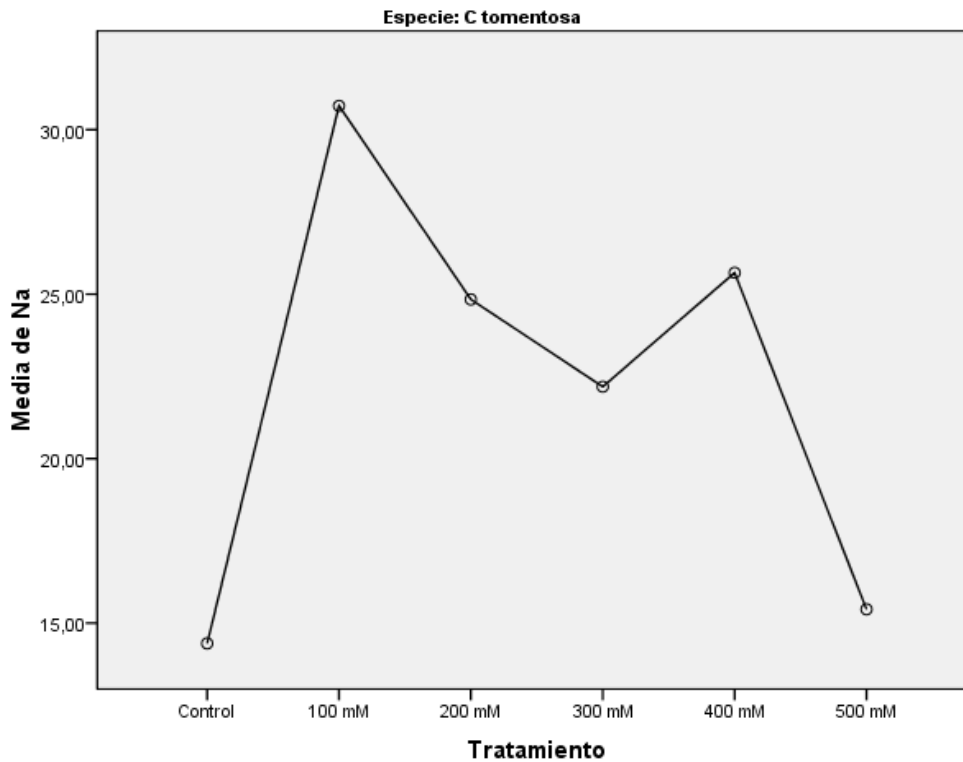
Na ⁺	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Inter-grupos	794,644	5	158,929	19,460	0,000
Intra-grupos	147,001	18	8,167		
Total	941,646	23			

Como puede observarse en la tabla 12, la analítica del Na⁺ presenta un p-valor < 0,05, cuyo valor es p= 0,000, entonces, los diferentes valores de Na⁺ medidos en los diferentes tratamientos y con un control, presentan diferencias estadísticamente significativas.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM, con 200 mM, con 300 mM y con 400 mM; 100 mM con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 500 mM; 300 mM con 500 mM; y 400 mM con 500 mM, presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de Na⁺. Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 500 mM; 200 mM con 300 mM y con 400 mM; 300 mM con 400 mM, presentan una significación mayor o igual a 0,05, por lo que **no** presentan diferencias significativas en contenido de Na⁺.

Tabla 13. *G. tomentosa*. Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión Na⁺

Variable dependiente Na ⁺						
Tratamiento I	Tratamiento J	Diferencias de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
control	100 mM	-16,344	2,021	0,000	-20,589	-12,098
	200 mM	-10,458	2,021	0,000	-14,703	-6,212
	300 mM	-7,805	2,021	0,001	-12,050	-3,559
	400 mM	-11,270	2,021	0,000	-15,515	-7,024
	500 mM	-1,038	2,021	0,614	-5,283	3,208
100 mM	control	16,344	2,021	0,000	12,098	20,589
	200 mM	5,886	2,021	0,009	1,641	10,132
	300 mM	8,539	2,021	0,001	4,294	12,784
	400 mM	5,074	2,021	0,022	,829	9,320
	500 mM	15,306	2,021	0,000	11,061	19,551
200 mM	control	10,458	2,021	0,000	6,212	14,703
	100 mM	-5,886	2,021	0,009	-10,132	-1,641
	300 mM	2,653	2,021	0,206	-1,593	6,898
	400 mM	-0,812	2,021	0,693	-5,058	3,433
	500 mM	9,41983	2,021	0,000	5,174	13,665
300 mM	control	7,805	2,021	0,001	3,559	12,050
	100 mM	-8,539	2,021	0,001	-12,784	-4,294
	200 mM	-2,653	2,021	0,206	-6,898	1,593
	400 mM	-3,465	2,021	0,104	-7,710	0,781
	500 mM	6,767	2,021	0,004	2,522	11,013
400 mM	control	11,270	2,021	0,000	7,024	15,515
	100 mM	-5,074	2,021	0,022	-9,320	-,829
	200 mM	0,812	2,021	0,693	-3,433	5,058
	300 mM	3,465	2,021	0,104	-,781	7,710
	500 mM	10,232	2,021	0,000	5,987	14,477
500 mM	control	1,038	2,021	0,614	-3,208	5,283
	100 mM	-15,306	2,021	0,000	-19,551	-11,061
	200 mM	-9,420	2,021	0,000	-13,665	-5,174
	300 mM	-6,767	2,021	0,004	-11,013	-2,522
	400 mM	-10,232	2,021	0,000	-14,477	-5,987

Figura 16. *Gypsophila tomentosa*. Gráfico de la media para el Na⁺ (mg/g planta)

Como puede apreciarse en la Figura nº16, la cantidad de Na⁺ presenta diferencias significativas entre el tratamiento de control y los tratamientos de 100 mM, 200 mM, 300 mM y 400 mM; también presenta diferencias significativas entre el tratamiento de 100 mM y los tratamientos de 200 mM, 300 mM, 400 mM y 500 mM; así como entre los tratamientos de 200 mM, 300 mM y 400 mM con el tratamiento de 500 mM.

No existen diferencias significativas entre el tratamiento de control y el de 500 mM, así como entre los tratamientos de 200 mM, el de 300 mM y el de 400 mM; y entre el tratamiento de 300 mM y el de 400 mM.

3.4 *Gypsophila tomentosa*: K⁺

Tabla 14. *Gypsophila tomentosa*. Estadísticos descriptivos para el K⁺

K ⁺ (mg/g planta)	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	4	38,718	7,404	3,702	26,937	50,499	33,16	49,61
100 mM	4	39,058	2,233	1,116	35,505	42,610	36,86	41,41
200 mM	4	27,287	1,715	0,858	24,558	30,016	26,12	29,82
300 mM	4	26,024	5,975	2,987	16,517	35,531	20,84	31,61
400 mM	4	27,439	2,779	1,389	23,017	31,861	24,73	31,06
500 mM	4	21,516	0,263	0,132	21,098	21,935	21,26	21,87
Total	24	30,007	7,683	1,568	26,763	33,251	20,84	49,61

Tabla 15. *Gypsophila tomentosa*. Anova de un factor para K⁺

K ⁺	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Inter-grupos	1038,966	5	207,793	11,736	0,000
Intra-grupos	318,700	18	17,706		
Total	1357,667	23			

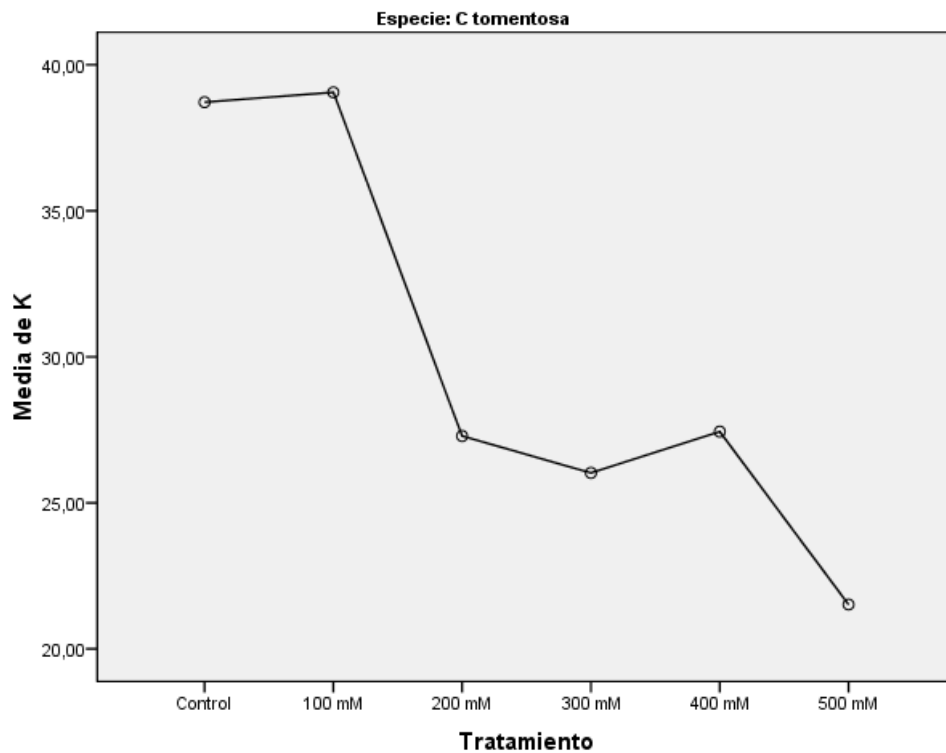
Como puede observarse en la tabla 15, la analítica del K⁺ presenta un p-valor < 0,05, cuyo valor es p= 0,000, entonces, los diferentes valores de K⁺ medidos en los diferentes tratamientos y con un control, presentan diferencias estadísticamente significativas.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 100 mM con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; con presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de K^+ .

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM; 200 mM con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 300 mM con 400 mM y con 500 mM; y 400 mM con 500 mM, presentan una significación mayor a 0,05, por lo que **no** presentan diferencias significativas en contenido de K^+ .

Tabla 16. *G. tomentosa*. Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión K^+

Variable dependiente K^+						
Tratamiento I	Tratamiento J	Diferencias de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
control	100 mM	-0,340	2,975	0,910	-6,591	5,912
	200 mM	11,431	2,975	0,001	5,180	17,682
	300 mM	12,694	2,975	0,000	6,443	18,945
	400 mM	11,280	2,975	0,001	5,028	17,530
	500 mM	17,202	2,975	0,000	10,951	23,453
100 mM	control	0,340	2,975	0,910	-5,912	6,591
	200 mM	11,770	2,975	0,001	5,519	18,021
	300 mM	13,034	2,975	0,000	6,783	19,285
	400 mM	11,618	2,975	0,001	5,367	17,869
	500 mM	17,541	2,975	0,000	11,290	23,792
200 mM	control	-11,431	2,975	0,001	-17,682	-5,180
	100 mM	-11,770	2,975	0,001	-18,021	-5,519
	300 mM	1,263	2,975	0,676	-4,988	7,514
	400 mM	-0,1519	2,975	0,960	-6,403	6,099
	500 mM	5,771	2,975	0,068	-0,480	12,022
300 mM	control	-12,694	2,975	0,000	-18,945	-6,443
	100 mM	-13,034	2,975	0,000	-19,285	-6,783
	200 mM	-1,263	2,975	0,676	-7,514	4,988
	400 mM	-1,415	2,975	0,640	-7,666	4,836
	500 mM	4,508	2,975	0,147	-1,743	10,759
400 mM	control	-11,279	2,975	0,001	-17,530	-5,028
	100 mM	-11,618	2,975	0,001	-17,870	-5,367
	200 mM	0,152	2,975	0,960	-6,099	6,403
	300 mM	1,415	2,975	0,640	-4,836	7,666
	500 mM	5,923	2,975	0,062	-0,328	12,174
500 mM	control	-17,202	2,975	0,000	-23,453	-10,951
	100 mM	-17,541	2,975	0,000	-23,792	-11,290
	200 mM	-5,771	2,975	0,068	-12,022	0,480
	300 mM	-4,508	2,975	0,147	-10,759	1,743
	400 mM	-5,923	2,975	0,062	-12,174	0,328

Figura 17. *Gypsophila tomentosa*. Gráfico de la media de K^+ (mg/g planta)

Como puede apreciarse en la Figura nº17, la cantidad de K^+ encontrada en la planta, presenta diferencias significativas entre el tratamiento de control y el tratamiento de 200 mM, el de 300 mM, el de 400 mM y el de 500 mM; entre el tratamiento de 100 mM y los tratamientos de 200 mM, 300 mM, 400 mM y 500 mM.

No existen diferencias significativas entre los tratamientos de control y el de 100 mM; entre el tratamiento de 200 mM y los tratamientos de 300 mM, 400 mM y 500 mM; entre el tratamiento de 300 mM y los tratamientos de 400 mM y el de 500 mM; así como entre el tratamiento de 400 mM y el tratamiento de 500 mM.

3.5 *Gypsophila tomentosa*: Ca²⁺

Tabla 17. *Gypsophila tomentosa*. Estadísticos descriptivos para el Ca²⁺

Ca ²⁺ (mg/g planta)	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	4	20,580	12,730	6,365	0,325	40,835	10,19	37,70
100 mM	4	7,545	1,687	0,844	4,861	10,229	5,80	9,07
200 mM	4	5,831	1,347	0,674	3,688	7,974	4,39	7,49
300 mM	4	8,727	0,843	0,421	7,387	10,068	7,56	9,48
400 mM	4	12,706	1,640	0,820	10,100	15,315	11,50	15,03
500 mM	4	5,724	0,876	0,438	4,330	7,117	4,96	6,69
Total	24	10,186	7,108	1,451	7,184	13,187	4,39	37,70

Tabla 18. *Gypsophila tomentosa*. Anova de un factor para el Ca²⁺

Ca ²⁺	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Inter-grupos	649,478	5	129,896	4,562	0,007
Intra-grupos	512,570	18	28,476		
Total	1162,048	23			

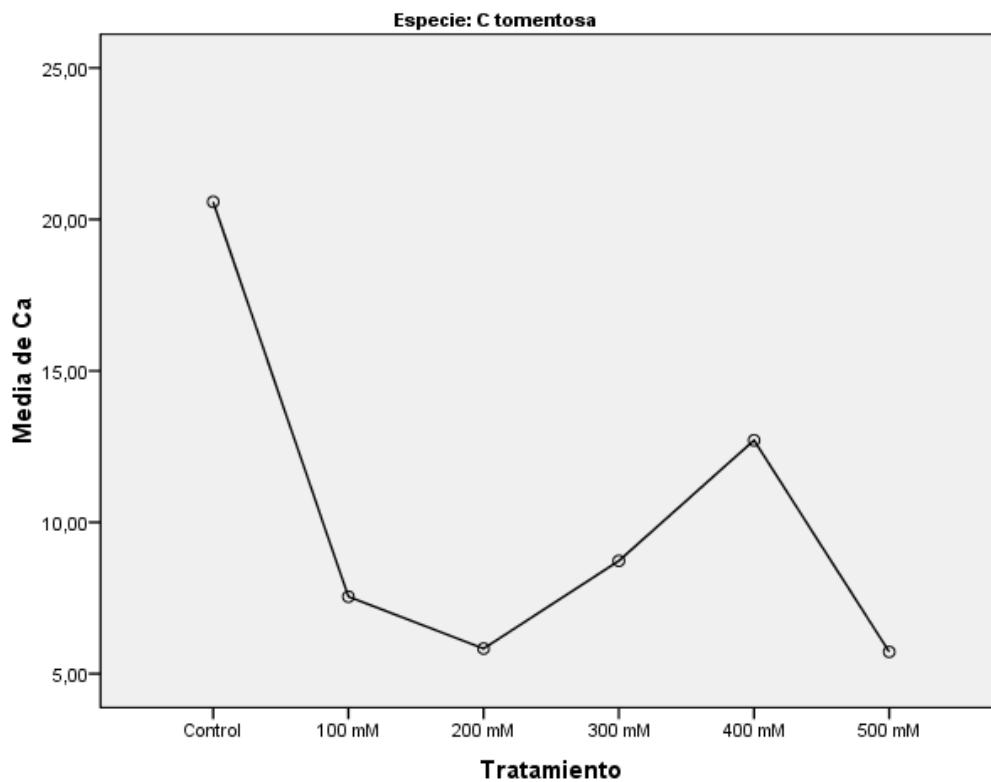
Como puede observarse en la tabla 18, la analítica del Ca²⁺ presenta un p-valor < 0,05, cuyo valor es p= 0,007, entonces, los diferentes valores de Ca²⁺ medidos en los diferentes tratamientos y con un control, presentan diferencias estadísticamente significativas.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM, con 200 mM, con 300 mM, y con 500 mM; presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de Ca^{2+}

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 400 mM; 100 mM con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 300 mM, con 400 mM, y con 500 mM; 300 mM con 400 mM y con 500 mM; y 400 mM con 500 mM, presentan una significación mayor a 0,05, por lo que **no** presentan diferencias significativas en contenido de Ca^{2+} .

Tabla 19. *G. tomentosa*. Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión Ca^{2+}

Variable dependiente Ca^{2+}						
Tratamiento I	Tratamiento J	Diferencias de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
control	100 mM	13,035	3,773	0,003	5,107	20,962
	200 mM	14,749	3,773	0,001	6,822	22,677
	300 mM	11,853	3,773	0,006	3,925	19,780
	400 mM	7,874	3,773	0,051	-0,054	15,801
	500 mM	14,857	3,773	0,001	6,929	22,784
100 mM	control	-13,035	3,773	0,003	-20,962	-5,107
	200 mM	1,714	3,773	0,655	-6,213	9,642
	300 mM	-1,182	3,773	0,758	-9,110	6,745
	400 mM	-5,161	3,773	0,188	-13,089	2,766
	500 mM	1,822	3,773	0,635	-6,106	9,749
200 mM	control	-14,749	3,773	0,001	-22,677	-6,822
	100 mM	-1,714	3,773	0,655	-9,642	6,213
	300 mM	-2,896	3,773	0,453	-10,824	5,031
	400 mM	-6,875	3,773	0,085	-14,803	1,052
	500 mM	0,108	3,773	0,978	-7,820	8,035
300 mM	control	-11,853	3,773	0,006	-19,780	-3,925
	100 mM	1,182	3,773	0,758	-6,745	9,110
	200 mM	2,896	3,773	0,453	-5,031	10,824
	400 mM	-3,979	3,773	0,306	-11,907	3,948
	500 mM	3,004	3,773	0,436	-4,924	10,931
400 mM	control	-7,874	3,773	0,051	-15,801	0,054
	100 mM	5,161	3,773	0,188	-2,766	13,089
	200 mM	6,875	3,773	0,085	-1,052	14,803
	300 mM	3,979	3,773	0,306	-3,948	11,907
	500 mM	6,983	3,773	0,081	-0,945	14,910
500 mM	control	-14,857	3,773	0,001	-22,784	-6,929
	100 mM	-1,822	3,773	0,635	-9,749	6,106
	200 mM	-0,108	3,773	0,978	-8,035	7,820
	300 mM	-3,004	3,773	0,436	-10,931	4,924
	400 mM	-6,983	3,773	0,081	-14,910	0,945

Figura 18. *Gypsophila tomentosa*. Gráfico de la media de Ca^{2+} (mg/g planta)

Como puede apreciarse en la Figura nº 18, la cantidad de Ca^{2+} no presenta diferencias significativas entre el tratamiento de control y el tratamiento de 400 mM; entre el tratamiento de 100 mM y los tratamientos de 200 mM, 300 mM, 400 mM y 500 mM; entre el tratamiento de 200 mM y los tratamientos de 300 mM, 400 mM y el de 500 mM; entre el tratamiento de 300 mM y los tratamientos de 400 mM y el de 500 mM; y entre el tratamiento de 400 mM y el de 500 mM.

Entre los tratamientos de control con los tratamientos de 100 mM, 200 mM, 300 mM y 500 mM; no hay diferencias significativas en la cantidad de Ca^{+} .

3.6 *Gypsophila tomentosa*: Mg²⁺

Tabla 20.- *Gypsophila tomentosa*. Estadísticos descriptivos para el Mg²⁺

Mg ²⁺ (mg/g planta)	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	4	28,562	4,111	2,0555	22,020	35,103	22,51	31,16
100 mM	4	32,837	2,208	1,104	29,323	36,351	31,19	36,06
200 mM	4	20,762	2,404	1,202	16,937	24,587	18,54	24,17
300 mM	4	15,025	2,337	1,169	11,306	18,744	12,76	17,05
400 mM	4	20,558	1,862	0,931	17,596	23,520	17,90	22,10
500 mM	4	15,957	1,935	0,968	12,877	19,036	13,29	17,91
Total	24	22,284	6,965	1,422	19,342	25,225	12,76	36,06

Tabla 21. *Gypsophila tomentosa*. Anova de un factor para el Mg²⁺

Mg ²⁺	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Inter-grupos	995,210	5	199,042	29,687	0,000
Intra-grupos	120,685	18	6,705		
Total	1115,895	23			

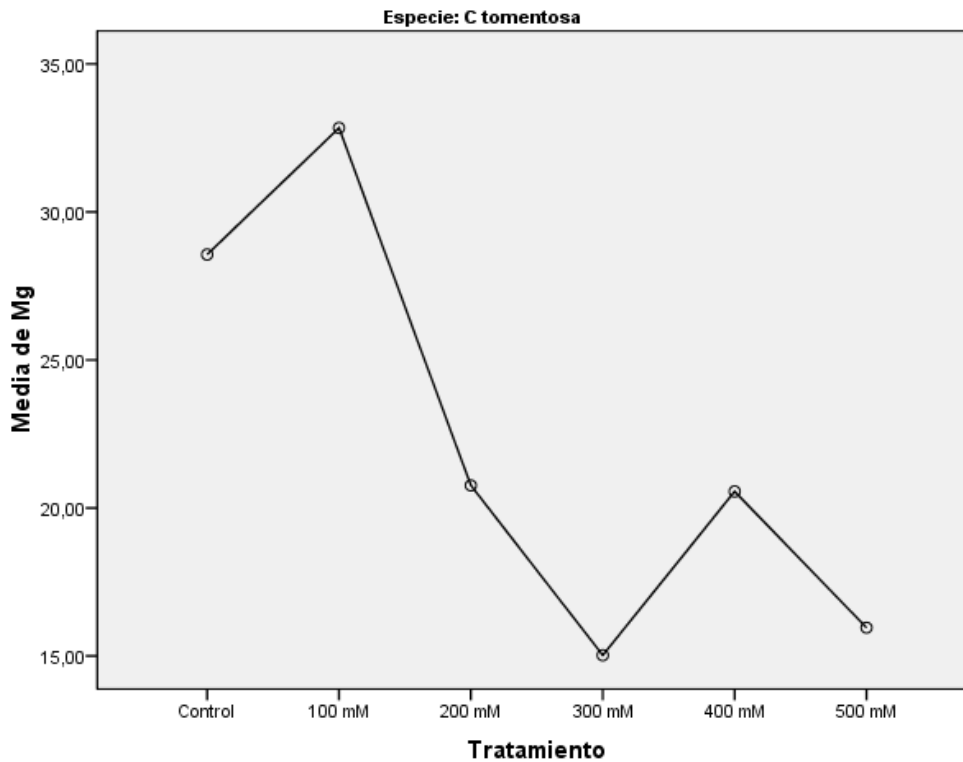
Como puede observarse en la tabla 21, la analítica del Mg²⁺ presenta un p-valor < 0,05, cuyo valor es p= 0,000, entonces, los diferentes valores de Mg²⁺ medidos en los diferentes tratamientos y con un control, presentan diferencias estadísticamente significativas.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM, con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 100 mM con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 300 y con 500 mM; 300 mM con 400 mM; y 400 mM con 500 mM; presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de Mg^{2+}

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: 200 mM con 400 mM; y, 300 mM con 500 mM, presentan una significación mayor a 0,05, por lo que **no** presentan diferencias significativas en contenido de Mg^{2+} .

Tabla 22. *G. tomentosa*. Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión Mg^{2+}

Variable dependiente Mg^{2+}						
Tratamiento I	Tratamiento J	Diferencias de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
control	100 mM	-4,276	1,831	0,031	-8,122	-0,429
	200 mM	7,800	1,831	0,000	3,953	11,646
	300 mM	13,537	1,831	0,000	9,690	17,383
	400 mM	8,004	1,831	0,000	4,157	11,850
	500 mM	12,605	1,831	0,000	8,758	16,452
100 mM	control	4,276	1,831	0,031	0,429	8,122
	200 mM	12,075	1,831	0,000	8,228	15,922
	300 mM	17,812	1,831	0,000	13,965	21,659
	400 mM	12,279	1,831	0,000	8,432	16,126
	500 mM	16,881	1,831	0,000	13,034	20,727
200 mM	control	-7,800	1,831	0,000	-11,646	-3,953
	100 mM	-12,076	1,831	0,000	-15,922	-8,229
	300 mM	5,737	1,831	0,006	1,890	9,584
	400 mM	0,204	1,831	0,913	-3,643	4,051
	500 mM	4,805	1,831	0,017	0,959	8,652
300 mM	control	-13,537	1,831	0,000	-17,383	-9,690
	100 mM	-17,812	1,831	0,000	-21,659	-13,966
	200 mM	-5,737	1,831	0,006	-9,584	-1,890
	400 mM	-5,533	1,831	0,007	-9,380	-1,686
	500 mM	-0,932	1,831	0,617	-4,780	2,915
400 mM	control	-8,004	1,831	0,000	-11,850	-4,157
	100 mM	-12,279	1,831	0,000	-16,126	-8,432
	200 mM	-0,204	1,831	0,913	-4,051	3,643
	300 mM	5,533	1,831	0,007	1,686	9,380
	500 mM	4,601	1,831	0,022	0,755	8,448
500 mM	control	-12,605	1,831	0,000	-16,452	-8,758
	100 mM	-16,881	1,831	0,000	-20,727	-13,034
	200 mM	-4,805	1,831	0,017	-8,652	-0,959
	300 mM	0,932	1,831	0,617	-2,915	4,778
	400 mM	-4,601	1,831	0,022	-8,448	-0,755

Figura 19. *Gypsophila tomentosa*. Gráfico de la media de Mg^{2+} (mg/g planta)

Como puede observarse en la Figura nº 19, las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM, con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 100 mM con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 300 mM y 500 mM; 300 mM con 400 mM; y 400 mM con 500 mM, presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de Mg^{2+} .

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: 200 mM con 400 mM; y 300 mM con 500 mM; presentan una significación mayor a 0,05, por lo que no presentan diferencias significativas en contenido de Mg^{2+} .

4 Análisis estadístico de *Gypsophila struthium*

Los datos obtenidos han sido tratados estadísticamente con el programa informático SPSS v.16.0. Se ha realizado un análisis Anova de un factor para la biomasa, la prolina, el sodio, potasio, calcio y magnesio.

Hemos realizado el estudio estadístico de los resultados obtenidos de los diversos análisis realizados de la especie *Gypsophila struthium*, siendo los siguientes:

- Estadísticos descriptivos.
- Anova.
- Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples del método Diferencia Mínima Significativa (DMS) para cada variable dependiente, comparando los distintos tratamientos entre sí.
- También se han obtenido las gráficas de las medias de cada variable dependiente en función del tratamiento a que han sido sometidas las plantas.

Los estudios estadísticos han sido sobre los análisis de la cantidad en planta de:

- Biomasa,
- Prolina,
- Na⁺
- K⁺
- Ca²⁺
- Mg²⁺

4.1 *Gypsophila struthium*: BIOMASA

Tabla 23. *Gypsophila struthium*. Estadísticos descriptivos para la BIOMASA.

Biomasa (g)	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	4	25,275	2,013	1,006	22,072	28,478	22,55	26,91
100 mM	4	26,724	4,552	2,276	19,481	33,966	22,21	32,04
200 mM	4	15,916	1,513	0,756	13,508	18,324	13,66	16,84
300 mM	4	7,038	2,160	1,080	3,602	10,475	4,95	9,97
400 mM	4	5,572	1,129	0,565	3,776	7,368	4,07	6,72
500 mM	4	4,845	1,038	0,519	3,194	6,497	3,31	5,53
Total	24	14,228	9,521	1,945	10,208	18,249	3,31	32,04

Tabla 24. *Gypsophila struthium*. Anova de un factor para Biomasa

Biomasa	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Inter-grupos	1982,708	5	396,542	69,827	0,000
Intra-grupos	102,220	18	5,679		
Total	2084,929	23			

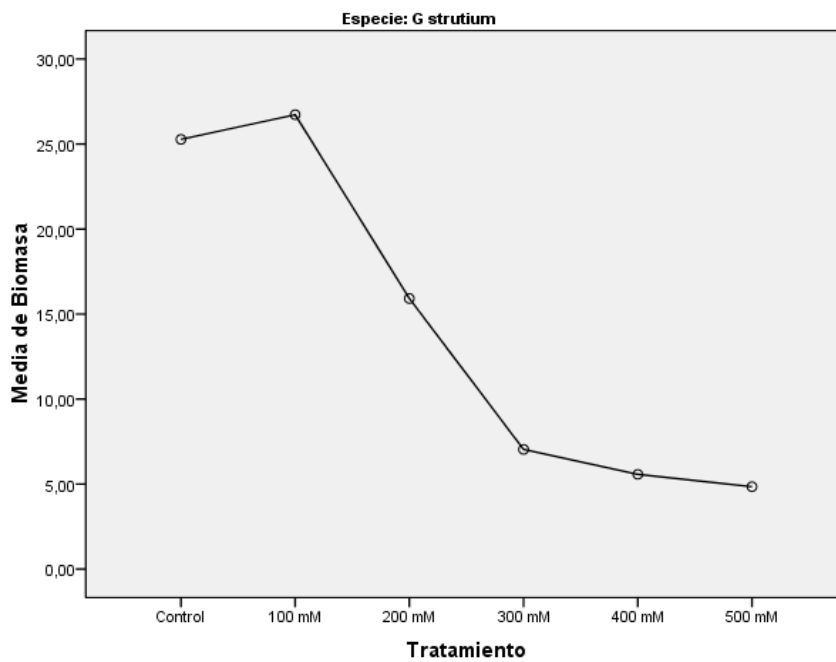
Como puede observarse en la tabla 24, la analítica de la Biomasa presenta un p-valor < 0,05, cuyo valor es $p=0,000$, entonces, los diferentes valores de Biomasa medidos en los diferentes tratamientos y con un control, presentan diferencias estadísticamente significativas.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 100 mM con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de biomasa.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM; 300 mM con 400 mM y con 500 mM; y 400 con 500 mM; presentan una significación mayor a 0,05, por lo que **no** presentan diferencias significativas en contenido de biomasa.

Tabla 25. *G. struthium*. Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para la Biomasa

Variable dependiente Biomasa						
Tratamiento I	Tratamiento J	Diferencias de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
control	100 mM	-1,450	1,685	0,401	-4,989	2,092
	200 mM	9,359	1,685	0,000	5,819	12,899
	300 mM	18,237	1,685	0,000	14,697	21,777
	400 mM	19,703	1,685	0,000	16,163	23,243
	500 mM	20,430	1,685	0,000	16,890	23,970
100 mM	control	1,449	1,685	0,401	-2,0917	4,9887
	200 mM	10,808	1,685	0,000	7,2676	14,3479
	300 mM	19,685	1,685	0,000	16,1451	23,2254
	400 mM	21,152	1,685	0,000	17,6113	24,6917
	500 mM	21,878	1,685	0,000	18,3381	25,4184
200 mM	control	-9,359	1,685	0,000	-12,899	-5,819
	100 mM	-10,808	1,685	0,000	-14,348	-7,268
	300 mM	8,877	1,685	0,000	5,337	12,417
	400 mM	10,344	1,685	0,000	6,804	13,884
	500 mM	11,071	1,685	0,000	7,530	14,611
300 mM	control	-18,237	1,685	0,000	-21,777	-14,697
	100 mM	-19,685	1,685	0,000	-23,225	-16,145
	200 mM	-8,878	1,685	0,000	-12,418	-5,337
	400 mM	1,466	1,685	0,396	-2,074	5,006
	500 mM	2,193	1,685	0,210	-1,347	5,733
400 mM	control	-19,703	1,685	0,000	-23,243	-16,163
	100 mM	-21,152	1,685	0,000	-24,692	-17,611
	200 mM	-10,344	1,685	0,000	-13,884	-6,804
	300 mM	-1,466	1,685	0,396	-5,006	2,074
	500 mM	0,727	1,685	0,671	-2,813	4,267
500 mM	control	-20,430	1,685	0,000	-23,970	-16,890
	100 mM	-21,878	1,685	0,000	-25,418	-18,338
	200 mM	-11,071	1,685	0,000	-14,611	-7,530
	300 mM	-2,193	1,685	0,210	-5,733	1,347
	400 mM	-7,727	1,685	0,671	-4,267	2,813

Figura 20. *Gypsophila struthium*. Gráfico de la media para BIOMASA (g)

Como puede apreciarse en la Figura nº 20, para el tratamiento 100 mM no se aprecian diferencias significativas con el tratamiento de control en cuanto a la cantidad de biomasa. Sí que existe diferencia significativa entre el tratamiento de control y el de 100 mM con los tratamientos de 200 mM, 300 mM, 400 mM y 500 mM. Entre los tratamientos 300 mM, 400 mM y 500 mM no existen diferencias significativas entre ellos. La cantidad de biomasa experimenta una drástica reducción hasta el tratamiento de 300 mM, continuando descendiendo pero sin diferencias significativas en los tratamientos de 400 mM y 500 mM.

4.2 *Gypsophila struthium*: PROLINA

Tabla 26. *Gypsophila struthium*. Estadísticos descriptivos para la PROLINA.

Prolina (nmol/g planta)	N	Media	Desviación n típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	4	116,815	49,796	24,898	37,578	196,052	44,59	155,54
100 mM	4	489,585	318,754	159,377	-17,624	996,794	25,74	753,14
200 mM	4	2397,523	1598,624	799,312	-146,245	4941,290	845,94	4466,83
300 mM	4	7464,293	1908,370	954,185	4427,651	10500,934	5096,01	9600,00
400 mM	4	6679,048	2392,198	1196,099	2872,527	10485,568	4301,07	9440,49
500 mM	4	15849,888	4649,300	2324,650	8451,813	23247,962	11597,37	22449,89
Total	24	5499,525	5916,920	1207,786	3001,029	7998,021	25,74	22449,89

Tabla 27. *Gypsophila struthium*. Anova de un factor para Prolina

Prolina	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Inter-grupos	7,043E8	5	1,409E8	25,124	0,000
Intra-grupos	1,009E8	18	5606693,334		
Total	8,052E8	23			

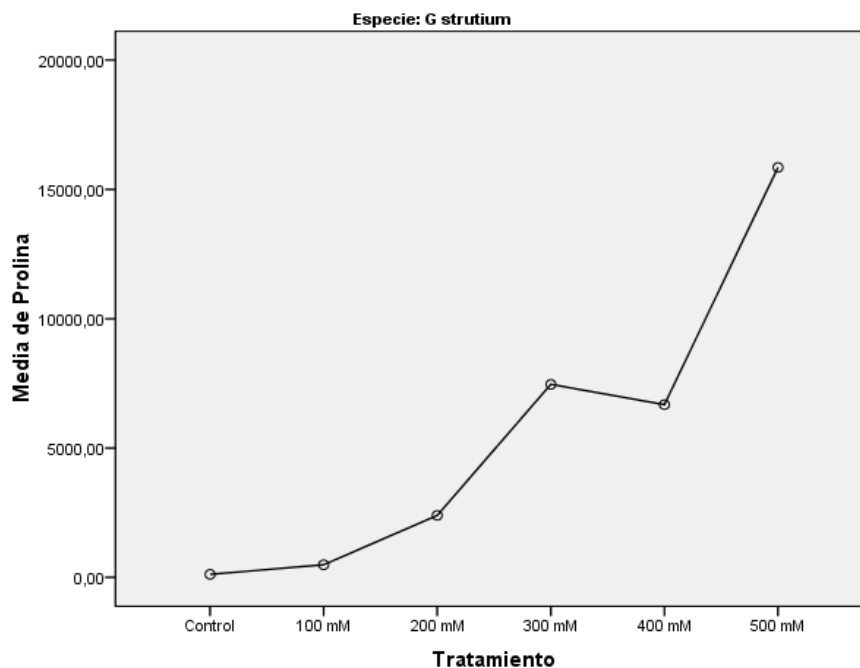
Como puede observarse en la tabla 27, la analítica de la Prolina presenta un p-valor < 0,05, cuyo valor es $p=0,000$, entonces, los diferentes valores de Mg^{2+} medidos en los diferentes tratamientos y con un control, presentan diferencias estadísticamente significativas.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 100 mM con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 300 mM con 500 mM; 400 mM con 500 mM; presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de Prolina.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM y con 200 mM; 100 mM con 200 mM; y 300 mM con 400 mM, presentan una significación mayor a 0,05, por lo que **no** presentan diferencias significativas en contenido de Prolina.

Tabla 28. *G. struthium*. Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para la Prolina

Variable dependiente: Prolina						
Tratamiento I	Tratamiento J	Diferencias de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
control	100 mM	-372,770	1674,320	0,826	-3890,385	3144,845
	200 mM	-2280,708	1674,320	0,190	-5798,323	1236,908
	300 mM	-7347,478	1674,320	0,000	-10865,093	-3829,862
	400 mM	-6562,233	1674,320	0,001	-10079,848	-3044,617
	500 mM	-1,573E4	1674,320	0,000	-19250,688	-12215,457
100 mM	control	372,770	1674,320	0,826	-3144,845	3890,385
	200 mM	-1907,938	1674,320	0,269	-5425,553	1609,678
	300 mM	-6974,708	1674,320	0,001	-10492,323	-3457,092
	400 mM	-6189,463	1674,320	0,002	-9707,078	-3457,092
	500 mM	-1,536E4	1674,320	0,000	-18877,918	-11842,687
200 mM	control	2280,708	1674,320	0,190	-1236,908	5798,323
	100 mM	1907,938	1674,320	0,269	-1609,678	5425,553
	300 mM	-5066,770	1674,320	0,007	-8584,385	-1549,155
	400 mM	-4281,525	1674,320	0,020	-7799,140	-763,910
	500 mM	-1,345E4	1674,320	0,000	-16969,980	-9934,750
300 mM	control	7347,478	1674,320	0,000	3829,862	10865,093
	100 mM	6974,775	1674,320	0,001	3457,092	10492,323
	200 mM	5066,770	1674,320	0,007	1549,155	8584,385
	400 mM	785,245	1674,320	0,645	-2732,370	4302,860
	500 mM	-8385,590	1674,320	0,000	-11903,210	-4867,980
400 mM	control	6562,233	1674,320	0,001	3044,617	10079,848
	100 mM	6189,463	1674,320	0,002	2671,847	9707,078
	200 mM	4281,525	1674,320	0,020	763,910	7799,140
	300 mM	-785,245	1674,320	0,645	-4302,860	2732,370
	500 mM	-9170,840	1674,320	0,000	-12688,455	-5653,225
500 mM	control	15733,073	1674,320	0,000	12215,457	19250,688
	100 mM	15360,303	1674,320	0,000	11842,687	18877,918
	200 mM	13452,365	1674,320	0,000	9934,750	16969,980
	300 mM	8385,595	1674,320	0,000	4867,980	11903,210
	400 mM	9170,840	1674,320	0,000	5653,225	12688,455

Figura 21. *Gypsophila struthium*. Gráfico de la media para PROLINA (nmolg⁻¹)

Como puede apreciarse en la Figura nº21, no existen diferencias significativas de la cantidad de prolina entre el tratamiento de control y los tratamientos de 100 mM y 200 mM; ni entre el tratamiento de 100 mM y el de 200 mM; ni entre el tratamiento de 300 mM y el de 400 mM.

Existe diferencia significativa entre el tratamiento de control, y el tratamiento de 300 mM, el tratamiento de 400 mM y el tratamiento de 500 mM; entre el tratamiento de 100 mM y los tratamientos de 300 mM, 400 mM y 500 mM; entre el tratamiento de 200 mM y los tratamientos de 300 mM, 400 mM y 500 mM; entre el tratamiento de 300 mM y el tratamiento de 500 mM; y entre el tratamiento de 400 mM y el tratamiento de 500 mM.

La cantidad de prolina va aumentando con respecto al control en los tratamientos de 100 mM y 200 mM, pero de forma no significativa, experimentando un aumento considerable en los siguientes tratamientos de 300 y 400 mM, para acabar disparándose en el tratamiento de 500 mM.

4.3 *Gypsophila struthium*: Na⁺

Tabla 29. *Gypsophila struthium*. Estadísticos descriptivos para el Na⁺

Na ⁺ (mg/g planta)	N	Media	Desviación n típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	4	2,365	0,723	0,362	1,215	3,516	1,39	2,92
100 mM	4	13,180	5,096	2,548	5,071	21,289	6,06	17,75
200 mM	4	13,884	1,903	0,952	10,856	16,912	11,21	15,47
300 mM	4	24,158	9,991	4,995	8,260	40,056	13,31	37,24
400 mM	4	21,877	2,960	1,480	17,167	26,587	19,08	24,71
500 mM	4	20,218	4,844	2,422	12,510	27,925	15,36	26,81
Total	24	15,947	8,736	1,783	12,258	19,636	1,39	37,24

Tabla 30. *Gypsophila struthium*. Anova de un factor para Na⁺

Na ⁺	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Inter-grupos	1268,808	5	253,762	9,390	0,000
Intra-grupos	486,468	18	27,026		
Total	1755,276	23			

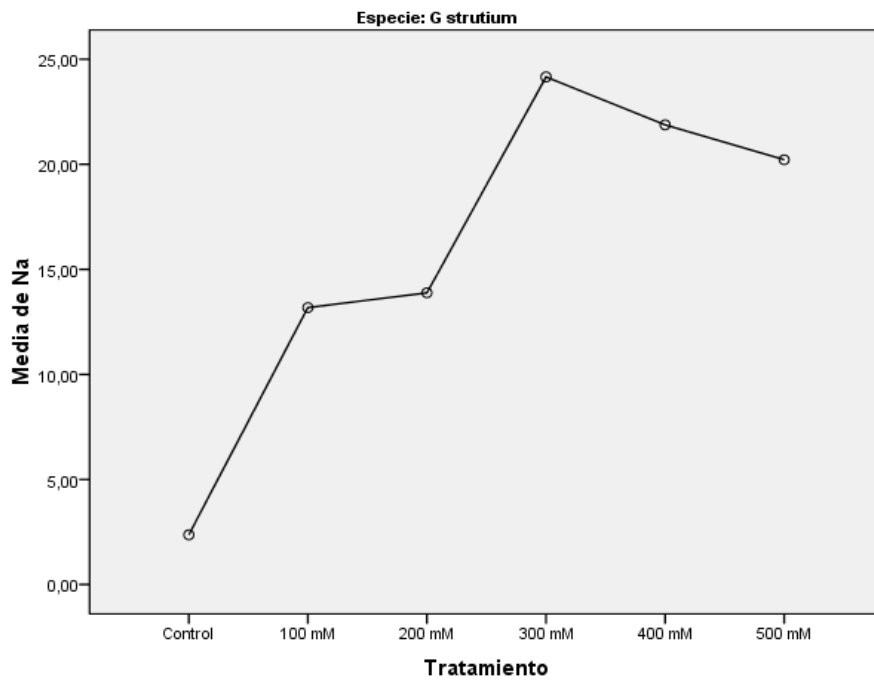
Como puede observarse en la tabla 30, los resultados obtenidos del análisis del Na⁺ en planta seca presenta un p-valor < 0,05, cuyo valor es p= 0,000; entonces, los diferentes valores de Na⁺ obtenidos de los diferentes tratamientos y el control, presentan diferencias estadísticamente significativas. Siendo el más elevado el de 300 mM y el menor es el control, como puede observarse en la Tabla 29.

Las comparaciones múltiples del método DMS entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM, con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 100 mM con 300 mM, con 400 mM; 200 mM con 300 mM y con 400 mM, presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de Na⁺

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: 100 mM con 200 mM y con 500 mM; 200 mM con 500 mM; 300 mM con 400 mM y con 500 mM; 400 mM con 500 mM, presentan una significación mayor o igual a 0,05, por lo que **no** presentan diferencias significativas en contenido de Na⁺.

Tabla 31. *G. struthium*. Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión Na⁺

Variable dependiente Na ⁺						
Tratamiento I	Tratamiento J	Diferencias de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
control	100 mM	-10,815	3,676	0,009	-18,538	-3,092
	200 mM	-11,519	3,676	0,006	-19,242	-3,796
	300 mM	-21,793	3,676	0,000	-29,516	-14,070
	400 mM	-19,512	3,676	0,000	-27,235	-11,789
	500 mM	-17,852	3,676	0,000	-25,575	-10,129
100 mM	control	10,815	3,676	0,009	3,092	18,538
	200 mM	-0,704	3,676	0,850	-8,427	7,019
	300 mM	-10,978	3,676	0,008	-18,701	-3,255
	400 mM	-8,697	3,676	0,029	-16,420	-0,974
	500 mM	-7,037	3,676	0,072	-14,760	0,686
200 mM	control	11,519	3,676	0,006	3,796	19,242
	100 mM	0,704	3,676	0,850	-7,019	8,427
	300 mM	-10,274	3,676	0,012	-17,997	-2,551
	400 mM	-7,993	3,676	0,043	-15,716	-0,270
	500 mM	-6,334	3,676	0,102	-14,057	1,390
300 mM	control	21,793	3,676	0,000	14,070	29,516
	100 mM	10,978	3,676	0,008	3,255	18,701
	200 mM	10,274	3,676	0,012	2,551	17,997
	400 mM	2,281	3,676	0,543	-5,443	10,004
	500 mM	3,940	3,676	0,298	-3,783	11,663
400 mM	control	19,512	3,676	0,000	11,789	27,235
	100 mM	8,697	3,676	0,029	0,974	16,420
	200 mM	7,993	3,676	0,043	0,270	15,716
	300 mM	-2,281	3,676	0,543	-10,004	5,443
	500 mM	1,660	3,676	0,657	-6,063	9,383
500 mM	control	17,852	3,676	0,000	10,129	25,575
	100 mM	7,037	3,676	0,072	-0,686	14,760
	200 mM	6,334	3,676	0,102	-1,390	14,057
	300 mM	-3,953	3,676	0,298	-11,663	3,783
	400 mM	-1,660	3,676	0,657	-9,383	6,063

Figura 22. *Gypsophila struthium*. Gráfico de la media de Na⁺ (mg/g planta)

Como puede apreciarse en la Figura nº 22, la cantidad de Na⁺ presenta diferencias significativas entre el tratamiento de control y el resto de tratamientos, siendo mayor la cantidad de Na⁺ cuanto mayor ha sido la aportación de NaCl en el tratamiento, a excepción del tratamiento de 500 mM que experimenta una bajada en la cantidad de Na⁺, aunque esta no es significativa en relación con los tratamientos de 300 y 400 mM.

Entre los tratamientos de 100 mM, el de 200 mM y el de 500 mM no hay diferencias significativas en la cantidad de Na⁺. Lo mismo ocurre entre los tratamientos de 300 mM, 400 mM y 500 mM.

Sí que existe diferencia significativa entre los tratamientos de 100 mM y 200mM con los tratamientos de 300 y 400 mM.

4.4 *Gypsophila struthium*: K⁺

Tabla 32. *Gypsophila struthium*. Estadísticos descriptivos para el K⁺

K ⁺ (mg/g planta)	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	4	22,713	1,234	0,617	20,750	24,676	21,62	24,37
100 mM	4	20,943	5,380	2,690	12,382	29,504	13,43	25,14
200 mM	4	19,503	1,537	0,769	17,058	21,949	18,54	21,79
300 mM	4	17,828	1,359	0,679	15,667	19,990	16,47	19,70
400 mM	4	19,880	2,695	1,348	15,592	24,169	15,92	21,81
500 mM	4	19,673	1,230	0,615	17,716	21,630	18,47	21,39
Total	24	20,090	2,824	0,577	18,898	21,283	13,43	25,14

Tabla 33. *Gypsophila struthium*. Anova de un factor para K⁺

K ⁺	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Inter-grupos	53,135	5	10,627	1,468	0,249
Intra-grupos	130,347	18	7,241		
Total	183,482	23			

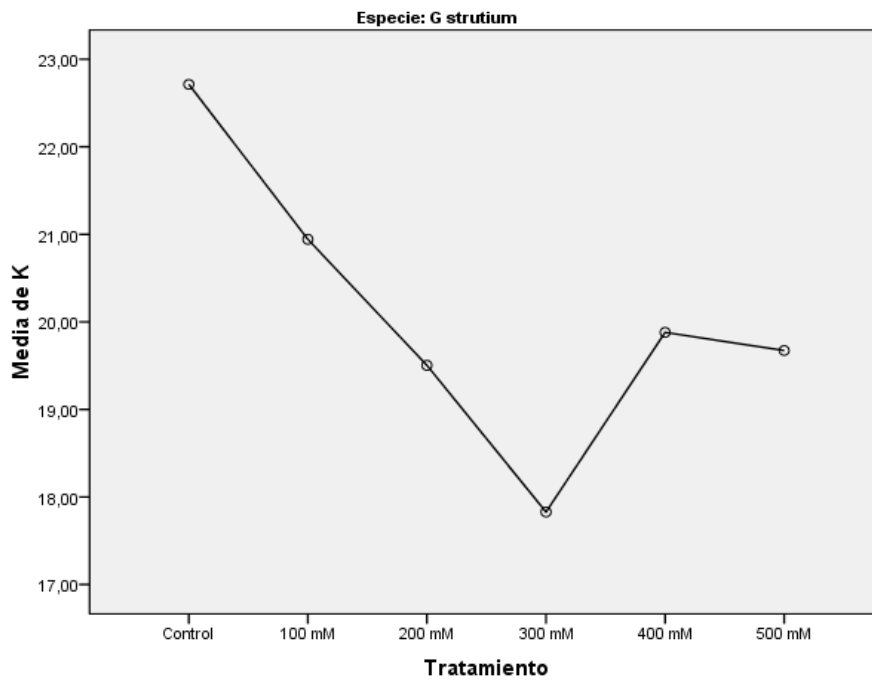
Como puede observarse en la tabla 33, la analítica del K⁺ presenta un p-valor > 0,05, cuyo valor es p= 0,249, entonces, los diferentes valores de K⁺ medidos en los diferentes tratamientos y con un control, no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 300 mM, presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de K⁺.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM, con 200 mM, con 400 mM y con 500 mM; 100 mM con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 300 mM, 400 mM, con 500 mM; 300 mM con 400 mM y con 500 mM; 400 mM con 500 mM, presentan una significación mayor a 0,05, por lo que **no** presentan diferencias significativas en contenido de K⁺.

Tabla 34. *G. struthium*. Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión K⁺

Variable dependiente K ⁺						
Tratamiento I	Tratamiento J	Diferencias de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
control	100 mM	1,770	1,903	0,365	-2,228	5,768
	200 mM	3,210	1,903	0,109	-0,788	7,208
	300 mM	4,884	1,903	0,019	0,887	8,882
	400 mM	2,833	1,903	0,154	-1,165	6,830
	500 mM	3,043	1,903	0,128	-0,957	7,038
100 mM	control	-1,770	1,903	0,365	-5,768	2,228
	200 mM	1,440	1,903	0,459	-2,558	5,438
	300 mM	3,114	1,903	0,119	-0,883	7,112
	400 mM	1,063	1,903	0,583	-2,935	5,060
	500 mM	1,270	1,903	0,513	-2,726	5,268
200 mM	control	-3,210	1,903	0,109	-7,208	0,788
	100 mM	-1,440	1,903	0,459	-5,438	2,558
	300 mM	1,674	1,903	0,390	-2,323	5,672
	400 mM	-0,377	1,903	0,845	-4,375	3,620
	500 mM	-0,170	1,903	0,930	-4,167	3,828
300 mM	control	-4,884	1,903	0,019	-8,882	-0,887
	100 mM	-3,114	1,903	0,119	-7,112	0,883
	200 mM	-1,674	1,903	0,390	-5,672	2,323
	400 mM	-2,052	1,903	0,295	-6,049	1,946
	500 mM	-1,844	1,903	0,345	-5,842	2,154
400 mM	control	-2,833	1,903	0,154	-6,830	1,165
	100 mM	-1,063	1,903	0,583	-5,060	2,935
	200 mM	0,377	1,903	0,845	-3,620	4,375
	300 mM	2,052	1,903	0,295	-1,946	6,049
	500 mM	0,208	1,903	0,914	-3,790	4,205
500 mM	control	-3,040	1,903	0,128	-7,038	0,957
	100 mM	-1,270	1,903	0,513	-5,268	2,726
	200 mM	0,170	1,903	0,930	-3,828	4,167
	300 mM	1,844	1,903	0,345	-2,154	5,842
	400 mM	-0,208	1,903	0,914	-4,205	3,790

Figura 23. *Gypsophila struthium*. Gráfico de la media de K^+ (mg/g planta)

Como puede apreciarse en la Figura nº 23, la cantidad de K^+ encontrada en la planta, no presenta diferencias significativas entre los distintos tratamientos, a excepción de los resultados entre el tratamiento de control y el tratamiento de 300 mM, que si presentan diferencias significativas.

4.5 *Gypsophila struthium*: Ca²⁺

Tabla 35. *Gypsophila struthium*. Estadísticos descriptivos para el Ca²⁺

Ca ²⁺ (mg/g planta)	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	4	40,957	3,006	1,503	36,175	45,740	37,09	44,24
100 mM	4	36,943	5,939	2,970	27,493	46,394	32,83	45,52
200 mM	4	36,329	3,569	1,784	30,650	42,008	31,25	39,60
300 mM	4	28,270	0,995	0,497	26,687	29,853	26,88	29,12
400 mM	4	25,133	2,443	1,221	21,246	29,020	22,48	28,00
500 mM	4	33,395	1,983	0,991	30,240	36,550	31,28	35,16
Total	24	33,505	6,239	1,273	30,870	36,139	22,48	45,52

Tabla 36. *Gypsophila struthium*. Anova de un factor para Ca²⁺

Ca ²⁺	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Inter-grupos	691,348	5	138,270	12,213	0,000
Intra-grupos	203,790	18	11,322		
Total	895,137	23			

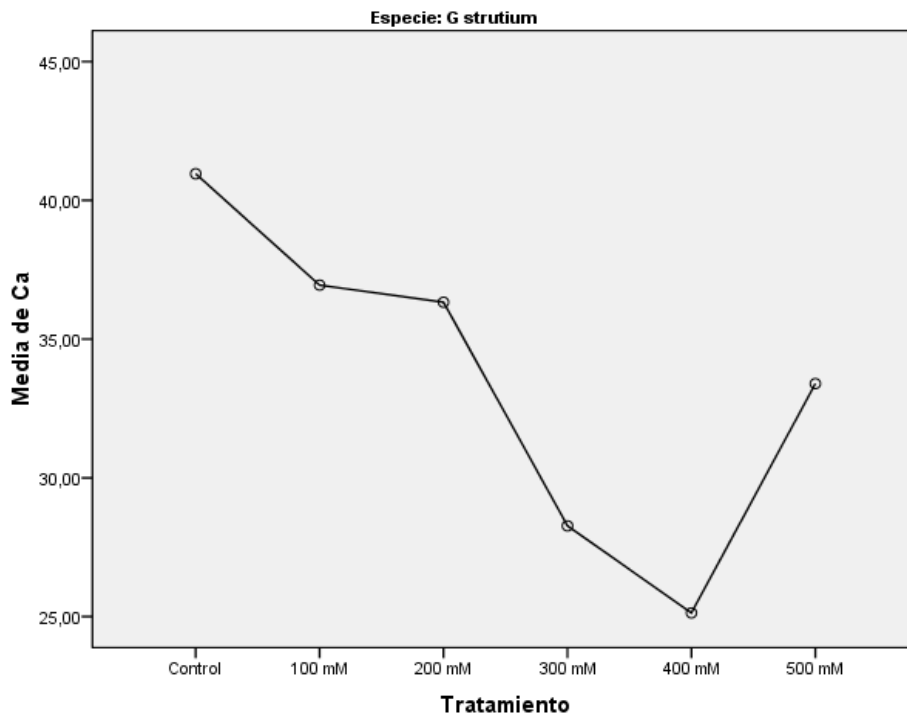
Como puede observarse en la tabla 36, la analítica del Ca²⁺ presenta un p-valor < 0,05, cuyo valor es p= 0,000, entonces, los diferentes valores de Ca²⁺ medidos en los diferentes tratamientos y con un control, presentan diferencias estadísticamente significativas.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 100 mM con 300 mM y con 400 mM; 200 mM con 300 mM y con 400 mM; 300 mM con 500 mM; y 400 mM con 500 mM, presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de Ca^{2+}

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM y con 200 mM; 100 mM con 200 mM y con 500 mM; 200 mM con 500 mM; y 300 mM con 400 mM, presentan una significación mayor a 0,05, por lo que **no** presentan diferencias significativas en contenido de Ca^{2+} .

Tabla 37. *G. struthium*. Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión Ca^{2+}

Variable dependiente: Ca^{2+}						
Tratamiento I	Tratamiento J	Diferencias de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
control	100 mM	4,014	2,379	0,109	-0,985	9,013
	200 mM	4,628	2,379	0,068	-0,370	9,627
	300 mM	12,687	2,379	0,000	7,689	17,686
	400 mM	15,824	2,379	0,000	10,826	20,823
	500 mM	7,562	2,379	0,005	2,564	12,561
100 mM	control	-4,014	2,379	0,109	-9,013	0,985
	200 mM	0,615	2,379	0,799	-4,384	5,613
	300 mM	8,673	2,379	0,002	3,675	13,672
	400 mM	11,810	2,379	0,000	6,812	16,809
	500 mM	3,548	2,379	0,153	-1,450	8,547
200 mM	control	-4,628	2,379	0,068	-9,627	0,370
	100 mM	-0,615	2,379	0,799	-5,613	4,384
	300 mM	8,059	2,379	0,003	3,060	13,057
	400 mM	11,196	2,379	0,000	6,197	16,194
	500 mM	2,934	2,379	0,233	-2,065	7,933
300 mM	control	-12,687	2,379	0,000	-17,686	-7,689
	100 mM	-8,673	2,379	0,002	-13,672	-3,675
	200 mM	-8,059	2,379	0,003	-13,057	-3,060
	400 mM	3,137	2,379	0,204	-1,862	8,136
	500 mM	-5,125	2,379	0,045	-10,124	-0,126
400 mM	control	-15,825	2,379	0,000	-20,823	-10,826
	100 mM	-11,810	2,379	0,000	-16,809	-6,812
	200 mM	-11,196	2,379	0,000	-16,194	-6,197
	300 mM	-3,137	2,379	0,204	-8,136	1,862
	500 mM	-8,262	2,379	0,003	-13,261	-3,263
500 mM	control	-7,562	2,379	0,005	-12,561	-2,564
	100 mM	-3,548	2,379	0,153	-8,547	1,450
	200 mM	-2,934	2,379	0,233	-7,933	2,065
	300 mM	5,125	2,379	0,045	0,126	10,124
	400 mM	8,262	2,379	0,003	3,263	13,261

Figura 24. *Gypsophila struthium*. Gráfico de la media para Ca^{2+} (mg/g planta)

Como puede apreciarse en la Figura nº 24, la cantidad de Ca^{2+} no presenta diferencias significativas entre el tratamiento de control y los tratamientos 100 mM y 200 mM; entre el tratamiento de 100 mM, el de 200 mM y el de 500 mM; entre el tratamiento de 200 mM y el de 500 mM; y entre el tratamiento de 300 mM y el de 400 mM.

Entre los tratamientos de control con el de 300, 400 y 500 mM; entre el tratamiento de 100 mM y los tratamientos de 300 mM y el de 400 mM; entre el tratamiento de 200 mM y los tratamientos de 300 y 400 mM; entre el tratamiento de 300 mM con el de 500 mM; y entre el tratamiento de 400 mM y el de 500 mM, no hay diferencias significativas en la cantidad de Ca^{2+} .

4.6 *Gypsophila struthium*: Mg²⁺

Tabla 38. *Gypsophila struthium*. Estadísticos descriptivos para el Mg²⁺

Mg ²⁺ (mg/g planta)	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	4	18,180	1,562	0,781	15,695	20,665	16,74	19,54
100 mM	4	14,986	3,246	1,623	9,822	20,150	12,01	19,29
200 mM	4	15,737	1,293	0,647	13,679	17,795	13,95	16,96
300 mM	4	13,532	0,991	0,496	11,955	15,109	12,17	14,27
400 mM	4	12,919	1,793	0,896	10,066	15,771	11,27	14,97
500 mM	4	12,919	0,982	0,491	11,356	14,481	12,06	14,16
Total	24	14,712	2,496	0,510	13,658	15,766	11,27	19,54

Tabla 39. *Gypsophila struthium*. Anova de un factor para Mg²⁺

Mg ²⁺	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Inter-grupos	83,916	5	16,783	5,084	0,004
Intra-grupos	59,416	18	3,301		
Total	143,332	23			

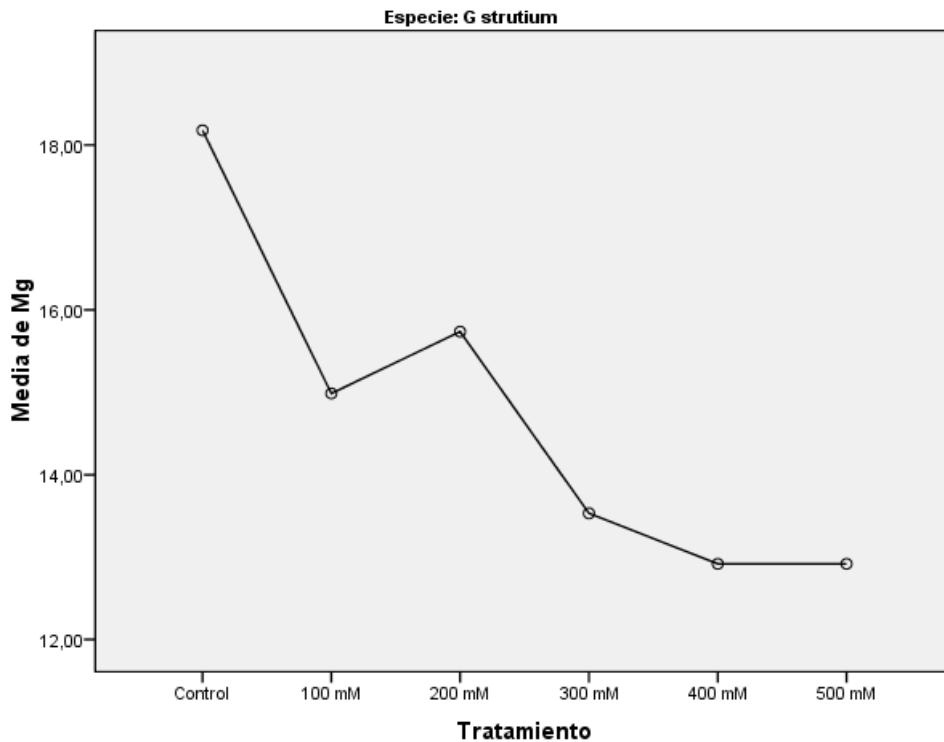
Como puede observarse en la tabla 39, la analítica del Mg²⁺ presenta un p-valor < 0,05, cuyo valor es p= 0,004, entonces, los diferentes valores de Mg²⁺ medidos en los diferentes tratamientos y con un control, presentan diferencias estadísticamente significativas.

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 400 mM y con 500 mM; presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de Mg^{2+}

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 200 mM; 100 mM con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 300 mM; 300 mM con 400 mM y con 500 mM; 400 mM con 500 mM, presentan una significación mayor a 0,05, por lo que no presentan diferencias significativas en contenido de Mg^{2+} .

Tabla 40. *G. struthium*. Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión Mg^{2+}

Variable dependiente: Mg^{2+}						
Tratamiento I	Tratamiento J	Diferencias de medias	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
control	100 mM	3,194	1,285	0,023	0,495	5,893
	200 mM	2,443	1,285	0,073	-0,256	5,142
	300 mM	4,648	1,285	0,002	1,949	7,347
	400 mM	5,262	1,285	0,001	2,563	7,961
	500 mM	5,262	1,285	0,001	2,563	7,961
100 mM	control	-3,194	1,285	0,023	-5,893	-0,495
	200 mM	-0,751	1,285	0,566	-3,450	1,948
	300 mM	1,454	1,285	0,273	-1,245	4,153
	400 mM	2,067	1,285	0,125	-0,632	4,767
	500 mM	2,067	1,285	0,125	-0,632	4,766
200 mM	control	-2,443	1,285	0,073	-5,142	0,256
	100 mM	0,751	1,285	0,566	-1,948	3,450
	300 mM	2,205	1,285	0,103	-0,494	4,904
	400 mM	2,818	1,285	0,042	0,119	5,517
	500 mM	2,818	1,285	0,042	0,119	5,517
300 mM	control	-4,648	1,285	0,002	-7,347	-1,950
	100 mM	-1,454	1,285	0,273	-4,153	1,245
	200 mM	-2,205	1,285	0,103	-4,904	0,494
	400 mM	0,613	1,285	0,639	-2,086	3,313
	500 mM	0,613	1,285	0,639	-2,086	3,312
400 mM	control	-5,262	1,285	0,001	-7,961	-2,563
	100 mM	-2,067	1,285	0,125	-4,767	0,632
	200 mM	-2,818	1,850	0,042	-5,517	-0,119
	300 mM	-0,613	1,285	0,639	-3,313	2,086
	500 mM	-0,0001	1,285	1,000	-2,699	2,699
500 mM	control	-5,262	1,285	0,001	-7,961	-2,563
	100 mM	-2,067	1,285	0,125	-4,766	0,632
	200 mM	-2,818	1,285	0,042	-5,517	-0,120
	300 mM	-0,613	1,285	0,639	-3,312	2,086
	400 mM	0,0001	1,285	1,000	-2,699	2,699

Figura 25. *Gypsophila struthium*. Gráfico de la media para Mg^{2+} 

Como puede observarse en la Figura nº 25, las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 100 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 400 mM y con 500 mM, presentan una significación menor a 0,05, por lo que presentan diferencias significativas en contenido de Mg^{2+} .

Las comparaciones entre los tratamientos siguientes: control con 200 mM; 100 mM con 200 mM, con 300 mM, con 400 mM y con 500 mM; 200 mM con 300 mM; 300 mM con 400 mM y con 500 mM; y 400 mM con 500 mM, presentan una significación mayor a 0,05, por lo que no presentan diferencias significativas en contenido de Mg^{2+} .

5 CONCLUSIONES

Gypsophila tomentosa

- **Biomasa:** la biomasa desciende de manera significativa en el tratamiento de 100 mM, y continúa bajando en los demás tratamientos, siendo prácticamente proporcional la bajada desde el tratamiento de 300 mM al de 500 mM. En el tratamiento de 500 mM la planta apenas es capaz de producir biomasa.
- **Prolina:** la prolina experimenta un aumento progresivamente hasta el tratamiento de 200 mM, sufre un ligero descenso en el tratamiento de 300 mM, vuelve a subir en el tratamiento de 400 mM a niveles similares a los del tratamiento de 200 mM y se dispara hacia arriba en el tratamiento de 500 mM.
- **Na⁺:** la cantidad de Na⁺ que se encuentra en la planta en el tratamiento de control sufre un incremento enorme en el tratamiento de 100 mM, descendiendo en los dos siguientes tratamientos, vuelve a repuntar en el tratamiento de 400 mM y sufre un desplome a valores cercanos a los del tratamiento de control en el tratamiento de 500 mM, posiblemente debido al colapso de la planta por ser tóxico dicho tratamiento.
- **K⁺:** la cantidad de K⁺ que se encuentra en la planta en el tratamiento de control al aplicar el tratamiento de 100 mM tiene valores similares con un ligero aumento. Desciende bruscamente en los tratamientos siguientes, presentando valores semblantes en los tratamientos de 200, 300 y 400 mM, volviendo a descender la cantidad de K⁺ en el tratamiento de 500 mM.
- **Ca²⁺:** la cantidad de Ca²⁺ que se encuentra en la planta en el tratamiento de control sufre un descenso brusco en el tratamiento de 100 mM, continuando el descenso en el tratamiento de 200 mM, aunque no es significativo en relación con el tratamiento de 100 mM. En el tratamiento de 300 se observa un ligero aumento. En el tratamiento de 400 mM hay un repunto en la cantidad de Ca²⁺ de manera que los valores se acercan a los obtenidos en el tratamiento de control, siendo esta diferencia no significativa, del mismo modo, la diferencia del tratamiento de 400 mM con el resto de tratamientos tampoco es significativa. En el tratamiento de 500 la cantidad de Ca²⁺ vuelve a bajar a los valores del tratamiento de 200 mM.
- **Mg²⁺:** la cantidad de Mg²⁺ experimenta un aumento en el tratamiento de 100 mM, esta diferencia es significativa. Seguidamente la cantidad de Mg²⁺ se desploma en los demás tratamientos, obteniendo los valores más bajos en el tratamiento de 300 mM seguido del de 500 mM. Los tratamientos de 200 y 400 mM tienen valores similares, no siendo significativa la diferencia; lo mismo ocurre con los tratamientos de 300 y 500 mM.

Gypsophila struthium

- **Biomasa**: la biomasa apenas sufre variaciones en el tratamiento de 100 mM, incluso aumenta ligeramente, pero la cantidad de biomasa cae en picado hasta el tratamiento de 300 mM, estabilizándose con un ligero descenso en los siguientes tratamientos.
- **Prolina**: la prolina experimenta un aumento progresivo exponencial hasta el tratamiento de 300 mM, se estabiliza con un ligero descenso y sufre un aumento brutal en el tratamiento de 500 mM.
- **Na⁺**: la cantidad de Na⁺ que se encuentra en la planta en el tratamiento de control sufre un incremento considerable cuando se le aplican los tratamientos con NaCl. El incremento de la cantidad de Na⁺ desde el tratamiento de control al tratamiento 100 mM es importante, siendo muy parecido al que se experimenta cuando pasamos del tratamiento 200 mM al de 300 mM. En los tratamientos de 100 y 200 mM se han obtenido datos similares de contenido de Na⁺, hay un ligero aumento de la cantidad de Na⁺ en el tratamiento de 200 mM pero no es significativa. Los tratamientos de 400 mM y 500 mM experimentan una disminución progresiva del contenido de Na⁺ en relación con el tratamiento de 300 mM, pero esta disminución no es significativa.
- **K⁺**: la cantidad de K⁺ que se encuentra en la planta en el tratamiento de control sufre un descenso progresivo hasta el tratamiento de 300 mM, volviendo a incrementarse la cantidad de K⁺ en los tratamientos de 400 y 500 mM. Este descenso es significativo si se compara el tratamiento de control con el tratamiento de 300 mM. Por lo que se puede concluir que el tratamiento de 300 mM sí que afecta a la cantidad de K⁺ presente en la planta.
- **Ca²⁺**: la diferencia en la cantidad de Ca²⁺ que se encuentra en la planta en el tratamiento de control no es significativa en relación con los tratamientos de 100 y 200 mM. Para los tratamientos de 300 y 400 mM esta diferencia con los tratamientos de control, 100 y 200 sí que es significativa. En el tratamiento de 500 mM se recupera la cantidad de Ca⁺ de manera que en relación con los tratamientos de 100 y 200 mM no existen diferencias significativas.
- **Mg²⁺**: en los distintos tratamientos se aprecia una disminución del contenido de Mg²⁺, siendo esta diferencia no significativa con el tratamiento de control sólo con el tratamiento de 200 mM.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, A. y Puche, F. (2004). Diccionario de botánica. Valencia, España: PUV.
- Alonso, M.A. (1996). Flora y vegetación del Valle de Villena (Alicante). Alicante, España: Instituto de Cultura Juan Gil-Albert.
- Asensi, Diaz Garretas, B., Martin, E. y Ferre, E. (1981). Unidades de paisaje en el Parque natural de Cabo de Gata-Níjar (Almería-españa) *Colloques phytosociologiques* 30: 127-146.
- Bòlos, O. (1967). Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura. *Mem. Real Acad. Ci. Artes* (pp. 280), Barcelona, España.
- Boyer, J.S. (1982). Plant productivity and environment. *Science*, 218, 443-448.
- Costa, M. y Boira, H. (1981). La vegetación costera valenciana: Los saladares. *Anales Jar. Bot. Madrid* 38 (1): 233-244.
- Crespo, M. B. y Manso, M. L.. (1990). Notas sobre la vegetación de las dunas de Elche (Alicante). *Ecología* 4: 67-88.
- Davis, B. N. K. (1982). *Ecology of Quarries*. Cambridge, UK: Institute of Terrestrial Ecology.
- Decreto por el que se crea la figura de protección de especies silvestres denominada microrreserva vegetal (DECRETO 218/1994). Legislación valenciana. En DOGV Nº 2379.
- Duchaufour, P. H. (1975). Manual de Edafología. Barcelona, España: Torray-Masson, S.A
- Esteve, F. (1972). Vegetación y Flora de las regiones central y meridional de la provincia de Murcia. Murcia, España: *Publ. Centro Edaf. Biol. Apl. del Segura-CSIC*.
- Hernández Marco, J. L. (1983). Propiedad de la tierra y cambio social en un municipio fronterizo: Villena (1750-1880). Alicante, España: Publicaciones Caja de Ahorros Provincial de Alicante.
- Laguna, E. (2003). Hábitats prioritarios de la comunidad valenciana. Valencia, España: Conselleria de Territori i Habitatge.
- Laguna, E. y Crespo, M. C. (1998). Flora endémica rara o amenazada de la comunidad valenciana. Valencia, España: Conselleria del Medio Ambiente.
- Merlo, M. E., Mota, J. F., Cabello, J. y Alemán, M. M. (1998). La gipsofilia en plantas: un apasionante edafismo. *Investigación y Gestión* 3: 103-112.
- Peinado, M., Alcaraz, F. y Martínez-Parras, J. M. (1992). Vegetation of Southeastern Spain. J. Cramer Publishing. Berlin, Alemania.
- Pérez Badía, R. (1987). *Flora vascular y vegetación de la comarca de la marina Alta (Alicante)*. Alicante, España. Instituto de cultura Juan Gil-Albert. Dip. de Alicante.
- Pizarro Domínguez, J. (1991). Flora endémica de la Comunidad Valenciana. IVEI. Det. Biol. Veg. II. Fac. Farmacia. Univ. Complutense Madrid.
- Rigual, A. (1967). Estudio de la Flora y Vegetación de la provincia de Alicante. Tesis Doctoral. Fac. Ci., Secc. Biol. Univ. Madrid.
- Rigual, A. (1968). Algunas asociaciones de la clase *Salicornietea fruticosae* en la provincia de Alicante. *Collec. Bot.* 4, 2: 975-991.
- Rigual, A. (1972). *Flora y vegetación de la provincia de Alicante* (pp. 451). Alicante, España: Instituto de Estudios Juan Gil-Albert.
- Rigual, A. (1972). Flora y vegetación de la provincia de Alicante. Inst. Estud. Alicantinos.
- Rivas Martínez, S., Alcaraz, F., Belmonte, D., Canto, P. y Sánchez-Mata, D. (1984). Contribución al conocimiento de la vegetación de los saladares del sureste de la Península Ibérica (*Arthrocnemion glauci*). *Documents phytosociologique N.S.*, 8: 335-342.
- Rodríguez Estrella, T. (1977). Síntesis geológica del Prebético de la Provincia de Alicante (I). *Estratigrafía. Bol. Geol. y Min.*, 88, 3: 183-214.

- Rodríguez Estrella, T. 1977. Síntesis geológica del Prebético de la provincia de Alicante (II). *Tectónica. Bol. Geol. y Min.*, 88, 4: 273-299.
- Universidad Complutense de Madrid. Worldwide Bioclimatic Classification System. Recuperado el 8 de mayo de 2006, de <http://www.ucm.es/info/cif/station/es-ville.htm>
- Valdés, A., González, J. L. y Molina, R. (1993). *Flora y vegetación de los saladares de Cordovilla y Agramón (SE de Albacete)*. Abacete, España: Instituto de Estudios albacetenses.

7 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 -Parámetros estacionales de Villena.....	8
Tabla 2 - Datos climáticos de la estación meteorológica de Villena.....	9
Tabla 3 - Ubicación biogeográfica.....	10
Tabla 4-preparación curva estándar de prolina.....	19
Tabla 5. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Estadísticos descriptivos para la BIOMASA.....	24
Tabla 6. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Anova de un factor para la BIOMASA.....	24
Tabla 7. <i>G. tomentosa</i> . Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para la BIOMASA.....	25
Tabla 8. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Estadísticos descriptivos para la PROLINA.....	27
Tabla 9. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Anova de un factor para la PROLINA.....	27
Tabla 10. <i>G. tomentosa</i> . Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para la PROLINA.....	28
Tabla 11. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Estadísticos descriptivos para el Na ⁺	30
Tabla 12. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Anova de un factor para Na ⁺	30
Tabla 13. <i>G. tomentosa</i> . Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión Na ⁺	31
Tabla 14. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Estadísticos descriptivos para el K ⁺	33
Tabla 15. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Anova de un factor para K ⁺	33
Tabla 16. <i>G. tomentosa</i> . Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión K ⁺	34
Tabla 17. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Estadísticos descriptivos para el Ca ²⁺	36
Tabla 18. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Anova de un factor para el Ca ²⁺	36
Tabla 19. <i>G. tomentosa</i> . Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión Ca ²⁺	37
Tabla 20.- <i>Gypsophila tomentosa</i> . Estadísticos descriptivos para el Mg ²⁺	39
Tabla 21. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Anova de un factor para el Mg ²⁺	39
Tabla 22. <i>G. tomentosa</i> . Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión Mg ²⁺	40
Tabla 23. <i>Gypsophila struthium</i> . Estadísticos descriptivos para la BIOMASA.....	43
Tabla 24. <i>Gypsophila struthium</i> . Anova de un factor para Biomasa.....	43
Tabla 25. <i>G. struthium</i> . Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para la Biomasa.....	44
Tabla 26. <i>Gypsophila struthium</i> . Estadísticos descriptivos para la PROLINA.....	46
Tabla 27. <i>Gypsophila struthium</i> . Anova de un factor para Prolina.....	46
Tabla 28. <i>G. struthium</i> . Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para la Prolina.....	47
Tabla 29. <i>Gypsophila struthium</i> . Estadísticos descriptivos para el Na ⁺	49
Tabla 30. <i>Gypsophila struthium</i> . Anova de un factor para Na ⁺	49
Tabla 31. <i>G. struthium</i> . Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión Na ⁺	50
Tabla 32. <i>Gypsophila struthium</i> . Estadísticos descriptivos para el K ⁺	52
Tabla 33. <i>Gypsophila struthium</i> . Anova de un factor para K ⁺	52
Tabla 34. <i>G. struthium</i> . Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión K ⁺	53
Tabla 35. <i>Gypsophila struthium</i> . Estadísticos descriptivos para el Ca ²⁺	55
Tabla 36. <i>Gypsophila struthium</i> . Anova de un factor para Ca ²⁺	55
Tabla 37. <i>G. struthium</i> . Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión Ca ²⁺	56
Tabla 38. <i>Gypsophila struthium</i> . Estadísticos descriptivos para el Mg ²⁺	58
Tabla 39. <i>Gypsophila struthium</i> . Anova de un factor para Mg ²⁺	58
Tabla 40. <i>G. struthium</i> . Pruebas Post Hoc de comparaciones múltiples método DMS para el catión Mg ²⁺	59

8 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – zona de estudio	11
Figura 2 - flores de <i>Gypsophila tomentosa</i>	16
Figura 3 - Plantas de <i>Gypsophila tomentosa</i>	16
Figura 4 - Flores de <i>Gypsophila struthium</i>	17
Figura 5 - Molinillo para trituración de las muestras.....	20
Figura 6 - Balanza de precisión	20
Figura 7 - Proceso de preparación de las muestras para digerir en microondas.....	21
Figura 8 - Microondas para digestiones.....	21
Figura 9 - Matracas aforados y embudos con filtro preparados para las diluciones	21
Figura 10 - Botes de plástico estériles con las digestiones de las muestras	22
Figura 11 - Espectroquant	22
Figura 12 - Espectrómetro de llama.....	22
Figura 13 - Espectrómetro de absorción atómica	22
Figura 14. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Gráfico de la media de BIOMASA (UNIADES).....	26
Figura 15. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Gráfico de la media de PROLINA	29
Figura 16. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Gráfico de la media para el Na ⁺	32
Figura 17. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Gráfico de la media de K ⁺	35
Figura 18. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Gráfico de la media de Ca ²⁺	38
Figura 19. <i>Gypsophila tomentosa</i> . Gráfico de la media de Mg ²⁺	41
Figura 20. <i>Gypsophila struthium</i> . Gráfico de la media para BIOMASA.....	45
Figura 21. <i>Gypsophila struthium</i> . Gráfico de la media para PROLINA.....	48
Figura 22. <i>Gypsophila struthium</i> . Gráfico de la media de Na ⁺	51
Figura 23. <i>Gypsophila struthium</i> . Gráfico de la media de K ⁺	54
Figura 24. <i>Gypsophila struthium</i> . Gráfico de la media para Ca ²⁺	57
Figura 25. <i>Gypsophila struthium</i> . Gráfico de la media para Mg ²⁺	60