



**Universitat de les
Illes Balears**

**TESI DOCTORAL
2017**

**TOLERÀNCIA GERMINATIVA A LA SALINITAT
D'ESPÈCIES LITORALS DE LES ILLES BALEARS**



Carles V. Cardona Ametller



**Universitat de les
Illes Balears**

**TESI DOCTORAL
2017**

Programa de Doctorat de Biologia de les Plantes

**TOLERÀNCIA GERMINATIVA A LA SALINITAT
D'ESPÈCIES LITORALS DE LES ILLES BALEARS**

Carles V. Cardona Ametller

Director i Tutor: Dr. Llorenç Gil Vives

Doctor per la Universitat de les Illes Balears

*A totes aquelles persones que
gaudeixen amb les plantes i als
que treballen amb elles per
arribar a entendre-les.*

AGRAÏMENTS

A l'hora de fer i acabar un projecte com aquest te n'adones de moltes coses i aprens moltes més. Una d'aquestes coses és que un projecte, sigui quin sigui, mai és conseqüència del treball d'una sola persona i han estat moltes les persones que han intervingut d'una manera o d'una altra.

Per açò no puc més que agrair a molta gent la seva col·laboració i ajuda per poder posar punt a aquesta tesi, segur que seguirem col·laborant, de fet ja ho estic fent i això no s'acaba aquí.

Per començar vull anomenar a en Llorenç Gil, el meu director de tesi. Record perfectament un viatge en el Nura Nova, de Menorca cap a Mallorca, on a posta de sol, vam posar les bases d'aquesta tesi com una continuació de la seva pròpia. Han estat moltes les vegades que m'ha anat estirant, i li agraeix aquest esforç, ja que no se si sense aquestes estirades no hauria pogut posar fi a aquest treball. Sens dubte que he après moltíssim d'aquesta experiència i que seguirem fent treballs plegats.

Tampoc no puc deixar d'agrair al meu professor Lleonard Llorens, a ell el consider un vertader mestre, d'aquells antics, i no per la seva edat, sinó per la seva saviesa, i sobre tot per les seves idees i per la seva visió tant ample del món vegetal. Sempre m'ha donat bons consells i he absorbit no poques bones idees d'ell.

Don les gràcies també a en Joan Rita, el meu primer professor de botànica i que he anat aprenent molt amb la seva manera tant entenedora d'explicar les coses. A més açò de compartir illa de naixement dona una certa manera comú de veure les coses.

Agrair la paciència de n'Elena Baraza en explicar-me estadística, no està pagat açò.

També vull agrair a na Joana Cursach els consells de doctoranda a doctorand i després de doctora a doctorand, esper d'aquí poc, poder rebre consells de doctora a doctor.

A na Marzia Boi i a na Dessiré Sicilia, pel seu encoratjament a l'hora d'animar-me a realitzar la tesi.

Vull agrair la confiança que en el seu moment em va donar en Kiko Grimalt, tenc segur que sense ell el CEFOR no existiria i la meua carrera professional hauria estat molt diferent, segur que tornarem a treballar plegats. També agraeix a tot el personal que fem feina allà dalt. A en Toni Verd, un molt bon company de feina i que m'ha ensenyat moltíssimes coses, sobre tot de relacions humanes en l'entorn laboral, cosa que no s'ensenyava a cap carrera; a na Maite Bover, per les seves ganes d'aprendre i de seguir-me en les idees

que anem tenint, i sobre tot, per la gran ajuda a l'hora de fer proves de germinació; a na Joana Moyà, per la seva bona disposició en tot moment; i a na Joana M^a Simó, per ser com una mare dins Menut. No dubteu que fem un molt bon equip i que encara queda corda per estona.

He d'agrar també a molta altra gent de l'IBANAT, tant companys com caps. Entre ells, o en representació seva don les gràcies a Javier Bonfill per la seva confiança.

No em puc oblidar de la gent que treballa a la Conselleria de Medi Ambient. Entre ells en Luís Berbiela, en Luís Núñez, en Joan Mayol, n'Eva Moragues, en Joan A. Santana, en Tanis de Simón, n'Anna Feuerbach, a na Toni Llabrés, que sap que l'estim molt. A tots ells moltes gràcies per reconèixer la meva feina.

Agraesc a l'avi en Miquel que quan era petit me va mostrar el nom d'alguna planta. A tot el clan Cardona, que fem pinya sempre que és necessari. A sa tia Mary que segur que ja ha matat "es bitxu".

Com no al meu pare, en Pito, i a la meva mare, na Marga, que m'han fet així com som i que alguna responsabilitat tenen en aquesta tesi. A la meva germana na Marta i a les meves fantàstiques nebodes na Gemma i a na Neus, que són unes cracks, i al meu cunyat Miquel.

També he d'agrar a molts amics meus la seva capacitat per aguantar-me, sobre tot a n'Eduard i a en Manu. I com no agrair a en Dani tots els moments que hem passat plegats i patir la meva locura per les plantes. I a en Damià per encoratjar-me sempre, les energies boten d'illa en illa.

Com que segur que m'he deixat a molta gent, deman que em perdonin per l'oblit. I agrasc a totes les persones que els fascinen les plantes, a tots moltes gràcies, una part d'aquesta tesi és vostra.

1. ÍNDEX GENERAL

1 ÍNDEX GENERAL

1	ÍNDEX GENERAL	3
2	RESUMS	7
2.1	RESUM.....	7
2.2	RESUMEN	9
2.3	ABSTRACT.....	11
3	INTRODUCCIÓ	15
3.1	PROCÉS DE GERMINACIÓ	15
3.2	ELS HÀBITATS LITORALS.....	21
3.3	SALINITAT I GERMINACIÓ	29
3.4	EL CANVI CLIMÀTIC	31
4	OBJECTIUS	35
5	MATERIAL I MÈTODES.....	39
6	RESULTATS I DISCUSSIÓ.....	49
6.1	RESULTATS I DISCUSSIÓ ESPECÍFICS	49
6.2	TEMPERATURA ÒPTIMA DE GERMINACIÓ.....	268
6.3	EFFECTE DE L'ESCARIFICACIÓ AMB H ₂ SO ₄	269
6.4	ÍNDEX D'AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ.....	270
6.5	ÍNDEX D'AFECTACIÓ TOTAL	272
6.6	COMPORTAMENT GENERAL	273
7	CONCLUSIONS	281
8	BIBLIOGRAFIA	285
9	ANNEX.....	303

9.1 ANNEX TAXONÒMIC-NOMENCLATURAL.....	303
9.2 ANNEX SINTAXONÒMIC	305

2. RESUMS

2 RESUMS

2.1 RESUM

En els sistemes litorals la salinitat té un gran pes com a factor de distribució de les espècies. Ja s'ha descrit que moltes d'aquestes plantes adapten el seu organisme a viure en aquests ambients salins o si més no als embats del mar i del vent marí. És ben coneguda la distribució de les espècies pròpies dels sistemes litorals, tant als sistemes rocosos com als dunars, en catenes de vegetació de tal manera que les espècies més adaptades ocupen les àrees més properes a la mar, i les que menys, les més allunyades.

La germinació és un procés clau en la distribució de les espècies vegetals. Per tant, la tolerància a concentracions de sals en el moment de la germinació pot ser un element a tenir en compte per poder explicar alguns processos propis d'aquests hàbitats costaners.

L'objecte d'aquest treball són els hàbitats costaners més abundants a les illes Balears: els sistemes dunars i els roquissars litorals.

En el cas dels sistemes dunars s'hi troben espècies adaptades a poder viure en un ambient sorrenc i amb vent (cutícules gruixudes, presència de pèls a les fulles, fulles plegades, etc.). En el cas dels roquissars litorals es troben espècies adaptades al vent i també distribuïdes des de la línia de la costa fins a terra endins. Són comunitats riques en endemismes balearics. S'han recol·lectat llavors de 28 espècies característiques d'aquests ambients litorals.

Per estudiar l'efecte de les sals en la germinació d'aquestes espècies costaneres s'han realitzat, a més de les proves control, proves de germinació en diverses concentracions de sals. Les sals que s'han usat són les quatre que formen els dos anions i els dos cations més abundants a l'aigua de mar: clorur sòdic (NaCl), clorur magnèsic (MgCl₂), sulfat sòdic (Na₂SO₄) i sulfat magnèsic (MgSO₄). Per poder determinar el llindar de tolerància de les espècies litorals, s'han usat 4 concentracions diferents amb cada sal.

Totes les germinacions s'han fet a les temperatures òptimes de germinació de cada espècie. S'ha analitzat en les espècies de les quals no es disposava de bibliografia prèvia. També s'han realitzat i descrit protocols d'escarificació per les espècies amb cobertes dures.

S'han desenvolupat una sèrie d'índexs que permeten la comparació entre espècies que presenten percentatges de germinació i toleràncies germinatives molt diferents. Ambdós índexs permeten establir el grau d'afectació de la germinació front a la salinitat. Les espècies més tolerants presenten els valors més baixos i a la inversa.

S'ha establert que als roquissars litorals de Balears la tolerància germinativa a la salinitat és un factor clau en l'establiment de les catenes de vegetació.

Les espècies dels sistemes dunars balears mostren molta heterogeneïtat front a la salinitat, de tal manera que aquesta tolerància no és el factor clau que marca l'establiment de les catenes de vegetació.

Segons les previsions dels estudis sobre el canvi climàtic, aquest provocarà que les espècies amb un índex d'afectació de la germinació alt, hagin de desplaçar el seu nínxol ecològic a zones amb menys concentració de sals, per tant més allunyades de la mar. Espècies microendèmiques o microareals com *Medicago citrina* o *Euphorbia margalidiana*, podrien veure molt afectades les seves poblacions i, fins i tot, podrien veure molt compromesa la supervivència al seu hàbitat actual. Aquests aspectes hauran de ser tinguts en compte en qualsevol pla de gestió d'aquestes espècies.

2.2 RESUMEN

En los sistemas litorales la salinidad tiene un gran peso como factor de distribución de las especies. Se ha descrito que muchas de estas plantas adaptan su organismo a vivir en estos ambientes salinos o por lo menos a resistir los embates del mar i del viento marino. Es bien conocida la distribución en catenas de las especies propias de los sistemas litorales, tanto en los sistemas rocosos como en los dunares, de tal manera que las especies más adaptadas ocupan las áreas más cercanas al mar, y las que menos, las más alejadas.

La germinación es un proceso clave en la distribución de las especies vegetales. Por tanto, la tolerancia a concentraciones de sales en el momento de la germinación puede ser un elemento a tener en cuenta para poder explicar algunos procesos propios de estos hábitats costeros.

El objeto de este trabajo son los habitas costeros más abundantes en las islas Baleares; los sistemas dunares y los roquedos litorales.

En los sistemas dunares se pueden encontrar especies adaptadas a poder vivir en un ambiente arenoso y con viento (cutículas gruesas, presencia de pelos en las hojas, hojas plegadas, etc.). En los roquedos litorales se encuentran especies adaptadas al viento y también distribuidas desde la línea de la costa hasta tierra a dentro. Son comunidades ricas en endemismos baleáricos. Se han recolectado semillas de 28 especies características de estos ambientes litorales.

Para estudiar el efecto de las sales en la germinación de estas especies costeras se han realizado, además de las pruebas control, pruebas de germinación con varias concentraciones de sales. Las sales que se han utilizado son las cuatro que forman los dos aniones y los dos cationes más abundantes en el agua de mar: cloruro sódico (NaCl), cloruro magnésico ($MgCl_2$), sulfato sódico (Na_2SO_4) y sulfato magnésico ($MgSO_4$). Para poder determinar el límite de tolerancia de las especies litorales, se han usado 4 concentraciones diferentes con cada sal.

Todas las germinaciones se han realizado a las temperaturas óptimas de germinación de cada especie. Se ha analizado en las especies de las cuales no se disponía de bibliografía previa. También se han realizado y descrito protocolos de escarificación para las especies con cubiertas duras.

Se han desarrollado una serie de índices que permiten la comparación entre especies que presentan porcentajes de germinación y tolerancias germinativas muy diferentes. Ambos índices permiten establecer el grado de afectación de la germinación frente a la salinidad. Las especies más tolerantes presentan los valores más bajos y a la inversa.

Se ha establecido que en los roquedos litorales de Baleares la tolerancia germinativa a la salinidad es un factor clave en el establecimiento de las catenas de vegetación.

Las especies de los sistemas dunares de Baleares muestran mucha heterogeneidad frente a la salinidad, de tal manera que esta tolerancia no es el factor clave que marca el establecimiento de las catenas de vegetación.

Según las previsiones de los estudios sobre el cambio climático, este provocará que las especies con un índice de afectación de la germinación alto, tengan que desplazar su nicho ecológico a zonas con menos concentración de sales, por tanto más alejadas al mar. Especies microendémicas o microareales como *Medicago citrina* o *Euphorbia margalidiana*, podrían ver muy comprometida la supervivencia en su hábitat actual. Estos aspectos deberán ser tenidos en cuenta en cualquier plan de gestión de estas especies.

2.3 ABSTRACT

In coastal systems, salinity has a great weight as a factor of distribution of the species. It has been described that many of these plants adapt their organism to live in these saline environments or at least to resist the impacts of the sea and the sea wind. The zonation of the species typical of the coastal systems, both in rocky and dune systems, is well known, so that the most adapted species occupy the areas closest to the sea, and those that are least, the most remote.

Germination is a key process in the distribution of plant species. Therefore, tolerance to salt concentrations at the time of germination may be an element to be taken into account in order to explain some of the processes of these coastal habitats.

The object of this work are the most abundant coastal habitats in the Balearic Islands; dune systems and rocky shores.

In dune systems can be found species adapted to live in a sandy and windy environment (thick cuticles, presence of hairs on leaves, folded leaves, etc.). In the rocky shores are species adapted to the wind and also distributed from the coast line to inland. They are communities rich in balearic endemics. Seeds of 28 species characteristic of these coastal environments have been collected.

In order to study the effect of salts on germination of these coastal species, in addition to the control tests, germination tests with various concentrations of salts have been carried out. The salts that have been used are the four that form the two most abundant cations and anions in seawater: sodium chloride (NaCl), magnesium chloride (MgCl₂), sodium sulfate (Na₂SO₄) and magnesium sulfate (MgSO₄). In order to determine the tolerance limit of the coastal species, 4 different concentrations have been used with each salt.

All germinations have been carried out at the optimal germination temperatures of each species. And it has been analyzed in the species of which no previous bibliography was available. Scarification protocols have also been performed and described for species with hard covers.

A series of indices have been developed that allow the comparison between species that present percentages of germination and very different germinative tolerances. Both indices allow to establish the degree of effect of the germination against the salinity. The most tolerant species have the lowest values and vice versa.

It has been established that in the coastal rocks of the Balearic Islands germinative tolerance to salinity is a key factor in the establishment of vegetation zoning.

The dune species of the Balearic Islands show a great heterogeneity in relation to the salinity, so that this tolerance is not the key factor that marks the establishment of vegetation zoning.

According to forecasts of the studies on climate change, this will cause species with a high germination affecting index to have to move their ecological niche to areas with less concentration of salts, therefore more distant to the sea. Microendemic or microareal species such as *Medicago citrina* or *Euphorbia margalidiana*, could see very compromised their survival in their present habitat. These aspects should be taken into account in any management plan for these species.

3. INTRODUCCIÓ

3 INTRODUCCIÓ

3.1 PROCÉS DE GERMINACIÓ

La Llavor

La formació, dispersió i germinació de les llavors són esdeveniments fonamentals en el cicle de vida de les gimnospermes i les angiospermes (García, 2003). Les llavors són la part més important del cicle sexual dels espermatòfits i tenen la funció de dispersar, multiplicar i perpetuar l'espècie a què pertanyen (Azcón-Bieto & Talón, 2008). Les llavors són estructures complexes i presenten de forma general l'embrió (fruit de la fecundació entre un nucli espermàtic i la oosfera del sac embrionari situat en el primordi seminal), l'endosperma (teixit originat pel desenvolupament del zigot triploide originat per la fecundació del segon nucli espermàtic amb els dos nuclis polars del primordi seminal i proveeix a l'embrió de nutrients pel desenvolupament i creixement de la plàntula) i la coberta seminal o testa (formada per teguments que representen els teixits materns del primordi seminal i que recobreix i protegeix la llavor). En algunes espècies aquesta testa pot ser molt dura, o proveïda d'estructures per ajudar a la dispersió de la llavor. Aquest conjunt de llavor més estructures per a la dispersió es coneix com a diàspora (Poschlod *et al.*, 2013).

La llavor és un dels elements més eficaços dels espermatòfits per dispersar-se, tant en el temps com en el espai (Traveset *et al.*, 2014). Perquè la llavor compleixi la seva funció és necessari que l'embrió es transformi en una plàntula que sigui capaç de valer-se per ella mateixa i finalment es converteixi en una planta adulta, mitjançant mecanismes metabòlics i morfogènics (Bacchetta *et al.*, 2008). Aquests mecanismes es coneixen com el procés de germinació.

La Germinació

La germinació és l'estadi més important en el cicle de vida de les espècies vegetals ja que determina les condicions a les quals es desenvoluparà el cicle vital de la planta (Fenner & Thompson, 2005; Pujol *et al.*, 2000; Lin *et al.*, 2014; Delgado Fernández *et al.*, 2015; Naik & Karadge, 2017).

Perquè el procés de germinació tingui lloc, és necessari que es donin una sèrie de condicions ambientals: un substrat humit, suficient disponibilitat d'oxigen que permeti la respiració aeròbia, i una temperatura òptima perquè es puguin produir els distints processos metabòlics, així com pel desenvolupament de la plàntula (Fenner & Thompson, 2005; Poschlod *et al.*, 2013).

L'absorció d'aigua per part de la llavor desencadena una seqüència de canvis metabòlics, que inclouen respiració, síntesis de proteïnes i mobilització

de reserves. La divisió i allargament cel·lular de l'embrió provoca el trencament de les cobertes seminals, que generalment es produeixen per l'emergència de la radícula, o del coleòtil en el cas de les gramínies (Pita & Pérez, 1998).

El procés germinatiu es pot dividir en tres fases (Bewley, 1997; Pita & Pérez, 1998; García, 2003; Martínez-Palacios *et al.*, 2015; Lutts *et al.* 2016):

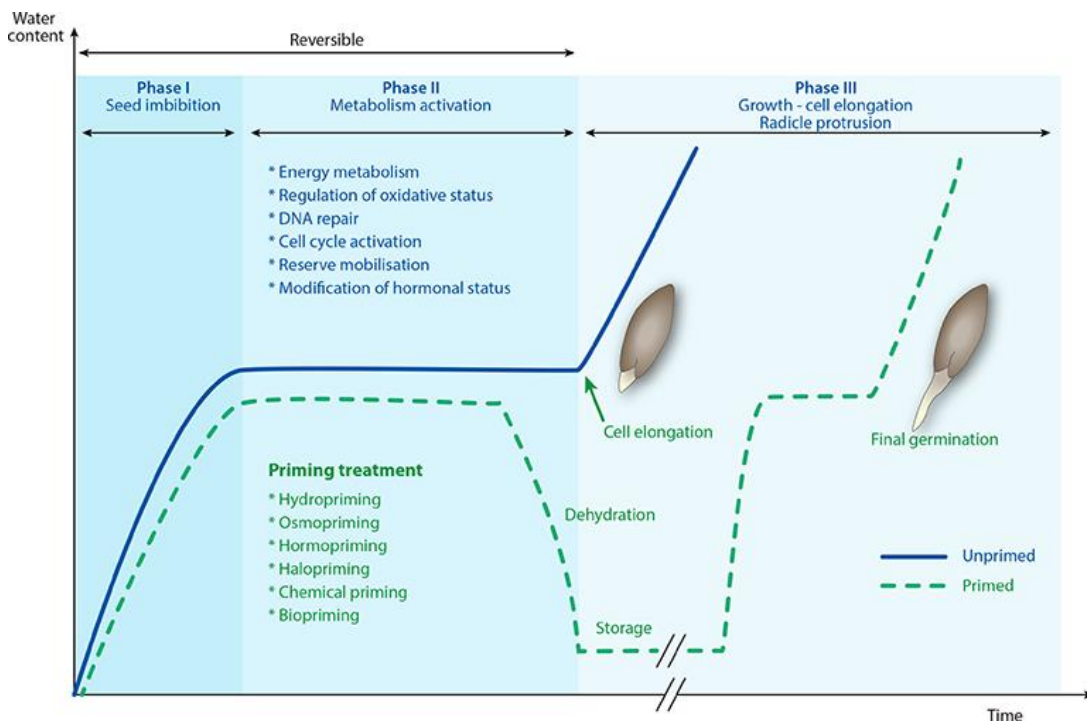


Figura 3.1. Fases de la germinació (Lutts *et al.* 2016).

Fase I d'hidratació: L'absorció d'aigua és el primer pas de la germinació, sense el qual no pot continuar el procés. Durant aquesta fase es produeix una intensa absorció d'aigua per part de diversos teixits de la llavor, produïda per la diferència de potencial hídric entre la llavor i la solució d'imbibició, que va acompanyada d'un augment de l'activitat respiratòria. Aquesta fase es produeix tant en llavors vives com mortes i, per tant, és independent de l'activitat metabòlica de la llavor, encara que a llavors vives la hidratació desencadena aquesta activitat.

Fase II de germinació: En aquesta fase s'alliberen enzims per dur a terme la transformació de les substàncies de reserva en composts bàsics pel correcte creixement i elongació de l'embrió. L'absorció d'aigua es veu retardada i, fins i tot, es pot detenir.

Fase III de creixement: En aquesta última fase de la germinació té lloc l'emergència de la radícula. L'absorció d'aigua torna a ser important, així com l'activitat respiratòria. Fins a aquesta fase el procés de germinació és reversible, però quan comença la fase de creixement ja no es pot revertir el

procés sense que la plàntula mori. L'activitat metabòlica en aquesta fase és molt intensa i pot ser activada per factors externs com per exemple la temperatura.

La duració de cada una d'aquestes fases pot ser variable i depèn del contingut de composts hidratables, la permeabilitat de la coberta o el contingut en oxigen.

Factors que afecten la germinació

La germinació es pot veure afectada per diversos factors que es pot dividir en dos grans grups:

Factors interns: que són intrínsecs a la llavor. Entre ells es pot destacar la maduresa i la viabilitat de les llavors.

Factors externs: que són dependents de l'ambient on està la llavor. Són principalment influents, l'aigua, la temperatura, el llum, els gasos i la salinitat.

Factors interns

Maduresa de la llavor

Es pot dir que una llavor està madura quan ha arribat al seu complet desenvolupament morfològic i fisiològic, i l'embrió ha completat el procés de diferenciació, ha arribat a la seva màxima grandària i disposa de suficients reserves nutritives i, per tant, és capaç de germinar, a no ser que presenti mecanismes de dormició (Bewley, 1997; Baskin & Baskin, 1998, 2014).

Com a criteri pràctic el final del període de maduració de la llavor, seria el moment en què aquesta arriba al seu pes fresc màxim (Pérez & Pita, 2001).

- Maduresa morfològica: es correspon amb el desenvolupament complet de les diverses estructures de la llavor. Normalment s'hi arriba quan l'embrió arriba al seu màxim desenvolupament i també s'ha relacionat amb la deshidratació dels diversos teixits que la formen (Downie, 2001). Normalment té lloc sobre la mateixa planta, però hi ha espècies on té lloc després de la dispersió (Fenner & Thompson, 2005).
- Maduresa fisiològica: encara que s'hagi arribat a la maduresa morfològica de la llavor, moltes vegades es necessita que es produeixin una sèrie de transformacions fisiològiques perquè aquestes puguin començar a germinar (Baskin & Baskin, 2004). Aquestes transformacions poden ser la pèrdua de substàncies inhibidores de la germinació o l'acumulació de substàncies

promotores de la mateixa (Baskin & Baskin, 1998, 2014). En general, es necessiten ajustaments en l'equilibri hormonal de la llavor, i/o en la sensibilitat dels seus teixits a diverses substàncies actives (Baskin & Baskin, 2004).

La maduresa morfològica i fisiològica es pot donar a la vegada com a la majoria d'espècies cultivades, o bé pot haver-hi una diferència de setmanes, mesos i fins i tot anys entre les dues (Fenner & Thompson, 2005).

Viabilitat de les llavors

Correspon al temps durant el qual les llavors conserven la seva capacitat germinativa i per tant pot donar lloc a una nova planta (Pérez & Pita, 2001). Pot ser un període variable i depèn del tipus de llavor i de les condicions d'emmagatzematge o d'on es trobi la llavor. La seva duració pot anar des de pocs dies fins a centenars o milers d'anys depenent de l'espècie, però en general, la viabilitat mitjana de les llavors se situa entre els 5 i 25 anys (Poschlod *et al.*, 2013).

Les llavors perden la seva viabilitat per causes diverses, encara que es pugui pensar que és per esgotament de les substàncies de reserva, no és així, ja que conserven la major part de les mateixes quan ja han perdut la seva capacitat germinativa (Pérez & Pita, 2001).

Llavors, la longevitat de les llavors dependrà de la seva activitat metabòlica, que origina productes tòxics que quan s'acumulen, a la llarga, poden arribar a matar l'embrió (Pérez & Pita, 2001). Per evitar aquesta acumulació, i per tant allargar la viabilitat de les llavors, bastarà disminuir encara més el metabolisme. Això es pot aconseguir davallant la temperatura i/o deshidratant la llavor, encara que no es pot arribar a deshidratar per davall del límit del 2%-5% ja que afectaria a l'aigua de constitució de la llavor i per tant aquesta deshidratació la mataria (Gómez-Campo, 2002; Pérez-García *et al.* 2007).

Segons la seva capacitat de ser emmagatzemades es poden diferenciar dos tipus de llavors: les ortodoxes, que es poden deshidratar (fins a un 5% de contingut hídic) i es poden conservar a temperatures baixes o inferiors a 0°C durant llargs períodes de temps. I les recalcitrants, que no poden sobreviure si se les asseca més enllà d'un contingut hídic relativament alt (20-50%) i no toleren emmagatzemaments durant llargs períodes de temps.

Resumint, existeix una llei empírica (Harrington, 1972) sobre les llavors ortodoxes, que diu que cada 5° de temperatura que se li treu a les llavors, es duplica la seva longevitat, i cada 1% de contingut d'humitat que se li treu, també es duplica la seva vida. És a dir, que quant menor sigui el contingut d'humitat d'una llavor i més fred sigui l'ambient en què roman més llarga serà la seva vida.

Factors externs

Temperatura

La temperatura és un factor decisiu en el procés germinatiu, ja que influeix sobre molts enzims catalitzadors que regulen la velocitat de les reaccions bioquímiques que ocorren a la llavor després de la rehidratació (Pita & Pérez, 1998; Baskin & Baskin, 1998; Fenner & Thompson, 2005). L'activitat d'aquests enzims té lloc entre un màxim i un mínim de temperatura, i existeix un òptim entremig. De la mateixa manera la germinació té lloc en un interval de temperatures, on per damunt o per davall d'aquest, encara que la resta de condicions siguin favorables, les llavors no germinen. La temperatura òptima de germinació es pot definir com la més adequada per aconseguir el major percentatge de germinació en el menor temps possible (Eberle *et al.*, 2014; Mayer & Poljakoff-Mayber, 1975).

Aquests intervals de temperatures on es pot produir la germinació varien molt d'unes espècies a unes altres, i fins i tot poden variar d'una població a una altra, i d'un individu a un altre (Guterman, 2000). Els límits d'aquest interval poden ser molt estrets en espècies molt adaptades al seu hàbitat i més ample en espècies de distribució ampla. A la regió mediterrània, les temperatures més adequades perquè es produeixi la germinació es troben molt majoritàriament entre els 15°C i els 20°C (Thanos *et al.*, 1989), tal com queda reflectit en nombrosos treballs (p.e. Tebar, 1992; Gil, 1994; Narbona *et al.*, 2007; Rejili *et al.*, 2010; Carta *et al.*, 2013; Chamorro *et al.*, 2013, 2017; Nedjimi, *et al.*, 2014; Murru *et al.*, 2017).

L'alternança de temperatures entre el dia i la nit actua positivament sobre les etapes de germinació (Baskin & Baskin, 1998; Fenner & Thompson, 2005) per la qual cosa la temperatura òptima de la fase de germinació i l'òptima de la fase de creixement no tenen perquè coincidir, unes temperatures poden estimular una fase, i unes altres, estimular l'altra. També aquesta alternança de temperatures diàries pot ser la responsable de la rotura de la impermeabilitat de la coberta seminal, de la permeabilitat d'algunes membranes, i de l'activació de determinats enzims, i així es pot permetre la germinació de la llavor (Pita & Pérez, 1998).

Humitat

L'absorció d'aigua de la llavor és el desencadenant de la germinació ja que perquè es recuperi el metabolisme és necessària la rehidratació dels seus teixits.

La diferència de potencial hídric entre l'interior i l'exterior de la llavor és la responsable de l'absorció d'aigua per part de la llavor (Pita & Pérez, 1998). Una llavor seca té un potencial osmòtic molt alt (aproximadament 100 MPa) per la qual cosa tendeix a imbibir-se molt ràpidament en la fase inicial de la

germinació, independentment de què la llavor estigui en dormició o no sigui viable (Azcón-Bieto & Talón, 2008). Un excés d'aigua és perjudicial per la germinació, ja que limita l'arribada d'oxigen a l'embrió (Pita & Pérez, 1998).

Gasos

Perquè l'embrió pugui obtenir l'energia imprescindible per mantenir la seva activitat metabòlica necessita un mitjà suficientment airejat que permeti una adequada disponibilitat d'O₂ i de CO₂, almenys en la majoria de les espècies (Baskin & Baskin, 1998).

L'O₂ dissolt dins l'aigua d'imbibició ha de poder arribar a l'embrió perquè tingui èxit la germinació. A vegades hi pot haver elements presents en la coberta seminal com compostos fenòlics, capes de mucíl·lag, i d'altres, que poden reduir la difusió de l'O₂ des de l'exterior a l'interior de la llavor, i per tant no permetre la germinació (Pita & Pérez, 1998). A més a més s'ha de tenir en compte que la solubilitat de l'O₂ a l'aigua que absorbeix la llavor disminueix segons augmenta la temperatura.

Llum

Les espècies poden ser classificades segons la seva resposta germinativa front a la llum: fotoblàstiques positives, aquelles que requereixen llum per la seva germinació; fotoblàstiques negatives, les que requereixen fosca per germinar; i fotoblàstiques neutrals, les que presenten indiferència front a la presència/absència de llum durant la germinació (Baskin & Baskin, 2014; Flores *et al.*, 2016).

L'estudi d'aquest comportament de les llavors front a la llum ha dut a descobrir la presència d'un sistema fotoreceptor: el fitocrom (Baskin & Baskin, 2001). Aquest sistema està format per un pigment que es troba a l'embrió. Hi ha diversos estudis sobre les necessitats lumíniques per a la germinació d'espècies mediterrànies (p.e. Thanos *et al.*, 1991; Thanos *et al.*, 1994; Thanos & Doussi, 1995; Torra *et al.*, 2015, 2016).

La influència de la llum durant la germinació s'ha relacionat amb molts factors intrínsecs de les espècies, així, per exemple, s'ha vinculat amb aspectes com la forma de creixement de la planta (Rojas-Aréchiga *et al.*, 1997), la duració de la planta (plantes anuals són més fotoblàstiques positives, de Villiers *et al.*, 2002), la mida de la planta (les plantes de mida més petita requereixen més llum que les de mida més grossa, Flores *et al.*, 2011), o la mida de la llavor (les llavors més petites són més fotoblàstiques positives que les de llavors més grosses, Flores *et al.*, 2006, 2011).

Salinitat

La salinitat és un factor limitant en la germinació de quasi totes les espècies sobretot en climes àrids (Khan & Gulzar, 2003 i Rejili *et al.*, 2009). En

la majoria de casos, altes concentracions de sals al substrat inhibeixen o retarden la germinació de les llavors (Ungar, 1991). Aquesta salinitat al substrat on germina la llavor pot actuar com a força de selecció per l'establiment de determinades espècies litorals (Barbour, 1970; Baskin & Baskin, 1998; Estrelles *et al.*, 2015; Murru *et al.*, 2017; Naik & Karadge, 2017).

La inhibició de la germinació que donen les sals es pot explicar per dos factors que es poden presentar aïlladament o de forma combinada: efectes de baixada del potencial osmòtic del substrat que envolta la llavor, i efectes de toxicitat iònica que pot arribar a matar l'embrió de la llavor (Ungar, 1991):

- La inhibició per **efecte osmòtic** és causada pels soluts del substrat on es troba la llavor, que fan baixar el potencial osmòtic fins a un punt on la germinació o el creixement es veu inhibit ja que l'aigua no pot entrar dins la llavor per començar el procés germinatiu. Aquesta inhibició pot ser alleujada quan les llavors són rentades amb aigua destil·lada, i posades a un ambient amb major potencial osmòtic, fent possible l'entrada d'aigua i l'inici de la germinació.
- La inhibició per **efecte de toxicitat iònica** és deguda a l'entrada i acumulació de diversos ions que provoquen toxicitat a l'embrió i el poden arribar a matar.

En resum si les llavors no germinades, en tractaments amb sals, segueixen sense germinar després de ser rentades amb aigua destil·lada, vol dir que aquesta mortalitat pot ser deguda a l'efecte de toxicitat iònica (Ungar, 1991). En tot cas, l'efecte osmòtic i de toxicitat iònica es poden combinar en altes concentracions de sals i es pot fer difícil separar la proporció de la contribució de cada un dels estressos (Zehra *et al.*, 2013).

L'època de germinació s'espera que coincideixi amb períodes on l'aigua salina del sòl s'hagi diluït per la pluja, potser combinat amb temperatures més fredes, que fan reduir l'evaporació (Fenner & Thompson, 2005).

3.2 ELS HÀBITATS LITORALS

Els ambients litorals constitueixen àrees de transició entre els sistemes terrestres i els marins. Es caracteritzen per intensos processos d'intercanvi de matèria orgànica i energia. Són sistemes dinàmics i en constant evolució.

La salinitat, el vent i altres condicions ambientals a què es veuen sotmeses les comunitats biològiques litorals, provoquen una marcada selecció que afavoreix fenòmens d'especialització.

Generalment, aquestes comunitats litorals es disposen de manera zonal en bandes paral·leles a la línia de costa.

A les Illes Balears, el paisatge litoral es pot diferenciar en tres grans conjunts fortament diferenciats, tant per la seva composició florística, com per l'ecologia i la situació topogràfica (Bolós, 1996; Rivas-Martínez, 2001, 2002; Llorens *et al.*, 2007):

- Vegetació halòfila de penyals i roquissars costaners (Classe ***Crithmo-Limonietea***)
- Vegetació de platges i dunes movents (Classe ***Cakiletea maritimae*** i Classe ***Euphorbio-Ammophiletea***).
- Vegetació de salobrars (Classe ***Juncetea maritimi***, Classe ***Salicornietea fruticosae***, Classe ***Puccinellio-Salicornietea***, entre d'altres classes).

La darrera classe no forma objecte d'aquest treball pels motius que s'explicaran a l'apartat d'objectius, i per tant no la desenvoluparem aquí.

Classe *Crithmo-Limonietea*

Vegetació de caràcter halòfil que colonitza sòls esquelètics dels penyals i els talussos litorals batuts freqüentment per l'embat aerohalí. Són freqüents els camèfits.

L'afectació de la salinitat, el vent, l'escassetat de sòl (que li confereix un cert caràcter rupícola), de nutrients i d'aigua dolça, fan que aquests hàbitats es caracteritzin per la presència d'una flora singular. A les Balears, en particular a les Gimnèsies, aquest tipus de vegetació presenta una singularitat i diversitat florística molt ressenyables, essent particularment rica en endemismes (Llorens *et al.*, 2007). Tot això fa que siguin ecosistemes molt fràgils i valuosos (Bolós, 1996).

La salinitat, generalment, minva a mesura que augmenta la distància a la línia de costa. El límit d'aquest tipus de vegetació ve determinat per la capacitat de l'esprai marí a ser arrossegat pel vent cap a l'interior de la costa. La geomorfologia de la costa, així com l'exposició als vents dominants fan que aquestes comunitats ocupin superfícies extenses, sobretot a Mallorca i Menorca.

Les espècies presents en aquests ambients presenten una sèrie d'adaptacions per poder suportar aquest hàbitat. Entre d'altres es poden trobar: suculència, cicles de vida curt, presència de glàndules salines, germinació molt adaptada, cutícules o pèls, fulles de dimensió reduïda, pèrdua de fulles a l'estació seca, etc. (Llorens *et al.*, 2007).

Des del punt de vista de la fitosociologia aquesta classe l'ocupa un sol ordre (*Crithmo-Limonietea*), que es divideix en dues aliances: la vegetació que ocupa la banda més propera a la mar (Aliança *Crithmo-Limonion*); i les comunitats de camèfits pulviniformes espinosos que ocupen les àrees més interiors (Aliança *Launaeion cervicornis*).

Des del punt de vista biogeogràfic els roquissars litorals de les Balears són força singulars per l'elevada presència d'espècies endèmiques. Com es pot veure a la figura 3.2, aproximadament el 30% de les espècies endèmiques formen part d'aquests hàbitats. A Eivissa aquest percentatge davalla a la meitat, per mor de la seva geomorfologia i edafologia particulars.

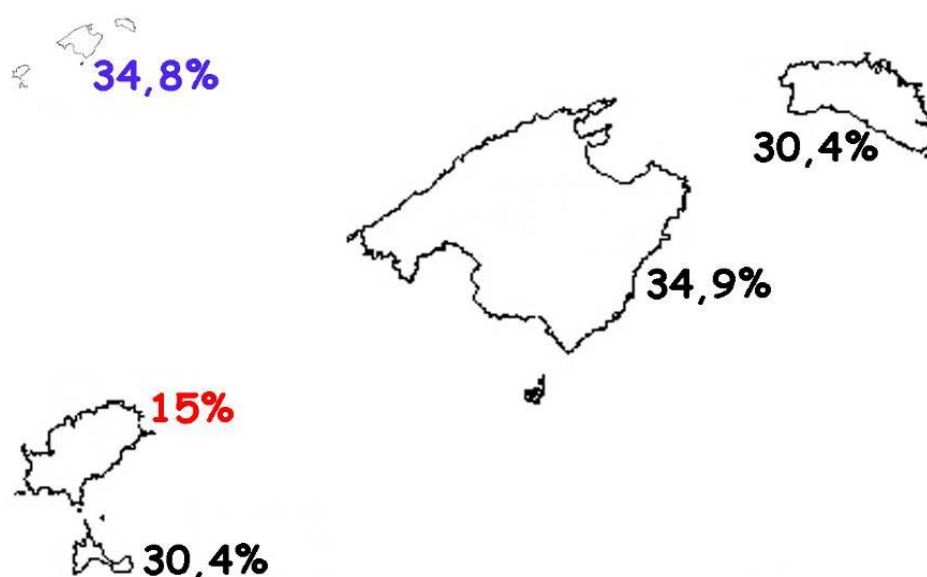


Fig. 3.2.- Percentatge d'endemismes que viuen als roquissars litorals.

Aliança *Crithmo-Limonion*

Les comunitats de saladines (*Limonium*) i fonoll marí (*Crithmum maritimum*) ocupen la banda de vegetació més propera a la mar. Les Balears presenten una riquesa específica molt gran en el gènere *Limonium*. Això pot ser degut a dos factors principals: un primer seria el seu propi cicle vital, amb capacitat de formar híbrids i, per altra banda, la presència d'apomixi; i un segon seria la presència en el litoral de les Illes Balears de múltiples i variades condicions microecològiques. Aquestes dues coincidències fan possible la supervivència de tàxons, sexualment inviàbles i de distribució molt limitada (Llorens *et al.*, 2007).

La fenologia d'aquestes comunitats s'inicia durant el mes de maig, i pot durar fins a novembre o desembre (Gil, 1994). Aquesta floració tant tardana en època de sequera és possible gràcies a l'atemperament tèrmic i a la humitat ambiental que proporciona la proximitat al mar.

La majoria d'espècies presenten algun tipus de pol·linització abiòtica. Per exemple es pot parlar de l'apomixi d'alguns *Limonium*, o de l'autogàmia de la majoria de la resta d'espècies. *Lotus cytisoides* o *Limonium minutum* presenten, per contra, entomogàmia obligada (Gil, 1994).

A les Illes Balears s'hi poden trobar les següents associacions:

Crithmo-Limonietum balearici

Dauco commutati-Limonietum biflori

Dauco commutati-Limonietum marisoli

Limonietum caprariensis

Limonietum ebusitani

Limonietum majorico-gymnesici

Limonietum pseudodictyoclado-carregadorensis

Aliança *Launaeion cervicornis*

Es tracta de timonedes aérohalòfiles litorals formades per camèfits i nanofaneròfits pulviniformes i/o espinosos. Són un dels elements paisatgístics i florístics més singulars de les Gimnèsies, especialment de Menorca.

Aquest tipus de vegetació s'el pot trobar a llocs molt ventats propers a la costa, en forma de banda paral·lela a la línia de costa, entre les comunitats de *Crithmo-Limonion* de vorera de mar, i les comunitats posteriors de l'*Hypericion balearici*, *Oleo-Ceratonion* o del *Brachypodium phoenicoidis*.

Igual que les timonedes de les dunes semimòbils (*Crucianellion maritimae*), la floració es concentra principalment en els mesos de maig i juny, just abans del començament de l'estació seca. En espècies comunes als dos tipus de vegetació, com l'*Helichrysum stoechas* s'ha observat que les poblacions de roquissars floreixen uns 10 dies abans que les de dunes (Gil, 1994; Llorens *et al.*, 2007). La majoria de les espècies madura les seves llavors poc després de la floració.

Associació *Launaeetum cervicornis*

Comunitat de segona línia de costa, dominada per camèfits pulviniformes, on destaca la presència abundant de *Launaea cervicornis*.

Se la troba a zones de litoral rocós molt exposades al vent, endinsant-se a una distància de la costa relacionada amb la influència marina.

Associació *Helichryso-Dorycnietum fulgurantis*

Té un aspecte més fruticós i d'un color més argentat, degut a les espècies que formen aquest tipus de vegetació. Actualment és molt rara a Mallorca, on només es troba una bona formació al cap de Formentor. També es localitza al sud-oest de Mallorca, però en una forma molt empobrida en espècies. A Menorca es poden trobar bones mostres a la costa nord.

Associació *Euphorbio pithusae-Anthemidetum maritimae*

Formada per nanofaneròfits i camèfits que es desenvolupen a talussos i terrenys plans costaners, sotmesos a una forta influència del vent marí. Presenten un caràcter termòfil, i és relativament umbròfila i nitròfila, fet que ve determinat per la presència d'aus marines.

Associació *Thymelaeo hirsutae-Asteriscetum maritimi*

Se la pot trobar a indrets costaners amb substrats vermells, més o manco potents. Se la troba terra endins després de les comunitats de *Limonium*.

Associació *Santolino magonicae-Anthyllidetum hystricis*

Comunitat menorquina dominada per camèfits pulviniformes espinescents, molt rica en tàxons endèmics. Se la pot trobar per darrera del *Launaeetum*, una mica apartada de la influència marina directa, en sòls més o menys arenosos, i fent contacte amb formacions no litorals.

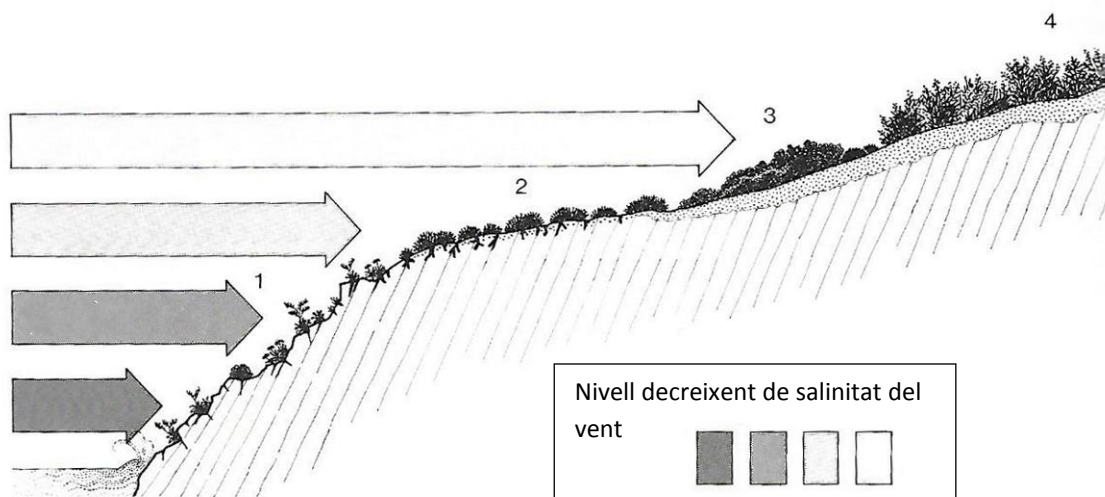


Fig. 3.3.- Comunitats de roquissar litoral de la costa N menorquina (adaptat de Folch, 1986). 1) *Limonietum capariensis*, 2) *Launaeetum cervicornis*, 3) *Aro picti-Phillyreetum rodriguezii*, 4) *Prasio maji-Oleetum sylvestris*. Disposició relativa de les comunitats halòfiles de roquissar litoral (1 i 2) i de les màquies litorals (3 i 4).

Classe *Cakiletea maritimae*

Colonitza platges, dunes i codolars costaners on s'hi acumulen restes orgàniques. Formada principalment per teròfits. La majoria d'espècies presenta fulles i/o tiges més o manco suculentas.

Les platges són zones de contacte entre tres medis: el mar, l'atmosfera i la terra. Això fa que sigui un ambient força inestable i s'hi estableixi aquest tipus de vegetació de caràcter pioner.

És probablement el tipus d'hàbitat que es troba més afectat per la influència antròpica degut a l'ús recreatiu de les platges. Només es poden trobar bones mostres d'aquest tipus de vegetació en platges aïllades, lluny de zones turístiques i sense cap tipus d'explotació humana. En les platges antropitzades sovint les espècies que formen aquests hàbitats ocupen espais allunyats de la vora de la mar, especialment zones on s'acumulen les restes de *Posidonia* retirades per l'home.

Associació *Salsolo kali-Cakiletum aegypticae*

Comunitat de platges d'arenas fines dominada per teròfits. Se la pot trobar creixent sobre les restes orgàniques de fulles de *Posidonia oceanica*.

Associació *Hypochoerido-Glaucietum flavi*

Típica de platges d'arenas gruixudes i de còdols, que són més estables que les d'arenas fines. Això permet que s'hi desenvolupin hemicriptòfits.

Classe *Euphorbio paraliae-Ammophiletea australis*

Aquest tipus de vegetació viu sobre les dunes litorals movents per la influència del vent marí. Les espècies que s'hi troben s'han adaptat a les condicions particulars d'aquest hàbitat, com ara: mobilitat del substrat, esprai salí, oligotròfia, i aridesa del substrat. Els substrats sorrencs propis de les dunes no mostren una halofília tan determinant com als roquissars. La naturalesa del substrat arenós permet un rentat de les sals cap a les capes inferiors del sol i només una petita proporció de sals retorna per capil·laritat cap als nivells superiors. Això provoca que la catena de vegetació no es distribueixi seguint el nivell decreixent d'halofília a mesura que ens allunyam de la mar, si no que altres factors, com la potència d'arena, influeixin en major mesura en la distribució de les espècies (Acosta *et al.*, 2007; Alcaraz & Garre, 2008; Ogura & Yura, 2008; Maun, 2009; Fenu *et al.*, 2013; Hwang *et al.*, 2016).

La mobilitat del substrat fa que les espècies presents a aquest ambient estiguin proveïdes d'un sistema subterrani molt extens, capaç tant de permetre la fixació com el seu ràpid desenvolupament en cas de ser soterrat. A més, degut a la gran permeabilitat del substrat arenós, la retenció d'aigua és pràcticament inexistent, per tant aquesta xarxa de sistema radicular serà capaç d'aprofitar al màxim l'aigua que caigui sobre aquesta vegetació.

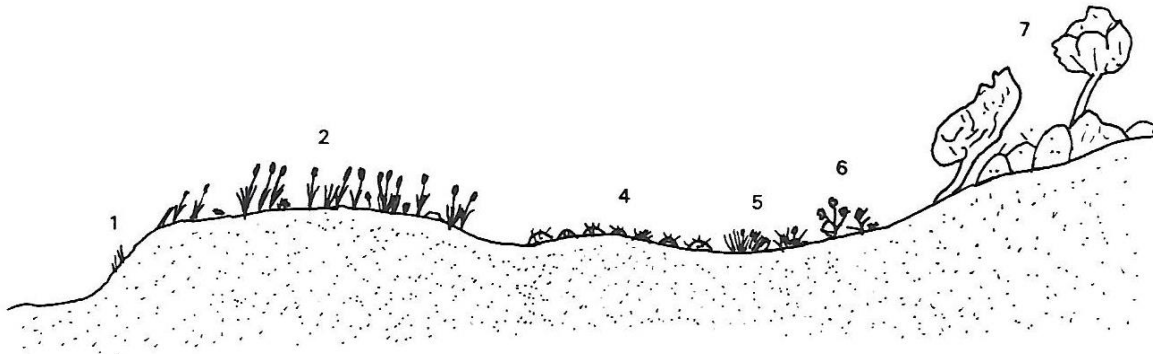


Fig. 3.4.- Comunitats de dunes de la zona de Sa Ràpita (adaptat de Gil, 1994).
 1) *Cybero mucronati-Agrophyretum juncei*, 2) *Medicagini marinae-Ammophiletum australis*, 3) *Loto ctrefici-Crucianelletum maritimae*, 4 i 6) *Teucro dunensis-Helianthemum capitis-felicis*, 5) Comunitats de salobrar i 7) Comunitats forestals.

Ordre Ammophiletalia

Ocupa les primeres dunes més properes a la línia de costa. Per això les espècies que formen aquestes comunitats presenten una sèrie d'adaptacions per poder fer front als factors ambientals amb mecanismes tendents a la reducció de la transpiració, com per exemple l'enrotllament de les fulles o les epidermis cobertes de pèls.

Aliança Agropyro-Minuartion peploidis

Associació Cypero mucronati-Agrophyretum juncei

Es tracta de la vegetació de les dunes embrionàries que es van formant per l'acció del vent, l'onatge i les tempestes. Se la troba a la línia per damunt el nivell mitjà de les onades més grans que arriben a la platja. Per mor del vent hi ha un transport d'arena molt gran que en haver-hi un obstacle fa que aquesta es comenci a dipositar i formi la duna embrionària que, molt ràpidament, es colonitza per aquesta vegetació i fa augmentar l'acumulació d'arena. Degut a les condicions tan adverses d'aquest hàbitat (sals, vent, arenes movents, etc.) no presenta una diversitat específica alta, però això sí, hi estan ben adaptades, fent sistemes radiculars grans, amb capacitat de rebrot si es tapen d'arena, i amb fulles adaptades a l'acció abrasiva del mar, del vent i l'arena.

Associació Eryngio maritimi-Sporoboletum arenarii

Comunitat formada pràcticament exclusivament per gespes de *Sporobolus pungens*, encara que es poden trobar espècies de la comunitat anterior. Es desenvolupa a zones on l'arena no es mou tant com la vegetació anterior i sobre restes orgàniques que treu la mar, sobre tot de posidònia. Aguanta molt bé a zones on arriben les gotes de les onades durant les tempestes marines. Aquesta capacitat d'aguantar l'aigua salina fa que se la

trobi a zones on la capa freàtica marina és molt a prop, la qual cosa fa que no es pugui desenvolupar la comunitat següent.

Aliança Ammophilion australis

Associació Medicagini marinae-Ammophiletum australis

Es pot dir que aquesta és la tercera banda de vegetació que es troba a les dunes. Es desenvolupa sobre dunes movents de més grandària que les comunitats anteriors (d'uns 2 m. d'altura). Està formada principalment per motes de borró (*Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*) acompanyada d'altres espècies que viuen al seu interior o als clars que deixa aquesta planta. Degut a la grandària del borró (pot arribar a 1 m d'altura), a la conformació de la planta i al seu sistema radicular molt estès, aquesta espècie és una gran captadora d'arena, fent créixer encara més la duna.

Associació Eryngio maritimi-Pancreatietum maritimi

Associació molt semblant a l'anterior, però se la troba a zones on les aportacions d'arena no són tan grans, degut a la presència de restes de *Posidonia oceanica* sobre la platja o per un illot que minva la força de les onades. Per això la potència d'arena no és tan gran i el borró (*Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*) té dificultats per desenvolupar-s'hi.

Ordre Crucianelletalia maritimae

Aliança Crucianellion maritimae

Associació Loto cretici-Crucianelletum maritimae

Per darrera de la primera duna ocupada per la comunitat anterior s'hi troba una zona on el moviment d'arena és menor i la vegetació canvia a formes de petits matolls (timoneda). Són zones relativament protegides de la influència de la mar, la qual cosa fa que la salinitat sigui un factor menys determinant que a les comunitats més properes al mar. Té una major cobertura, la qual cosa fa que s'hi acumuli matèria orgànica en el terreny i no sigui un substrat tan pobre com el de les comunitats anteriors. La menor mobilitat de l'arena en aquestes zones fa que les plantes tinguin sistemes radiculars no tan desenvolupats, encara que presenten adaptacions a l'aridesa del sòl i a la forta lluminositat (pèls, punxes, fulles esquamiformes, etc.).

Associació Fumano laevis-Scrophularietum ramosissimae i Ononido crispae-Scrophularietum minoricensis

Són dues associacions vicariants, on la primera associació se troba a Mallorca, i la segona a Menorca.

Es tracta d'una vegetació que ocupa zones del sistema dunar on l'arena, ja fixada per la vegetació, retrocedeix per efecte del pendent, generalment cap els laterals de la duna. A les zones encara amb aportacions d'arena s'hi troba

la *Crucianella maritima*, mentre que a les més estabilitzades s'hi poden desenvolupar espècies de les brolles i matollars de dunes fixes.

3.3 SALINITAT I GERMINACIÓ

L'esprai salí del mar és un important estrès que afecta a les plantes i a les comunitats biòtiques litorals (Maun, 2009). Aquest estrès salí és degut sobretot a la presència de grans quantitats d'ions, sobre tot de Na⁺ i Cl⁻ (Fenner & Thompson, 2005). Els dies de tempesta no és estrany observar com l'esprai salí es veu arrossegat pel vent, i, fins i tot, pot arribar a diversos quilòmetres de la costa (Barbour, 1978). Això es veu clarament als vidres de les finestres de les cases i dels cotxes, que queden recoberts d'una capa de sal, així com hi queden els cultius i la vegetació. A més, aquests cristalls de sals actuen com a abrasiu damunt les plantes.

Així i tot els éssers vius que viuen en la zona litoral s'han adaptat per poder viure i tolerar aquest estrès salí, i aquest esprai també pot ser beneficiós per les plantes, ja que enriqueix el substrat amb nutrients essencials pels vegetals (Maun, 2009).

Aquestes petites gotes d'esprai salí es formen quan les bombolles que es formen en les onades exploten, són arrossegades pel vent i es dipositen sobre la vegetació (Boyce, 1954; Maun, 2009).

No tan sols l'esprai salí pot salinitzar els sòls litorals, sinó que també l'aigua del mar pot inundar directament aquests sòls per efectes dels temporals o de les mareas, i també per efecte del nivell freàtic de l'aigua del mar (Gulzar *et al.*, 2001; Martínez & Vázquez, 2002; Maun, 2009).

Les sals que formen part de l'aigua del mar, i per tant de l'esprai marí són fruit, sobretot, del rentat de l'escorça terrestre, per la qual cosa s'hi troben les sals de major solubilitat (Margalef, 1991; Maun, 2009). (Taula 3.1).

Íon	Parts per milió (‰)
Cl ⁻	18,980
SO ₄ ²⁻	2,649
HCO ₃ ⁻	0,140
Br ⁻	0,065
H ₂ BO ₃ ⁻	0,026
F ⁻	0,001
Na ⁺	10,556
Mg ⁺⁺	1,272
Ca ⁺⁺	0,400
K ⁺	0,380
Sr ⁺⁺	0,013

Taula 3.1. Contingut dels principals ions dins l'aigua de mar. (Brown *et al.*, 1989).

Encara que les plantes adultes dels halòfits estiguin ben adaptades a les condicions de salinitat elevada, es fa sorprenent que la majoria d'ells vegin inhibida la germinació per l'aigua salina, i on s'obté un major percentatge de germinació és amb aigua sense sals (Fenner & Thompson, 2005; Baskin & Baskin, 2001). L'alta salinitat pot causar la completa inhibició de la germinació en concentracions més altes dels límits de tolerància de l'espècie (Ungar, 1991) o de l'origen poblacional de les llavors (Chamorro *et al.*, 2016).

Així la germinació s'ha de coordinar en el moment de l'any on la salinitat és menor pel rentat que produeix la pluja i, també es pot donar en períodes més freds que fa reduir l'evaporació i per tant les sals no es poden concentrar tant (Ungar, 1991; Khan & Ungar 1998; Fenner & Thompson, 2005; Orlovsky *et al.*, 2011). Així i tot una de les característiques de les plantes d'aquests ambients salins, és la capacitat de mantenir la germinació durant la seva exposició a condicions hipersalines, i iniciar la germinació quan l'estrès salí minvi (Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.*, 2009) i en algunes espècies es pot observar un fenomen d'estimulació salina de la germinació (Woodell, 1985).

Els efectes de la salinitat en la germinació i el creixement de les plantes han estat estudiats des de fa més de 160 anys (Darwin, 1857).

3.4 EL CANVI CLIMÀTIC

Les projeccions del clima indiquen que molts factors ambientals, com per exemple la temperatura, les ones de calor i les sequeres canviaran en un futur immediat. Especialment al Mediterrani la mitjana de les temperatures serà major, i disminuiran els dies de fred i les sequeres es faran més habituals, i també augmentarà la recurrència dels incendis forestals (IPCC, 2014).

Les zones litorals són particularment vulnerables a algunes de les conseqüències dels canvis prevists en el clima associats amb l'augment del CO₂ atmosfèric. Per exemple és probable un augment del nivell del mar, la qual cosa pot inundar amb aigua de mar zones costaneres (Flowers & Muscolo, 2015).

Als climes estacionals com el mediterrani, la germinació està condicionada pels canvis estacionals en l'ecosistema (Baskin & Baskin, 2001; Fenner & Thompson, 2005). El canvi climàtic pot fer que les espècies disposin d'una finestra de condicions ambientals més estretes per poder germinar i completar el seu cicle vital (Jiménez-Alfaro *et al.*, 2016; Luna & Chamorro, 2016). Indirectament, el canvi climàtic tindrà un impacte en les dinàmiques poblacionals de les espècies influint en la germinació de les llavors a través de la maduració de les llavors, la seva massa o la seva persistència en el sòl (Walck *et al.*, 2011).

Les comunitats halòfitas són extremadament dependents de la disponibilitat d'aigua, i les estratègies germinatives s'han adaptat a aquesta disponibilitat. Així aquesta adaptació germinativa té conseqüències evolutives definint nínxols ecològics i rangs geogràfics d'aquestes espècies (Estrelles *et al.*, 2015).

Per tot això algunes espècies halòfiles amb un nínxol ecològic molt especialitzat es poden veure desplaçades per altres espècies (Caperta *et al.*, 2014) o poden veure desaparèixer el seu hàbitat davall el mar (Flowers & Muscolo, 2015).

4. OBJECTIUS

4 OBJECTIUS

Aquest treball aborda la capacitat que tenen algunes espècies litorals balears, tant dels sistemes dunars com de les costes rocoses, de poder germinar en presència de diverses sals presents en el mar. Per això es desglossen una sèrie d'objectius:

1. Obtenció de les temperatures òptimes de germinació de les següents espècies: *Aetheorhiza bulbosa* subsp. *bulbosa*, *Daucus carota* subsp. *majoricus* i *Matthiola sinuata*.
2. Obtenció del protocol òptim d'escarificació amb H₂SO₄ de les següents espècies: *Dorycnium fulgurans*, *Helianthemum caput-felis*, *Lotus cytisoides*, *Medicago citrina*, *Medicago marina* i *Ononis ramosissima*.
3. Efecte de diverses concentracions de les sals NaCl, Na₂SO₄, MgSO₄ i MgCl₂ sobre la germinació de: *Aetheorhiza bulbosa* subsp. *bulbosa*, *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*, *Cakile maritima*, *Calystegia soldanella*, *Carduncellus balearicus*, *Crithmum maritimum*, *Crucianella marítima*, *Daucus carota* subsp. *majoricus*, *Dorycnium fulgurans*, *Elymus farctus*, *Euphorbia margalidiana*, *Euphorbia paralias*, *Euphorbia pithyusa*, *Glaucium flavum*, *Helianthemum caput-felis*, *Helichrysum stoechas*, *Launaea cervicornis*, *Limonium biflorum*, *Limonium minutum*, *Limonium virgatum*, *Lotus cytisoides*, *Matthiola sinuata*, *Medicago citrina*, *Medicago marina*, *Ononis ramosissima*, *Pancratium maritimum*, *Santolina magonica* i *Teucrium dunense*.
4. Identificar si existeixen patrons de comportament comuns en la germinació de les espècies pròpies de cadascun dels hàbitats que formen les diferents catenes de vegetació característiques dels sistemes dunars i dels roquissars litorals balears.
5. Valorar el comportament germinatiu d'aquestes espècies front els efectes del canvi climàtic. Si es compleixen les previsions de menor pluviometria, la quantitat de sals presents al sòl augmentaria i seria més prolongada en el temps.

Com es pot veure, el treball queda emmarcat com un projecte d'investigació bàsica, a partir del qual podran sorgir coneixements útils tant per altres disciplines de la ciència com per tots aquells sectors de la societat lligats a la gestió i conservació del patrimoni natural.

5. MATERIAL I MÈTODES

5 MATERIAL I MÈTODES

Els assajos de germinació es realitzaren en una càmera de germinació (Versatile Environmental Test Chamber, Model MLR-350, Sanyo). Durant la realització dels diferents assajos de germinació es va mantenir la temperatura constant i la càmera en obscuritat.

Es varen recollir els fruits de cada espècie en òptim estat de maduració entre els anys 2011 i 2013 en les àrees d'estudi de cadascun dels tàxons. Per a cada espècie s'ha elegit una sola població, on sabem que l'espècie és abundant; en cap cas s'ha treballat en diverses poblacions d'una mateixa espècie perquè no és un objectiu de la tesi l'estudi de la possible diversitat intraespecífica. La taula 5.1 mostra les espècies objecte de l'estudi amb el seu lloc de recol·lecció. La localització geogràfica de les diferents localitats es mostren al mapa 5.1.

Espècie	Data	Lloc de Recol·lecció	UTM
<i>Aetheorhiza bulbosa</i> subsp. <i>bulbosa</i>	27/04/12	Son Bosc	EE1003
<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>arundinacea</i>	25/06/13	Arenal de sa Ràpita	DD9657
<i>Cakile maritima</i> inferior	22/09/11	S'Estanyol	DD9256
<i>Cakile maritima</i> superior	22/09/11	S'Estanyol	DD9256
<i>Calystegia soldanella</i>	30/06/11	Son Serra de Marina	ED0497
<i>Carduncellus balearicus</i>	05/07/11	Binimel·la	EE8934
<i>Crithmum maritimum</i>	13/11/11	Son Serra de Marina	ED1998
<i>Crucianella maritima</i>	31/07/12	S'Albufereta	EE0812
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>majoricus</i>	22/07/11	Cala Fornells	DD5175
<i>Dorycnium fulgurans</i>	05/07/11	Far de Formentor	EE1823
<i>Elymus farctus</i>	25/06/13	Arenal de sa Ràpita	DD9657
<i>Euphorbia margalidiana</i>	21/06/13	UIB (Cultivada)	DD9387
<i>Euphorbia paralias</i>	25/06/11	Son Serra de Marina	ED2097
<i>Euphorbia pithyusa</i>	12/06/11	S'Estalella	DD9255
<i>Glaucium flavum</i>	08/07/11	Arenal de sa Ràpita	DD9657
<i>Helianthemum caput-felis</i>	25/06/13	Arenal de sa Ràpita	DD9657
<i>Helichrysum stoechas</i>	10/06/11	Son Bosc	EE1003
<i>Launaea cervicornis</i>	03/06/11	Punta Grossa	FE0132
<i>Limonium biflorum</i>	23/07/14	Far de Capdepera	ED4096
<i>Limonium minutum</i>	29/07/12	Punta Grossa	FE0132
<i>Limonium virgatum</i>	22/09/11	Sa Ràpita	DD9556
<i>Lotus cytisoides</i>	07/06/11	Comú de Muro	EE1004
<i>Matthiola sinuata</i>	02/08/11	Son Serra de Marina	ED2097
<i>Medicago citrina</i>	23/06/08	Es Carnatge (Cultiu)	DD7476
<i>Medicago marina</i>	30/06/11	Son Serra de Marina	ED2097
<i>Ononis ramosissima</i>	08/07/11	Arenal de sa Ràpita	DD9657
<i>Pancratium maritimum</i>	06/10/11	Son Serra de Marina	ED2097
<i>Santolina magonica</i>	21/06/11	Cala Estreta- Mitjana	EE3500
<i>Teucrium dunense</i>	17/08/11	Son Serra de Marina	ED2097

Taula 5.1. Llistat d'espècies estudiades, amb la seva data i lloc de recol·lecció.



Mapa 5.1. Localitats de recol·lecció de les espècies estudiades.

La nomenclatura dels diferents tàxons s'ha fet seguint les proposades per la Flora Iberica (<http://www.floraiberica.org/> [2017]), i en els casos on encara està per desenvolupar s'ha utilitzat The Plant List (2013). (Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> (accessed 2017)).

La unitat de germinació que es va usar va ser normalment la llavor, separada de la resta d'estructures que formen la diàspora. En el cas de *Daucus carota* subsp. *majoricus* es va utilitzar el mericarp.

Les unitats de germinació, una vegada netes, es van deshidratar en una cambra sequer amb Silica-Gel fins a una humitat de 7-8%. Es varen guardar en pots de vidre hermètics i es varen conservar en una gelera a 4°C, a fi de mantenir les llavors en condicions de germinabilitat intactes durant el temps que varen durar les proves; de fet, no es varen observar variacions en les característiques de germinació durant el període d'experimentació.

Les proves de germinació es varen realitzar en plaques de Petri de plàstic de 9 cm de diàmetre amb dos papers de filtre tipus Whatman nº1 i amb 4 ml d'aigua destil·lada o de la solució de la sal corresponent. Durant cada prova de germinació, aquestes plaques es van tancar dins una bossa de plàstic hermètica per prevenir l'evaporació.

Les sals utilitzades per comprovar l'efecte sobre la germinació van ser les més abundants en els sòls salins (Pujol, 2000; Vicente, 2009), a més de ser la combinació dels 4 anions i cations més abundats dins l'aigua del mar (Margalef, 1991), que n'és l'origen d'aquestes sals als ambients litorals estudiats. Així tenim que les sals utilitzades són les següents: NaCl, Na₂SO₄, MgSO₄ i MgCl₂, amb unes concentracions de 0,1 M, 0,2 M, 0,3 M i 0,4 M, on la màxima concentració de NaCl correspon gairebé a la concentració d'aquesta

sal a l'aigua de la mar (0,493 M). També es va fer un control només amb aigua destil·lada per poder quantificar l'efecte d'aquestes sals i concentracions.

La temperatura òptima de germinació es pot definir com la més adequada per aconseguir el major percentatge de germinació en el menor temps possible (Eberle *et al.*, 2014; Mayer & Poljakoff-Mayber, 1975). Per cada una de les espècies es va determinar aquesta temperatura òptima de germinació. Per obtenir-la es va consultar la bibliografia sempre que fou possible. En els casos on no es disposava d'aquesta dada es varen fer proves a 5°, 15°, 18°, 20° i 23° per poder determinar-la. La taula 5.2 mostra les espècies objecte de l'estudi i les temperatures òptimes de germinació determinades per a cada espècie.

Tª	Espècie	Referència anterior
20°	<i>Aetheorhiza bulbosa</i> subsp. <i>bulbosa</i>	No n'hi ha
18°	<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>arundinacea</i>	Gil, 1994
23°	<i>Cakile maritima</i> inferior	Gil, com.pers.
23°	<i>Cakile maritima</i> superior	Gil, com.pers.
20°	<i>Calystegia soldanella</i>	Gil, 1994; Ko <i>et al.</i> , 2004
23°	<i>Carduncellus balearicus</i>	Gil, 1994
15°	<i>Crithmum maritimum</i>	Gil, 1994
18°	<i>Crucianella maritima</i>	Gil, 1994
15°	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>majoricus</i>	No n'hi ha
23°	<i>Dorycnium fulgurans</i>	Gil, 1994
15°	<i>Elymus farctus</i>	Gil, 1994
20°	<i>Euphorbia margalidiana</i>	Cortés, com. pers.
20°	<i>Euphorbia paralias</i>	Gil, 1994
20°	<i>Euphorbia pithyusa</i>	Gil, 1994
5°	<i>Glaucium flavum</i>	Gil, 1994
23°	<i>Helianthemum caput-felis</i>	Gil, 1994
20°	<i>Helichrysum stoechas</i>	Gil, 1994
20°	<i>Launaea cervicornis</i>	Gil, 1994
18°	<i>Limonium biflorum</i>	No n'hi ha
18°	<i>Limonium minutum</i>	Gil, 1994
20°	<i>Limonium virgatum</i>	Gil, 1994
23°	<i>Lotus cytisoides</i>	Gil, 1994
15°	<i>Matthiola sinuata</i>	No n'hi ha
18°	<i>Medicago citrina</i>	Ferrer-Gallego <i>et al.</i> , 2013
23°	<i>Medicago marina</i>	Gil, 1994
15°	<i>Ononis ramosissima</i>	Gil, 1994
18°	<i>Pancratium maritimum</i>	Gil, 1994
23°	<i>Santolina magonica</i>	Gil, 1994
20°	<i>Teucrium dunense</i>	Gil, 1994

Taula 5.2. Llistat d'espècies estudiades amb la temperatura òptima de germinació i referència bibliogràfica on s'ha obtinguda.

Cal destacar que en el cas de *Limonium biflorum* es va considerar 18°C com la temperatura òptima de germinació ja que es va obtenir un 100% de germinació, i es troba dins el rang de temperatures òptimes de germinació dels *Limonium* estudiats.

En el cas d'*Euphorbia margalidiana*, es va esperar 15 mesos a fer les proves de germinació, ja que és en aquest moment on s'obté una germinació òptima (Cortés, TFG, inèdit).

També el temps d'escarificació en H₂SO₄ de les llavors dures s'ha decidit que fos el temps necessari per obtenir el major percentatge de germinació en el menor temps possible. Per les espècies de les famílies *Cistaceae*, *Convolvulaceae* i *Fabaceae* es varen fer les proves a diferents temps d'escarificació per obtenir el tractament més adequat per a cada espècie.

Per cada prova es varen utilitzar 4 duplicats amb 25 llavors cada un.

El criteri de germinació va ser l'observació d'una radícula de una longitud mínima d'1 mm. Diàriament, o cada dos-tres dies, es va determinar el número de llavors germinades. En alguns casos, els comptatges es varen fer una o dues vegades per setmana. En cada recompte, les llavors germinades varen ser descartades perquè no interferissin en la germinació de la resta de llavors no germinades. Les proves es varen considerar acabades quan no es va observar cap germinació en una setmana.

Una vegada acabades les proves amb sals, les llavors es rentaren amb aigua destil·lada i es varen tornar a posar en plaques noves, però aquesta vegada es regaren només amb aigua destil·lada. Aquestes proves serveixen per comprovar si la presència de sals a l'aigua afecta a l'embrió de tal manera que sigui impossible que germinin (Pujol *et al.*, 2009). Per a cada prova s'obté el tant per cent de recuperació de la germinació (*recovery*).

Una vegada acabada cada una de les proves de germinació es varen dissecar les llavors que no havien germinat per comprovar que tenien embrió. En cas afirmatiu, es varen considerar com a llavors sanes junt a les germinades durant la prova, mentre que les que estaven buides es varen descomptar del total de llavors posades a germinar. El càlcul del percentatge de germinació a cada prova es va realitzar a partir del número de llavors sanes. Moltes vegades, durant les proves de germinació, les llavors es contaminen i es podreixen, s'han comptabilitzat aquestes llavors com a llavors sanes ja que el paper de les sals pot tenir a veure en aquesta contaminació i podridura de les mateixes (Baskin & Baskin, 2014).

Les llavors que es van mantenir dures després de les proves de germinació de les espècies de *Fabaceae*, *Cistaceae* i *Convolvulaceae*, es van

restar del total juntament a les buides a l'hora de calcular els percentatges de germinació.

Per tant per cada prova de germinació amb sals s'han calculat les següents dades:

- **Percentatge de Germinació (G)**

$$G = \frac{a}{b} 100$$

On a = llavors germinades, b = número total de llavors descomptant les que no tenen embrió i/o les dures.

- **Velocitat de Germinació (T₅₀).**

$$T_{50} = \frac{\left(\left(\frac{N}{2}\right) - N_1\right) (T_2 - T_1)}{N_2 - N_1} + T_1$$

On N = Percentatge final de llavors germinades, N₁ = Percentatge de llavors germinades per davall de N/2, N₂ = Percentatge de llavors germinades per damunt de N/2, T₁ = número de dies que corresponen a N₁, T₂ = Número de dies que correspon a N₂ (Thanos & Doussi, 1995).

- **Recuperació (R).**

Correspon al tant per cent de recuperació de la germinació una vegada passades les llavors de les condicions salines a aigua destil·lada.

$$R = \frac{a - b}{c - b} 100$$

On a = número total de llavors germinades després de la recuperació (número de llavors germinades en condicions salines més el número de llavors germinades durant la recuperació en aigua destil·lada), b = número total de llavors germinades en condicions salines, c = número total de llavors (Gulzar & Khan, 2001).

- **Germinació Total (GT).**

$$GT = \frac{a}{b} 100$$

On a = número total de llavors germinades després de la recuperació (número de llavors germinades en condicions salines més el número de llavors germinades durant la recuperació en aigua destil·lada), b = número total de llavors descomptant les que no tenen embrió i/o les dures.

- **Afectació de la germinació (Ag).**

$$Ag_1 = \frac{A - G_1}{A} 100$$

On A = mitjana del percentatge de germinació (G) del tractament control, G₁ = percentatge de germinació de la prova amb cada sal.

- **Afectació de la germinació total (At).**

$$At_1 = \frac{B - GT_1}{B} 100$$

On B = mitjana del percentatge de germinació total (GT) del tractament control, GT₁ = percentatge de germinació de la prova amb cada sal.

Per poder comparar el comportament germinatiu enfront a les sals de les diferents espècies estudiades s'han definit dos índexs. Aquests dos índexs són: l'índex d'afectació de la germinació i l'índex d'afectació de la germinació total.

- **Índex d'afectació de la germinació (Iag).**

$$Iag = \frac{\sum \frac{Agn}{\psi n}}{n^{\circ} \text{ de proves}}$$

Aquest índex és el resultat de la suma de les afectacions de la germinació (Ag) de cada tractament dividides pel potencial osmòtic (ψ) de cada un en valor absolut (taula 5.3), dividit pel número total de tractaments, que correspon a 16.

- **Índex d'afectació de la germinació total (Iat).**

$$Iat = \frac{\sum \frac{Atn}{\psi n}}{n^{\circ} \text{ de proves}}$$

Aquest índex és el resultat de la suma de les afectacions de la germinació total (At) de cada tractament dividides pel potencial osmòtic (ψ) de cada un en valor absolut (taula 5.3), dividit pel número total de tractaments que correspon a 16.

L'efecte de la salinitat sobre la germinació i la germinació total s'ha analitzat a través d'anàlisis de la variància d'una via (ANOVA) després d'haver transformat el percentatges finals de germinació i el recovery mitjançant arcsinus de l'arrel quadrada i el retard germinatiu (T₅₀) mitjançant logaritme (Zar, 1999). Per a la comparació a posteriori dels diferents nivells de tractament s'ha aplicat la prova HSD de Tukey.

Concentració (mmol/L)	NaCl	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	MgSO ₄
100	0,45	0,60	0,57	0,28
200	0,95	1,35	1,05	0,53
300	1,40	2,10	1,55	0,77
400	1,85	2,85	2,05	1,00

Taula 5.3. Potencial osmòtic (ψ) de les dissolucions utilitzades per realitzar les proves de germinació amb sals en valor absolut (Zehra *et al.* 2013).

En el cas de què després de les transformacions de les dades no s'han aconseguit les assumpcions per aplicar una ANOVA, s'ha aplicat un test no paramètric de Kruskal-Wallis seguit d'un test de comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon (Sall *et al.* 2012).

Per tal d'esbrinar si el comportament germinatiu front a les sals té relació amb la zonació dels diferents hàbitats litorals on hi són presents les espècies estudiades, s'ha fet una anàlisi de components principals, separant les espècies característiques de roquissars de les de dunes.

En aquesta anàlisi, a part dels dos índexs presentats anteriorment (lag i lat) s'han afegit altres dos factors, com són: el potencial osmòtic en valor absolut en el qual deixa de germinar l'espècie (POT0GER) i la temperatura òptima de germinació (TEMP). Seguidament es va fer una anàlisi clúster jeràrquica.

Per comparar les mitjanes obtingudes per lag i lat a dunes i roquissars s'ha fet una prova t d'Student. En el cas de què les distribucions no siguin normals s'ha aplicat un test no paramètric de Kruskal-Wallis seguit d'un test de comparacions no paramètriques de Wilcoxon (Sall *et al.* 2012).

Per l'estudi estadístic de les dades i configuració de gràfiques, s'han utilitzat els programes: Excel 2010 i JMP11 (SAS Institute, Inc.).

6 RESULTATS I DISCUSSIÓ

6 RESULTATS I DISCUSSIÓ

6.1 RESULTATS I DISCUSSIÓ ESPECÍFICS

<i>Aetheorhiza bulbosa</i> (L.) Cass. subsp. <i>bulbosa</i>	51
<i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link subsp. <i>arundinacea</i> (Husn.) H. Lindb	59
<i>Cakile maritima</i> Scop.	65
<i>Calystegia soldanella</i> (L.) R. Br.	79
<i>Carduncellus balearicus</i> (J.J. Rodr.) G. López	87
<i>Crithmum maritimum</i> L.	95
<i>Crucianella maritima</i> L.	103
<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>majoricus</i> A. Pujadas	109
<i>Dorycnium fulgurans</i> (Porta) Lassen	117
<i>Elymus farctus</i> (Viv.) Runemark ex Melderis	127
<i>Euphorbia margalidiana</i> Kuhbier & Lewej.	133
<i>Euphorbia paralias</i> L.	141
<i>Euphorbia pithyusa</i> L.	149
<i>Glaucium flavum</i> Crantz	155
<i>Helianthemum caput-felis</i> Boiss.	161
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	169
<i>Launaea cervicornis</i> (Boiss.) Font Quer & Rothm.	177
<i>Limonium biflorum</i> (Pignatti) Pignatti	185
<i>Limonium minutum</i> (L.) Chaz.	191
<i>Limonium virgatum</i> (Willd.) Fourr.	197
<i>Lotus cytisoides</i> L.	205
<i>Matthiola sinuata</i> (L.) R. Br.	213
<i>Medicago citrina</i> (Font Quer) Greuter	221
<i>Medicago marina</i> L.	231
<i>Ononis ramosissima</i> Desf.	239

<i>Pancratium maritimum</i> L.....	247
<i>Santolina magonica</i> (Bolòs <i>et al.</i>) Romo	255
<i>Teucrium dunense</i> Sennen	261

Aetheorhiza bulbosa* (L.) Cass. subsp. *bulbosa

Crepis bulbosa (L.) Tausch

Leontodon bulbosus L.

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

0,5 mm



Foto 6.1. Cípsela d'*Aetheorhiza bulbosa* subsp. *bulbosa*.

Planta perenne, glauca, de 7-55 cm, amb estolons foliosos prims que formen tubercles subglobosos de color blanc. Tiges amb fulles glabres, rarament amb alguns pèls. Fulles en roseta basal, de 10-250 x 4-35 mm, d'el·líptiques a obovades, àpex agut i base atenuada en pecíol, amb el marge sencer a sinuat-denticulat; a vegades una o dues a la base de la tija. Flors reunides en capítols terminals, solitaris, de 8-15 x 3-12 mm, amb un involucre de bràctees de 14-15 x 2 mm, linear-lanceolades, estretes abruptament en un àpex subobtus, amb pèls glandulosos negreus i clavats a la base que s'estén una mica per la tija. Androceu amb 5 estams epipètals, amb anteres sagitades proveïdes d'apèndixs

basals sencers o lanceolats, formant un tub que envolta l'estil. Gineceu amb ovari ínfer, unilocular, del que sorgeix un estil solitari amb dos estigmes. Fruit en aqueni, cípsela, de 3-4,5 x 0,5 mm, més o manco atenuats a l'àpex i amb la base inflada. Geòfit bulbós. $2n=18$ cromosomes (Castroviejo, 1983).

1.2 COROLOGIA

Espècie de distribució mediterrània i atlàntica, que arriba fins al nord-oest de França. A les Balears se la pot trobar a totes les illes grans, inclosa Cabrera.

1.3 HÀBITAT

És una espècie característica de *Medicagini marinae-Ammophiletum australis*, vegetació dominada per geòfits i camèfits que ocupa les crestes de les dunes movents. A vegades se la pot trobar més cap a l'interior, sempre sobre sòls arenosos.



Foto 6.2. Detall de l'hàbit d'aquesta espècie.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

La floració d'aquesta espècie es produeix entre els mesos de febrer a maig. Té una reproducció fonamentalment per llavors. També pot tenir multiplicació vegetativa a partir dels tubercles.

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 TEMPERATURA ÒPTIMA DE GERMINACIÓ

La temperatura té efecte sobre la germinació d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=12,582$; $gl=3$; $p=0,005$).

Temperatura	% de germinació ± e.s.	T ₅₀ ± e.s.
5°C	84,3 ± 3,4 a	53,3 ± 2,0 a
18°C	100 ± 0 b	17,3 ± 1,4 b
20°C	100 ± 0 b	10,1 ± 0,4 c
23°C	97,9 ± 1,2 b	15,9 ± 2,8 bc

Taula 6.1. Efecte de la temperatura sobre la germinació i el T₅₀ (dies ± e.s.).
(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; p < 0,05)).

Com es pot observar, la germinació és molt elevada a qualsevol temperatura, si bé a 5°C la germinació mostra un descens significatiu (Taula 6.1). La temperatura òptima de germinació per a la realització de les proves de sals serà un interval entre 18 i 20°C, valors on s'obtenen els percentatges més alts de germinació. Aquest percentatge de germinació coincideix amb l'observat per Mejías (1992).

El T₅₀ també es veu afectat per la temperatura (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=11,801$; gl=3; p=0,008), essent el menor l'aconseguit a 20°C (Taula 6.1).

Per tot això, es considera que la temperatura òptima de germinació és la de 20°C per aquesta espècie.

Aquesta temperatura òptima de germinació indica que aquesta espècie pot tenir una bona germinació a tardor, després de les primeres pluges.

2.2 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació descendeix segons la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

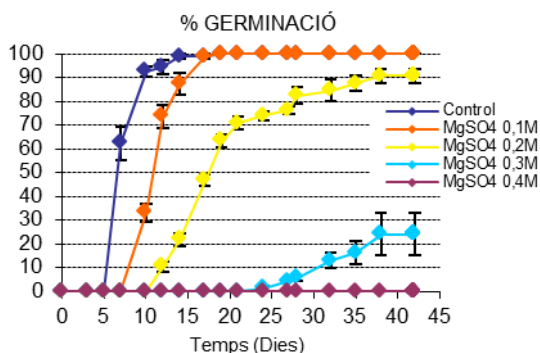


Figura 6.1. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

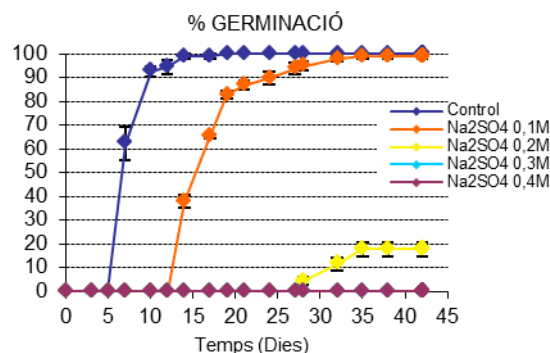


Figura 6.2. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

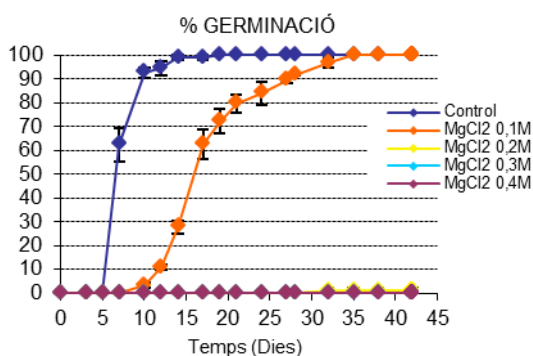


Figura 6.3. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

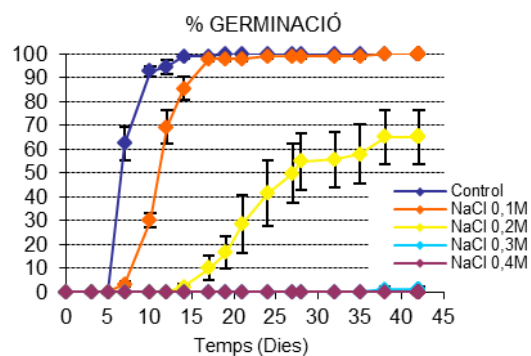


Figura 6.4. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $NaCl$.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=62,271$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals (Taula 6.2).

Concentració	$MgSO_4$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$NaCl$
0,0 M	100 ± 0 aA	100 ± 0 aA	100 ± 0 aA	100 ± 0 aA
0,1 M	100 ± 0 aA	100 ± 0 aB	98,9 ± 1,1 aA	100 ± 0 aA
0,2 M	90,7 ± 3,1 aB	1,0 ± 1,0 bC	17,6 ± 3,2 cB	65,2 ± 11,4 dB
0,3 M	23,9 ± 9,0 aC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	1,0 ± 1,0 bC
0,4 M	0 ± 0 aD	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC

Taula 6.2. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

Amb concentracions superiors a 0,2 M de $MgSO_4$ es produeix un descens del percentatge de germinació, aquest descens és molt més acusat a 0,3 M, arribant a no germinar amb 0,4 M, en canvi a la concentració de 0,1 M no hi ha diferències amb el control.

Amb $MgCl_2$ es produeix un important descens de la germinació a 0,2 M. Concentracions inferiors no donen diferències amb el control, mentre que a les concentracions superiors la inhibició de la germinació es total.

Amb Na_2SO_4 el comportament és similar que amb la sal anterior, encara que el descens de la germinació no és tan bruscat. Amb 0,2 M s'observa aquest descens, i a concentracions superiors ja hi ha una inhibició total de la germinació. En canvi a concentracions inferiors no hi ha diferències amb el control.

Amb $NaCl$ a concentracions superiors a 0,2 M hi ha un descens de la germinació, encara que aquest descens no és tan acusat com a les dues sals anteriors. A concentracions inferiors a 0,2 M no hi ha diferències amb el control. A 0,3 M pràcticament no hi ha germinacions i ja amb 0,4 M hi ha una completa inhibició de la germinació.

COMPORTAMENT DEL T_{50}

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T_{50} (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=35,619$; $gl=10$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut un menor T_{50} ha estat el control i fins les concentracions més mínimes afecten a la velocitat de germinació. (Taula 6.3).

Concentració	$MgSO_4$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$NaCl$
0,0 M	6,7 ± 0,2 aA	6,7 ± 0,2 aA	6,7 ± 0,2 aA	6,7 ± 0,2 aA
0,1 M	10,8 ± 0,2 aB	16,1 ± 0,5 bB	15,2 ± 0,2 bB	11,1 ± 0,3 aB
0,2 M	16,8 ± 0,3 aC	n.d.	30,8 ± 0,5 bC	22,8 ± 1,2 cC
0,3 M	30,0 ± 2,2 D	n.d.	n.d.	n.d.
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.3. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T_{50} (dies ± e.s.).
 (En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul o menor que 1,5% no s'ha determinat (n.d.).
 Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de $MgSO_4$ ja amb un 0,1 M hi ha un augment en el T_{50} , arribant al màxim amb 0,3 M.

Amb MgCl₂ aquest augment és significatiu a 0,1 M, i a les altres concentracions ja no s'ha pogut determinar.

Amb Na₂SO₄ l'augment del T₅₀ és molt més ràpid i té el seu màxim amb 0,2 M.

Amb NaCl la germinació es veu frenada d'una manera lleugerament menor que amb les dues sals anteriors.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=31,636$; $gl=11$; $p<0,000$). (Taula 6.4).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,1 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,2 M	75,0 ± 25,0 aA	98,0 ± 1,2 aA	100 ± 0 aA	100 ± 0 aA
0,3 M	50,2 ± 14,9 aB	100 ± 0 bA	100 ± 0 bA	99,0 ± 1,0 bA
0,4 M	97,0 ± 1,9 aA	100 ± 0 aA	100 ± 0 aA	100 ± 0 aA

Taula 6.4. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).

(En els casos on el percentatge de germinació ha estat 98,50% o superior no s'ha determinat la recuperació (n.d.). Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

La recuperació de la germinació ha estat molt elevada en tots els casos, si bé cal destacar el MgSO₄ a 0,3 M, on s'ha obtingut la menor recuperació.

Aquestes dades tan altes de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda al potencial osmòtic i no a efectes de toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=39,070$; $gl=16$; $p<0,001$). (Taula 6.5).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0 aA	100 ± 0 aA	100 ± 0 aA	100 ± 0 aA
0,1 M	100 ± 0 aA	100 ± 0 aA	98,9 ± 1,1 aA	100 ± 0 aA
0,2 M	97,0 ± 3,0 abA	98,0 ± 1,2 aA	100 ± 0 aA	100 ± 0 aA
0,3 M	58,3 ± 15,5 aB	100 ± 0 bA	100 ± 0 bA	99,0 ± 1,0 bA
0,4 M	97,0 ± 1,9 aA	100 ± 0 bA	100 ± 0 bA	100 ± 0 bA

Taula 6.5. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En l'únic cas on hi ha diferències significatives en el percentatge de germinació total és en el cas de MgSO₄ a 0,3 M, on es veu reduït, aquest fet es pot deure al lot de llavors que s'ha usat per a les proves o a algun problema no detectat durant la realització de la prova, els valors obtinguts tant a 0,2 M com a 0,4 M fan pensar que aquest valor no és real. En tots els altres casos el comportament és similar, la qual cosa indica que aquesta espècie no es veu afectada per la toxicitat iònica de les sals investigades.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

En quant a l'afectació de la germinació els resultats indiquen que a partir de -1 MPa de potencial osmòtic aquesta espècie ja no és capaç de germinar i per tant l'afectació és total (Fig. 6.5).

En canvi quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació total de la germinació és pràcticament 0 a tots els potencials osmòtics, la qual cosa confirma que aquesta espècie es veu afectada pel potencial osmòtic, però no per la toxicitat iònica de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.6).

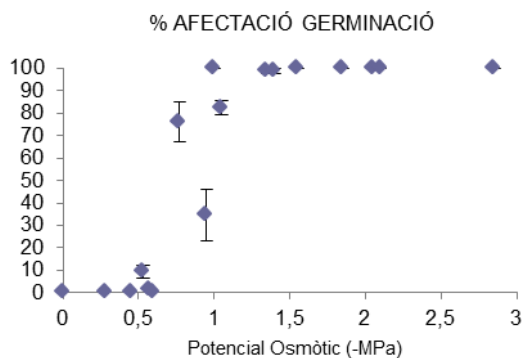


Figura 6.5. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

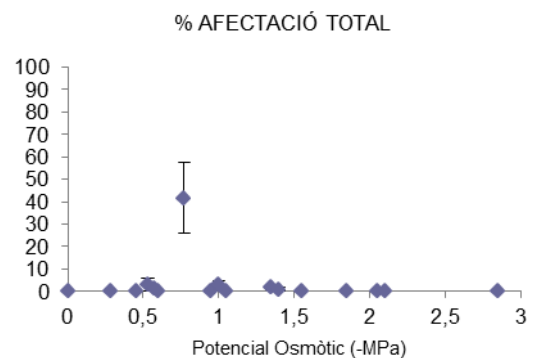


Figura 6.6. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie es pot apreciar com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, i en canvi, la recuperació en quasi totes les sals i concentracions és prou bona arribant a nivells comparables amb el control. Això pot donar avantatges ecològics, ja que permet una germinació ràpida després de la pluja, i el consegüent rentat de sals al sòl, i permet evitar condicions extremes de salinitat per les plàntules, a més de colonitzar sòls nus abans que ho facin altres espècies (Vicente *et al.*, 2009).

Segons la classificació de Boorman (1968) i Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 2: plantes de zones interdunars o zones baixes, que s'inunden de tant en tant. La germinació és fortament inhibida fins i tot a baixes salinitats. La recuperació de la germinació arriba a ser igual a la germinació amb aigua dolça, o una mica menor.

***Ammophila arenaria* (L.) Link subsp. *arundinacea* (Husn.) H. Lindb**

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta de 20-60 cm d'alçada, amb llargs rizomes. Fulles amb làmina de 30-50 cm, convoluta; lígula de 10-30 mm. Panícula densa, cilíndrica. Espiguetes de 10-12 mm, uniflores, comprimides, amb raquilla que es desarticula per damunt de les glumes; glumes de 10-12 mm, desiguals, carenades; lemma tan llarga com les glumes, linear-lanceolada, 3-5 nervada, amb pèls basals de 4-5 mm que cobreixen la meitat de la longitud del cos; pàlea tan llarga com la lemma. Anteres de 5-8 mm. Hemicriptòfit cespitós, reptant. $2n=(14) 28$ cromosomes (Blanca *et al.*, 2011).



Foto 6.3. Cariopsi d'*Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*.

1.2 COROLOGIA

Espècie de distribució mediterrània i fins a les costes cantàbriques de la Península Ibèrica, a les Balears se la pot trobar a Mallorca, Menorca, Eivissa i Formentera.

1.3 HÀBITAT

És una espècie característica de *Medicagini marinae-Ammophiletum australis*, vegetació dominada per geòfits i camèfits que ocupa les crestes de les dunes movents. L'espècie sempre es troba sobre dunes amb una important potència d'arena.



Foto 6.4. Hàbitat de l'espècie.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

La floració d'aquesta espècie es produeix entre els mesos de maig a juliol.

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix a mesura que augmenta la concentració de cada una de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

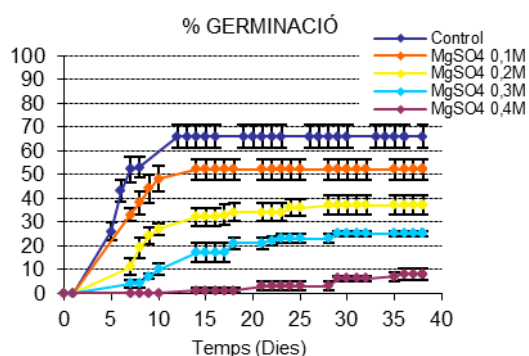


Figura 6.7. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

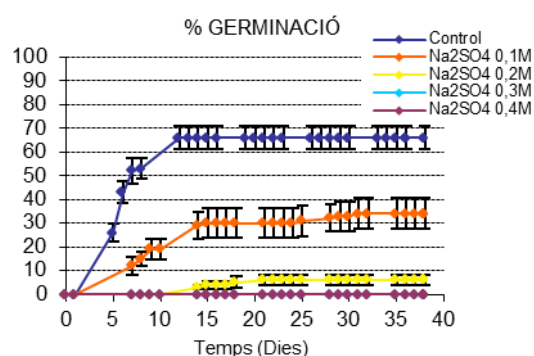


Figura 6.8. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

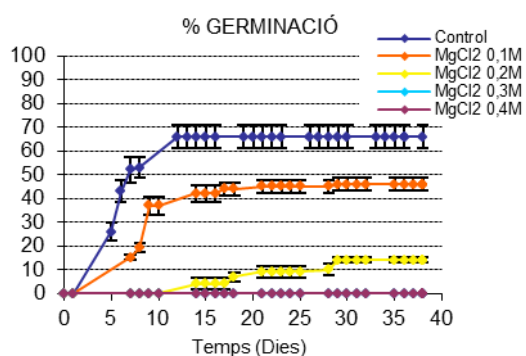


Figura 6.9. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

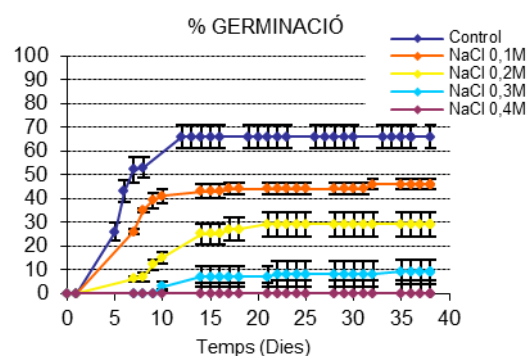


Figura 6.10. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $NaCl$.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=63,677$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una major germinació ha estat el control i a partir d'aquí la germinació s'inhibeix segons la concentració de cada una de les quatre sals (Taula 6.6).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	66,0 ± 5,0 aA	66,0 ± 5,0 aA	66,0 ± 5,0 aA	66,0 ± 5,0 aA
0,1 M	52,0 ± 4,3 abA	46,0 ± 2,6 aB	34,0 ± 6,6 aB	46,0 ± 2,0 aB
0,2 M	37,0 ± 4,1 aB	14,0 ± 1,2 bC	6,0 ± 2,0 cC	29,0 ± 5,3 aBC
0,3 M	25,0 ± 1,0 aC	0 ± 0 bD	0 ± 0 bD	9,0 ± 5,3 abCD
0,4 M	8,0 ± 2,3 aD	0 ± 0 bD	0 ± 0 bD	0 ± 0 bD

Taula 6.6. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

Amb concentracions superiors a 0,2 M de MgSO₄ es produeix un descens del percentatge de germinació, aquest descens és molt més acusat a 0,3 M, arribant a quasi no germinar amb 0,4 M, en canvi a la concentració de 0,1 M no hi ha diferències amb el control. Amb aquesta sal s'hi troben germinacions en totes les concentracions.

Amb MgCl₂ es produeix un descens significatiu de la germinació a 0,1 M, la inhibició de la germinació és total a partir de concentracions de 0,3 M.

Amb Na₂SO₄ el comportament és similar que amb la sal anterior. Amb 0,1 M s'observa aquest descens, i a concentracions superiors o iguals a 0,3 M ja hi ha una inhibició total de la germinació.

Amb NaCl a concentracions superiors a 0,1 M hi ha un descens de la germinació. A 0,3 M pràcticament no hi ha germinacions i ja amb 0,4 M hi ha una completa inhibició de la germinació.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=41,052$; $gl=11$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut un menor T₅₀ ha estat el control i fins les concentracions més mínimes afecten a la velocitat de germinació T₅₀. (Taula 6.7).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	5,5 ± 0,1 aA	5,5 ± 0,1 aA	5,5 ± 0,1 aA	5,5 ± 0,1 aA
0,1 M	5,8 ± 0,3 aA	8,2 ± 0,07 abB	8,3 ± 1,2 abB	6,4 ± 0,4 aAB
0,2 M	8,4 ± 0,4 aB	18,9 ± 3,4 bC	14,2 ± 1,8 cC	9,9 ± 1,1 acBC
0,3 M	12,5 ± 1,8 aC	n.d.	n.d.	11,1 ± 0,5 aC
0,4 M	26,3 ± 2,3 D	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.7. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).

En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul o menor que 1,5% no s'ha determinat (n.d.).

Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres

majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal

(Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; p < 0,05).

El comportament del T₅₀ és similar en totes les sals, de tal manera que és mínim a les proves control i augmenta a mesura que s'incrementa la concentració de sals fins arribar a la concentració màxima tolerada per l'espècie, moment en què la falta de germinació impedeix la determinació del T₅₀.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=32,321$ gl=16; p<0,009). (Taula 6.8).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA
0,1 M	3,7 ± 2,1 aA	5,8 ± 2,0 aAB	12,5 ± 3,1 aB	1,9 ± 1,9 aA
0,2 M	12,9 ± 3,9 aAB	16,2 ± 4,1 aB	8,5 ± 1,7 aB	11,7 ± 5,8 aAB
0,3 M	12,0 ± 5,0 aAB	13,0 ± 3,0 aB	8,0 ± 0,0 aB	7,2 ± 3,0 aAB
0,4 M	18,6 ± 3,4 aB	10,0 ± 1,2 bB	11,0 ± 1,0 bcB	11,0 ± 1,0 cB

Taula 6.8. Recuperació de la germinació (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres

majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal

(Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; p < 0,05)).

En el cas de MgSO₄ la recuperació va augmentant lleugerament així com augmenta la concentració de la sal, i s'hi troba el valor més alt de totes les sals a 0,4 M (Taula 6.8).

El NaCl es comporta de forma similar que el MgSO₄. En canvi la recuperació de la germinació amb MgCl₂ i Na₂SO₄ no presenta diferències

significatives entre les diverses concentracions, i en canvi sí que en presenten amb el control.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=59,648$; $gl=16$; $p<0,000$). (Taula 6.9).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	66,0 ± 5,0 aA	66,0 ± 5,0 aA	66,0 ± 5,0 aA	66,0 ± 5,0 aA
0,1 M	54,0 ± 3,5 aA	49,0 ± 3,4 aA	42,0 ± 6,8 aA	47,0 ± 2,5 aB
0,2 M	45,0 ± 5,0 aABC	28,0 ± 3,3 aB	14,0 ± 2,6 bBC	38,0 ± 3,5 aB
0,3 M	34,0 ± 3,8 aC	13,0 ± 3,0 bcC	8,0 ± 0,0 bB	16,0 ± 2,8 cC
0,4 M	25,0 ± 4,1 aC	10,0 ± 1,2 bC	11,0 ± 1,0 bC	11,0 ± 1,0 bC

Taula 6.9. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En tots els casos es pot veure com la germinació total va disminuint segons la concentració, la qual cosa pot indicar que la salinitat té toxicitat iònica sobre les llavors d'aquesta planta (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007). Destaquem el MgSO₄ que sembla tenir una mica menys de toxicitat que la resta de les sals, sobretot a la màxima concentració utilitzada.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix a partir de -1,5 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.11).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix, però molt lleugerament, la qual cosa confirma que aquesta espècie es veu afectada pel potencial osmòtic, però és més fortament afectada per la toxicitat iònica de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.12).

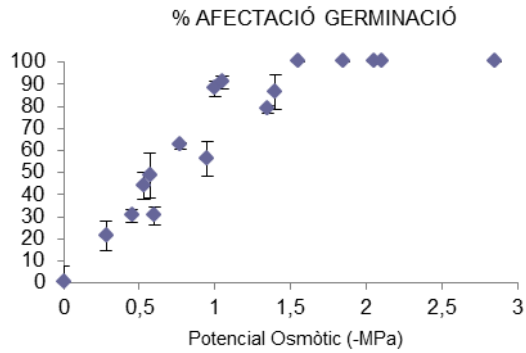


Figura 6.11. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

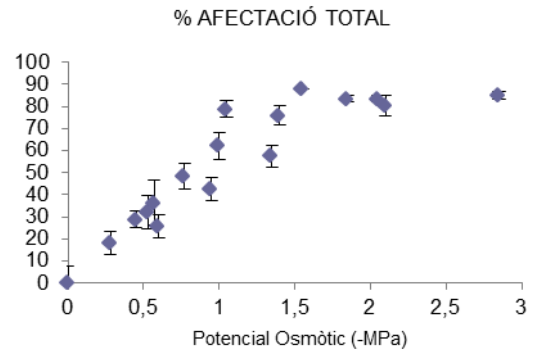


Figura 6.12. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie es pot apreciar com la germinació es veu reduïda segons augmenta la concentració de sals. El fet de tenir recuperacions baixes, indica que les llavors d'aquesta espècie no toleren un excés de salinitat edàfica en el moment de germinar, ni tampoc un excessiu contacte amb aigua salina. Les dades obtingudes concorden amb l'hàbitat d'aquesta espècie que rep l'esprai marí, però mai es queda inundat, i a més té sòl amb textura arenosa i a la mínima que ploqui aquestes sals marines són fàcilment rentades (Woodell, 1985). Altres estudis amb *Ammophila breviligulata* (Seneca, 1972) indiquen que aquesta espècie pot germinar tolerablement bé amb concentracions de fins a 1% de NaCl (0,17 M), resultats similars als exposats aquí per *A. arenaria* subsp. *arundinacea*.

Coincidim amb les dades de Woodell (1985) que inclou aquesta espècie dins les del tipus 1: si la germinació ocorre és inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells importants, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

***Cakile maritima* Scop.**

Bunias cakile L.

Cakile serapionis Gaertn.

1 INTRODUCCIÓ



Foto 6.5. Llavor de *Cakile maritima*.

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta amb tiges de 7-40 cm, ramificades des de la base, amb branques erectes-patents. Fulles de 1-8 x 0,2-5 cm, sinuades o lobulades, amb 3-10 lòbuls alterns, glaucescents, crasses; les superiors, generalment, de limbe menys dividit. Pedicels de 2-5 mm en fructificació, gruixuts, d'erectes-patents a patents-reflexes. Sèpals de 2,5-4,5 x (0,5)1-1,5(3,5) mm. Pètals de 4-10 x 1,5-4 mm, liles o blancs. Fruit en síliqua, de 7-25 x 2-6(9) mm; part inferior amb dues projeccions laterals a l'àpex, de fins a 3(4) mm, patents o reflexes, monosperm o avortat i reduït; part superior d'àpex agut, comprimit, base expandida en un regruix membranós, generalment monosperm. Llavors de 2,3-4,7 x 1-2,5 mm, brunes. Teròfit. $2n=18$ cromosomes (Ortiz, 1993).



Foto 6.6. Detall de l'espècie.



Foto 6.7. Hàbitat de l'espècie.

1.2 COROLOGIA

Aquesta espècie se la troba distribuïda per la Mediterrània, mar Negra i l'oceà Atlàntic, des de Marroc a Noruega i Finlàndia. Es troba naturalitzada a Amèrica i en las costes temperades d'Austràlia. A les Balears se la pot trobar a totes les illes majors, inclosa Cabrera.

1.3 HÀBITAT

És espècie característica de l'associació *Salsolo kali-Cakiletum aegyptiacae*. Originalment ocupa la primera franja de vegetació dunar, que viu sobre les restes de matèria orgànica dipositada per la mar. Malauradament, a l'actualitat, aquest tipus de vegetació es troba clarament en retrocés per mor de l'acció de l'home, que retira aquestes restes per fer un ús recreatiu de la platja. Així, en dunes d'ús turístic, és més fàcil trobar l'espècie en zones de rereduna o d'interior on s'acumulen les restes retirades.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Aquesta espècie floreix de cap a cap d'any. És una espècie autocompatible. Les llavors poden germinar en diverses estacions. Produeix dos tipus de diàspores, unes, a l'extrem del fruit (diàspora superior), que s'alliberen i germinen poc després i altres basals (diàspora inferior) que tarden en obrir-se, la qual cosa permet una germinació més seqüenciada i retardada (Barbour, 1970; Llorens *et al.*, 2007).

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

S'ha decidit estudiar l'efecte de la salinitat sobre el comportament de la germinació de cada un dels dos tipus de diàspores (superior i inferior).

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ.

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix a mesura que augmenta la concentració de cadascuna de les sals i a cadascuna de les dues diàspores, fins a arribar a la completa inhibició de la germinació així com s'arriba a la salinitat màxima tolerable per la germinació d'aquesta espècie.

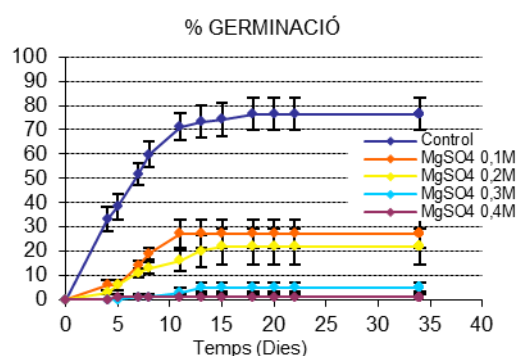


Figura 6.13. Germinació acumulada de la diàspora superior amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

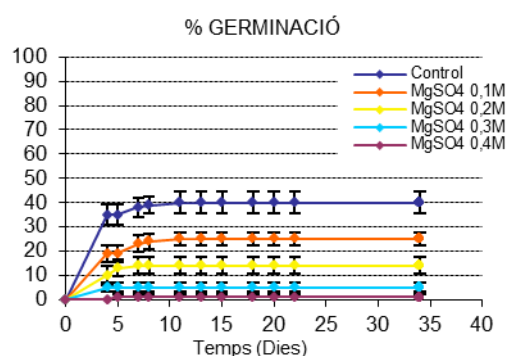


Figura 6.14. Germinació acumulada de la diàspora inferior amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

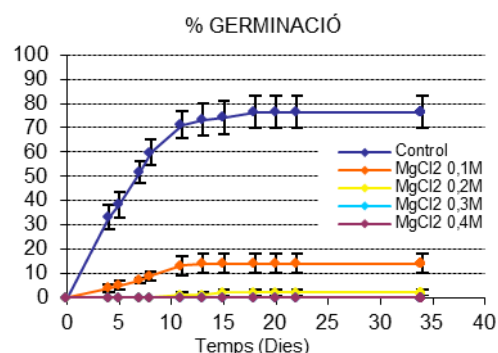


Figura 6.15. Germinació acumulada de la diàspora superior amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

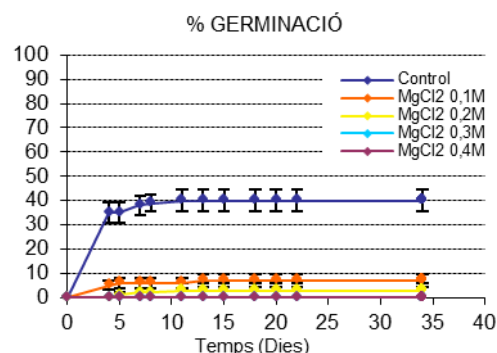


Figura 6.16. Germinació acumulada de la diàspora inferior amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

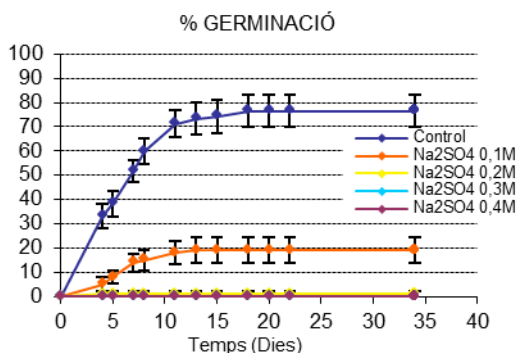


Figura 6.17. Germinació acumulada de la diàspora superior amb diferents concentracions de Na₂SO₄.

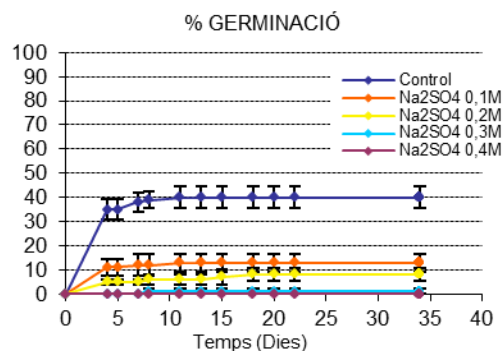


Figura 6.18. Germinació acumulada de la diàspora inferior amb diferents concentracions de Na₂SO₄.

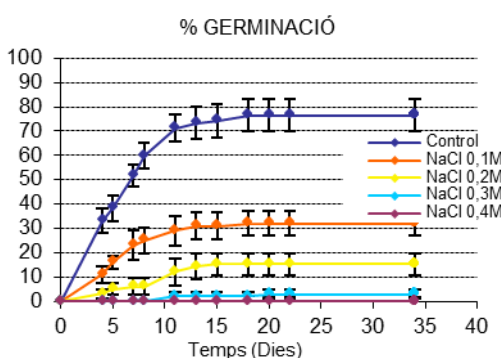


Figura 6.19. Germinació acumulada de la diàspora superior amb diferents concentracions de NaCl.

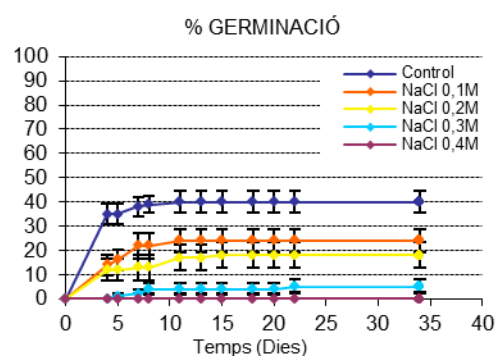


Figura 6.20. Germinació acumulada de la diàspora inferior amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Tant a la diàspora superior com a la inferior, les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=59,716$; $gl=16$; $p<0,000$, per la diàspora superior i $\chi^2=54,549$; $gl=16$; $p<0,000$, per la inferior). El tractament on s'ha obtingut una major germinació ha estat el control de la diàspora superior. (Taula 6.10).

Conc.	Diàsp.	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	S	76,4 ± 6,6 aA	76,4 ± 6,6 aA	76,4 ± 6,6 aA	76,4 ± 6,6 aA
	I	40,0 ± 4,3aA	40,0 ± 4,3 aA	40,0 ± 4,3 aA	40,0 ± 4,3 aA
0,1 M	S	27,1 ± 5,9 aB	14,1 ± 3,8 aB	19,0 ± 5,3 aB	32,0 ± 4,9 aB
	I	25,0 ± 2,5 aB	7,0 ± 2,5 bB	13,0 ± 3,8 abB	24,0 ± 4,9 aAB
0,2 M	S	22,0 ± 7,4 aB	2,1 ± 1,2 bC	1,0 ± 1,0 bC	15,6 ± 4,7 aB
	I	14,0 ± 3,5 aC	3,0 ± 6,0 aB	8,1 ± 2,8 aB	18,0 ± 5,3 aBC
0,3 M	S	5,0 ± 1,9 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	3,0 ± 1,9 aC
	I	5,0 ± 1,9 aCD	0 ± 0 aB	1,0 ± 1,0 aC	5,0 ± 3,0 aCD
0,4 M	S	1,0 ± 1,0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC
	I	1,0 ± 1,0 aD	0 ± 0 aB	0 ± 0 aC	0 ± 0 aD

Taula 6.10: Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal a un mateix tipus de diàspora (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

A la diàspora superior amb concentracions superiors a 0,1 M de MgSO₄ es produeix una disminució significativa del percentatge de germinació, aquest descens és molt més acusat a 0,3 M, arribant a quasi no germinar amb 0,4 M.

La germinació amb MgCl₂ i Na₂SO₄ mostra el mateix comportament per ambdues sals. S'observa un descens significatiu de la germinació tant a 0,1 M com a 0,2 M. A les concentracions superiors o iguals a 0,3 M la inhibició de la germinació és total.

Amb NaCl hi ha un comportament similar a la prova de MgSO₄. A concentracions superiors a 0,1 M i 0,2 M s'observa un descens significatiu de la germinació, si bé no tan acusat com a les dues sals anteriors. A 0,3 M la germinació és molt baixa. A 0,4 M, a diferència del que succeeix amb MgSO₄, la germinació es veu inhibida completament.

A la diàspora inferior, en primer lloc, cal destacar que la germinació a la prova control és significativament inferior a la produïda al control de la diàspora superior. A les proves amb sals, la resposta és molt semblant a la de la diàspora superior, amb petites diferències poc significatives, però en general amb percentatges més baixos per a la diàspora inferior que per la superior.

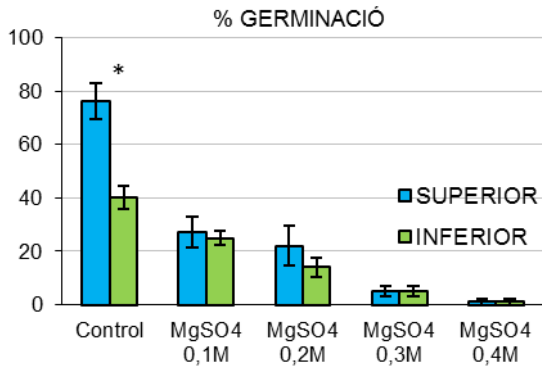


Figura 6.21. Germinació de les dues diàspores amb diferents concentracions de $MgSO_4$. (*diferències significatives del test t d'Student ($p < 0,05$))

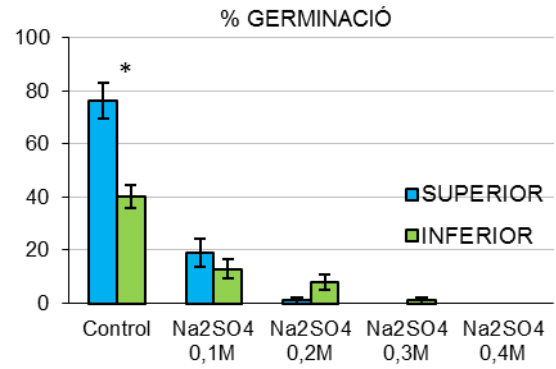


Figura 6.22. Germinació de les dues diàspores amb diferents concentracions de Na_2SO_4 . (*diferències significatives del test t d'Student ($p < 0,05$))

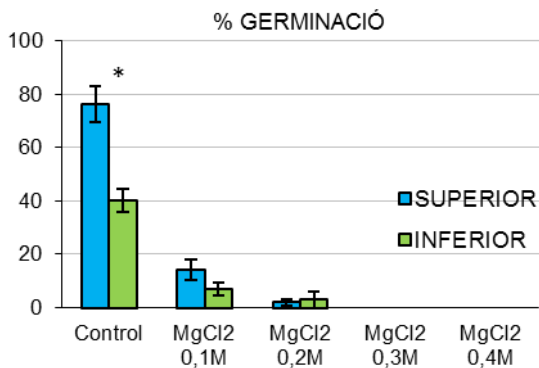


Figura 6.23. Germinació de les dues diàspores amb diferents concentracions de $MgCl_2$. (*diferències significatives del test t d'Student ($p < 0,05$))

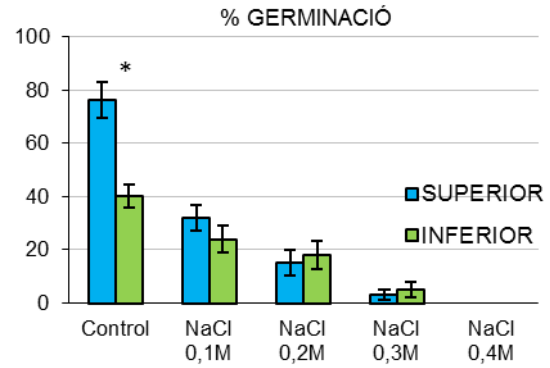


Figura 6.24. Germinació de les dues diàspores amb diferents concentracions de $NaCl$. (*diferències significatives del test t d'Student ($p < 0,05$))

Si es compara la germinació segons el tipus de diàspora, es pot veure que hi ha diferències significatives en el control, i la diàspora superior germina més que la inferior (Figures 6.13 a 6.20). En canvi en els diferents tractaments no hi ha diferències en el seu comportament.

COMPORTAMENT DEL T_{50}

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T_{50} de la diàspora superior (ANOVA, $F=3,918$; $gl=9$; $p < 0,003$). El tractament on s'ha obtingut un menor T_{50} ha estat el control, fins i tot les concentracions més mínimes afecten a la velocitat de germinació T_{50} .

En canvi a la diàspora inferior el T_{50} no es veu afectat significativament per les diverses sals i concentracions (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=17,186$; $gl=11$; $p=0,103$). (Taula 6.11).

Conce.	Diàsp.	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	S	4,8 ± 0,4 aA	4,8 ± 0,4 aA	4,8 ± 0,4 aA	4,8 ± 0,4 aA
	I	2,3 ± 0,1	2,3 ± 0,1	2,3 ± 0,1	2,3 ± 0,1
0,1 M	S	5,9 ± 1,1 aB	6,5 ± 0,9 aB	4,8 ± 0,8 bA	5,6 ± 0,6 aB
	I	2,8 ± 0,3	2,8 ± 0,7	2,6 ± 0,5	3,5 ± 0,9
0,2 M	S	6,1 ± 1,0 aB	11,8 ± 2,3 aB	n.d.	7,9 ± 1,4 aB
	I	3,3 ± 0,6	6,00	3,0 ± 0,6	3,3 ± 0,3
0,3 M	S	10,0 ± 1,5 aB	n.d.	n.d.	14,3 ± 4,8 bC
	I	2,0 ± 0,0	n.d.	n.d.	6,4 ± 1,0
0,4 M	S	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.11: Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
 (En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul o menor que 1,5% no s'ha determinat (n.d.).
 En les dades de la diàspora superior les lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (HSD deTukey; p < 0,05)).

En la diàspora superior tractada amb MgSO₄ i MgCl₂ ja amb 0,1 M mostra un augment significatiu en el T₅₀, arribant al màxim amb 0,3 M de MgSO₄.

Amb Na₂SO₄ a 0,1 M no hi ha diferències significatives amb el control i a més a concentracions més altes ja no s'ha pogut determinar.

Amb NaCl tenim un efecte comparable al de MgSO₄, encara que el T₅₀ a 0,3 M és una mica major.

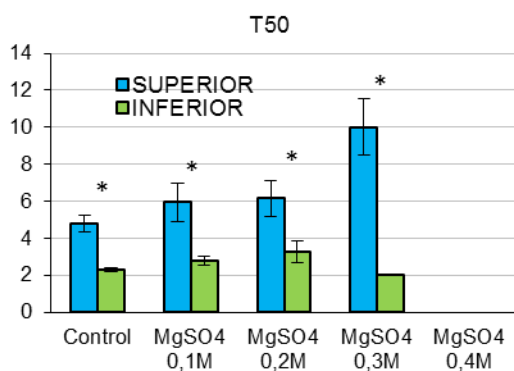


Figura 6.25. T₅₀ de les dues diàspores amb diferents concentracions de MgSO₄. (*diferències significatives del test t d'Student (p<0,05))

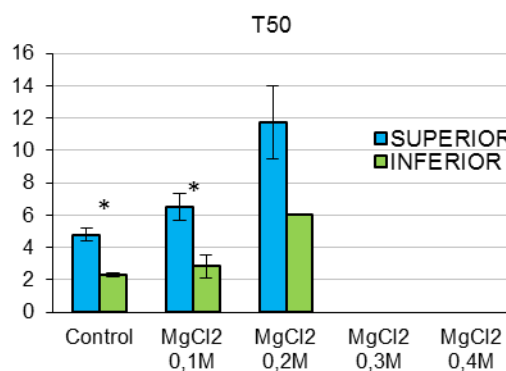


Figura 6.26. T₅₀ de les dues diàspores amb diferents concentracions de MgCl₂. (*diferències significatives del test t d'Student (p<0,05))

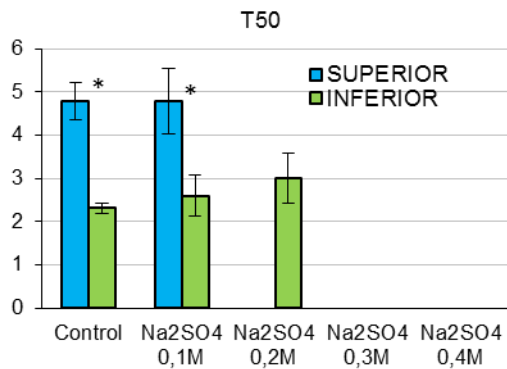


Figura 6.27. T₅₀ de les dues diàspores amb diferents concentracions de Na₂SO₄. (*diferències significatives del test t d'Student (p<0,05))

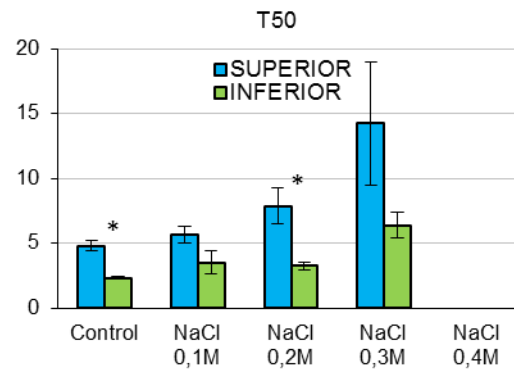


Figura 6.28. T₅₀ de les dues diàspores amb diferents concentracions de NaCl. (*diferències significatives del test t d'Student (p<0,05))

Si es compara el T₅₀ obtingut per cada una de les diàspores es pot observar algunes diferències significatives. En el cas del control s'obté un valor significativament major a la diàspora superior. Amb MgSO₄ en totes les concentracions la diàspora superior té un T₅₀ significativament major. Amb MgCl₂ també passa el mateix a 0,1 M, a 0,2 M no es troben diferències més que res perquè només s'ha pogut calcular una repetició de la diàspora inferior. Amb Na₂SO₄ també s'obtenen uns valors majors per la diàspora superior. I amb NaCl només hi ha diferències en el tractament amb 0,2 M.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Tant en el cas de la diàspora superior com de la inferior les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=37,019$; gl=16; p<0,002, per la superior i $\chi^2=36,700$; gl=16; p<0,002 per la inferior). (Taula 6.12).

Conc.	Diàsp.	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	S	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA
	I	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA
0,1 M	S	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	3,3 ± 1,9 aA
	I	1,5 ± 1,5 abB	9,8 ± 2,2 abAB	3,3 ± 1,1 aAB	6,9 ± 1,9 bB
0,2 M	S	0 ± 0 aA	6,3 ± 2,8 aA	3,0 ± 1,9 aA	4,7 ± 2,1 aA
	I	4,5 ± 1,7 aB	9,3 ± 2,5 aAB	19,7 ± 6,5 aC	5,7 ± 2,7 aAB
0,3 M	S	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	2,1 ± 1,2 aA	6,3 ± 2,8 aA
	I	4,4 ± 1,8 aB	12,0 ± 2,1 aAB	11,1 ± 4,4 aBC	8,3 ± 1,5 aB
0,4 M	S	5,1 ± 2,0 aA	3,1 ± 3,1 aA	3,0 ± 1,9 aA	19,0 ± 4,4 bB
	I	7,1 ± 1,0 aAB	4,0 ± 2,8 aB	19,0 ± 4,4 bC	13,0 ± 3,4 abB

Taula 6.12: Recuperació de la germinació (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal per cada un dels tipus de diàspora (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de la diàspora superior la recuperació de la germinació ha estat molt baixa en tots els casos. L'únic tractament significativament diferent als altres ha estat el cas de NaCl a 0,4 M, on s'obté la xifra més alta.

En el cas de la inferior, en el tractament de MgSO₄ la recuperació ha estat molt baixa en totes les concentracions, encara que hi ha diferències significatives amb el control.

Amb MgCl₂ hi ha una recuperació de la germinació una mica més elevada que la sal anterior, encara que les dades es mouen en valors força baixos. Cal destacar que amb 0,4 M s'ha obtingut el valor més baix de recuperació de la germinació per aquesta sal.

En el cas de Na₂SO₄ cal destacar que amb 0,4 M s'ha obtingut el valor més alt de percentatge de recuperació.

Finalment, amb NaCl es pot veure que no hi ha diferències significatives entre els diferents tractaments, encara que sí són diferents al control.

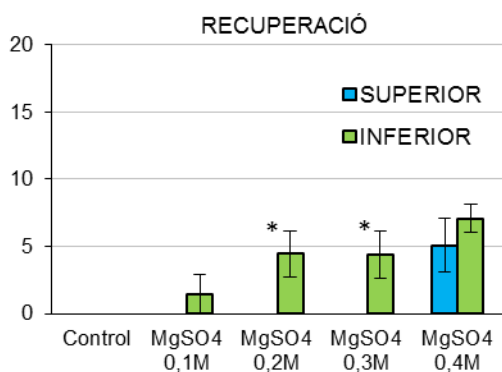


Figura 6.29. Recuperació de les dues diàspores amb diferents concentracions de $MgSO_4$. (*diferències significatives del test t d'Student ($p < 0,05$))

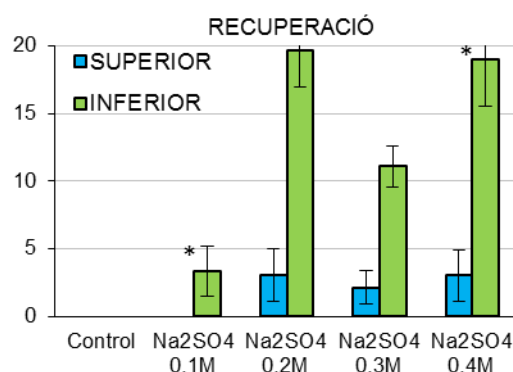


Figura 6.30. Recuperació de les dues diàspores amb diferents concentracions de Na_2SO_4 . (*diferències significatives del test t d'Student ($p < 0,05$))

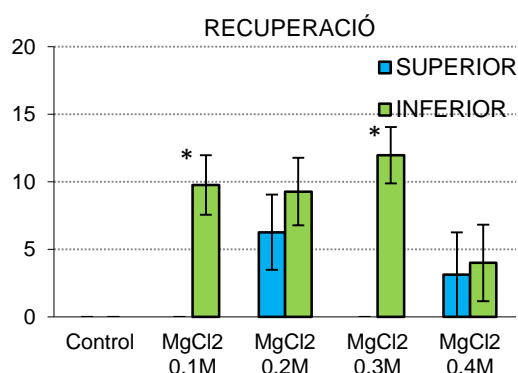


Figura 6.31. Recuperació de les dues diàspores amb diferents concentracions de $MgCl_2$. (*diferències significatives del test t d'Student ($p < 0,05$))

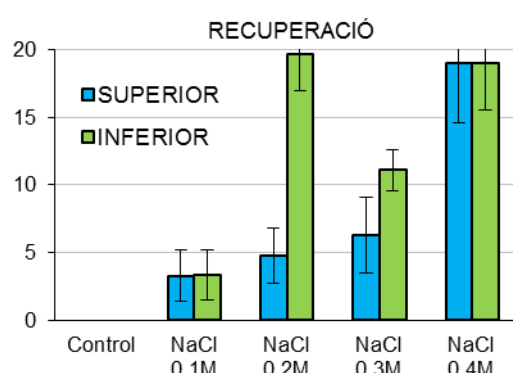


Figura 6.32. Recuperació de les dues diàspores amb diferents concentracions de $NaCl$. (*diferències significatives del test t d'Student ($p < 0,05$))

Si es comparen els resultats de recuperació de les dues diàspores es pot observar que hi ha diferències significatives entre alguns dels tractaments. En el cas de $MgSO_4$ es veu que a les concentracions menors la diàspora inferior té recuperació, en canvi la superior no en té. Amb $MgCl_2$ passa el mateix amb 0,1 i 0,2 M. Amb Na_2SO_4 es veuen diferències significatives a 0,1 i 0,4 M, i sempre la recuperació de la diàspora inferior és major. En canvi, amb $NaCl$ no hi ha diferències significatives entre els dos tipus de diàspora.

Aquestes dades tan baixes de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda, sobretot a efectes de toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007), de fet la majoria de les llavors es van podrir durant els experiments amb sals.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=51,720$; $gl=16$; $p<0,000$, per la diàspora superior i $\chi^2=42,631$; $gl=16$; $p<0,000$, per la inferior) (Taula 6.13).

Conc.	Diàsp.	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	S	76,4 ± 6,6 aA	76,4 ± 6,6 aA	76,4 ± 6,6 aA	76,4 ± 6,6 aA
	I	40,0 ± 4,3 aA	40,0 ± 4,3 aA	40,0 ± 4,3 aA	40,0 ± 4,3 aA
0,1 M	S	27,1 ± 5,9 aB	14,1 ± 3,8 aB	19,0 ± 5,3 aB	34,0 ± 5,8 aB
	I	26,0 ± 3,5 aB	16,0 ± 3,7 aAB	16,0 ± 3,7 aAB	29,0 ± 5,7 aAB
0,2 M	S	22,0 ± 7,4 aB	8,2 ± 3,0 abB	4,0 ± 1,6 bC	19,4 ± 4,2 aBC
	I	18,0 ± 2,0 aB	12,0 ± 3,7 aBC	26,4 ± 5,2 aBC	23,0 ± 3,4 aB
0,3 M	S	5,0 ± 1,9 abC	0 ± 0 aC	2,1 ± 1,2 abC	9,0 ± 3,8 bC
	I	9,1 ± 3,0 aB	12,0 ± 2,1 aCD	12,0 ± 4,3 aCD	13,0 ± 1,9 aB
0,4 M	S	6,0 ± 2,6 aC	3,1 ± 3,1 abBC	3,0 ± 1,9 aC	19,0 ± 4,4 bBC
	I	8,0 ± 1,6 aB	4,0 ± 2,8 bD	19,0 ± 4,4 bD	13,0 ± 3,4 abB

Taula 6.13: Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal per cada un dels tipus de diàspora (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

A la diàspora superior en tots els casos la germinació total disminueix a mesura que s'incrementa la concentració de sal, encara que entre els tractaments de 0,3 M i 0,4 M no es troben diferències significatives en cap sal. Cal destacar el cas de NaCl a 0,4 M on així i tot hi ha una germinació total prou alta.

I a la inferior també en tots els tractaments hi ha una baixada de la germinació total, així i tot hi ha germinació a totes les concentracions i a totes les sals. Cal destacar els valors de NaCl que són prou alts. Aquesta inhibició podria ser deguda a la toxicitat de les sals, així com hem dit a l'apartat anterior.

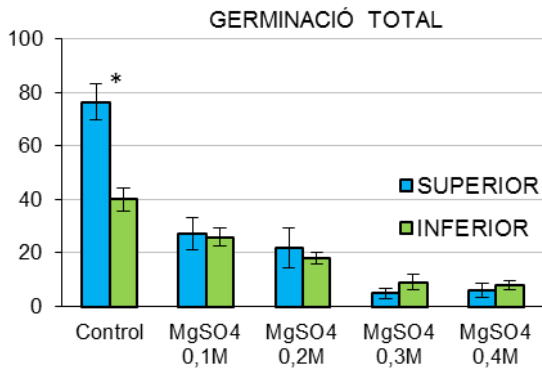


Figura 6.33. Germinació total de les dues diàspores amb diferents concentracions de MgSO₄. (*diferències significatives del test t d'Student (p<0,05))

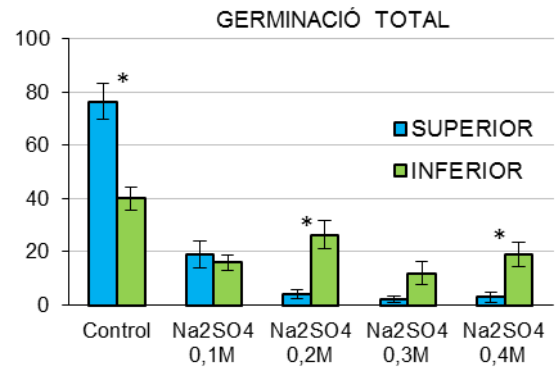


Figura 6.34. Germinació total de les dues diàspores amb diferents concentracions de Na₂SO₄. (*diferències significatives del test t d'Student (p<0,05))

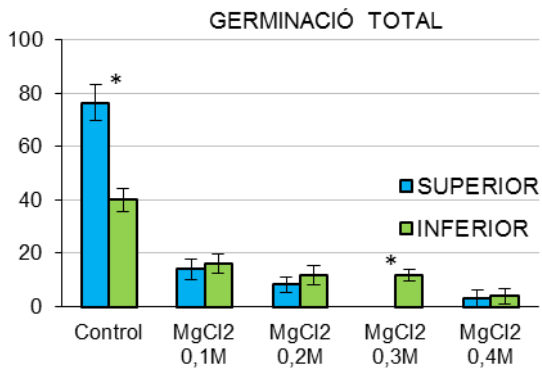


Figura 6.35. Germinació total de les dues diàspores amb diferents concentracions de MgCl₂. (*diferències significatives del test t d'Student (p<0,05))

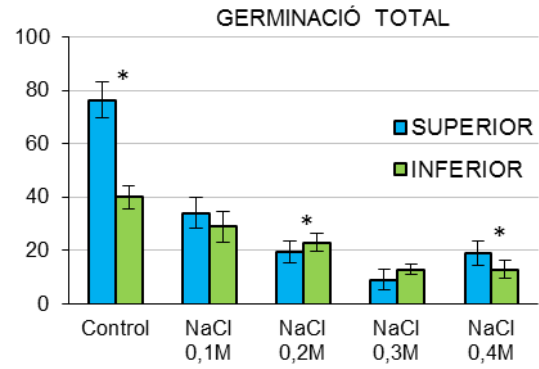


Figura 6.36. Germinació total de les dues diàspores amb diferents concentracions de NaCl. (*diferències significatives del test t d'Student (p<0,05))

Si es comparen els resultats de germinació total de les dues diàspores es pot observar que hi ha diferències significatives entre alguns dels tractaments, sobretot en els controls on es veu que la diàspora superior té major germinació total. En el cas de MgSO₄ es veu que no hi ha diferències entre el comportament de les dues diàspores. Amb MgCl₂ tenim diferències a 0,3 M ja que a la diàspora superior no hi ha hagut recuperació. Amb Na₂SO₄ es veuen diferències significatives a 0,2 i 0,4 M, on la diàspora inferior ha tingut una major germinació total. Amb NaCl hi ha diferències amb 0,2 M on la inferior té una germinació total lleugerament superior, i amb 0,4 M on passa el contrari.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

En quant a l'afectació de la germinació els resultats indiquen que a partir de -1,3 MPa de potencial osmòtic la diàspora superior d'aquesta espècie ja no és capaç de germinar i per tant l'afectació és total (Fig. 6.37). En canvi en la diàspora inferior aquest potencial arriba a -1,4 MPa (Fig. 6.38).

En el cas de la diàspora superior l'afectació total de la germinació arriba a ser pràcticament 100 % a partir de -1,3 MPa (Fig. 6.39). En canvi a la diàspora inferior les dades indiquen que, encara que l'afectació és alta, no arriba a ser total (Fig. 6.40).

Es pot dir que la diàspora superior d'aquesta espècie es veu afectada majoritàriament per toxicitat iònica, mentre que la diàspora inferior mostra més variabilitat de tal manera que un percentatge de llavors es veuen afectades per toxicitat i un altre per osmosi. Això permet una certa recuperació de la germinació.

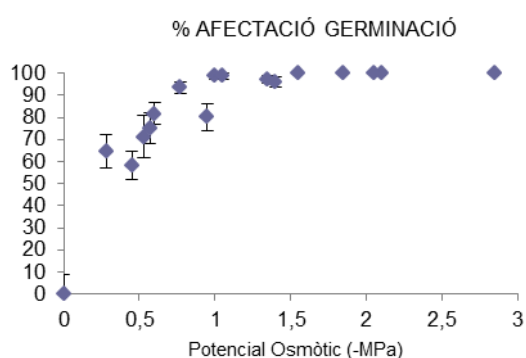


Figura 6.37. Afectació de la germinació de la diàspora superior.

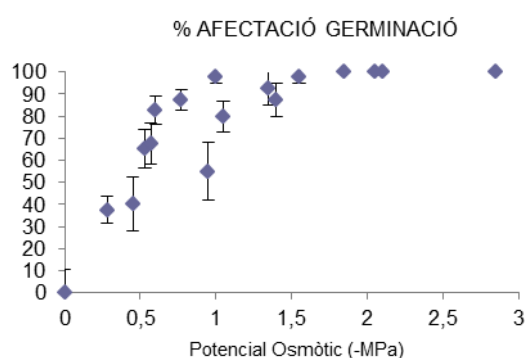


Figura 6.38. Afectació de la germinació de la diàspora inferior.

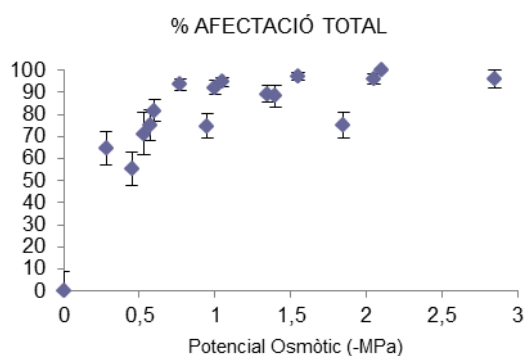


Figura 6.39. Afectació de la germinació total de la diàspora superior.

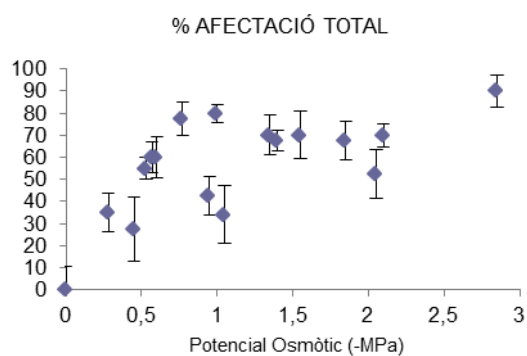


Figura 6.40. Afectació de la germinació total de la diàspora inferior.

Debez *et al.* (2004) indiquen el *Cakile maritima* com una espècie clarament halòfila i capaç de germinar relativament bé fins a 0,2 M de NaCl, les dades no corroboren aquesta dada ja que a aquesta concentració la germinació es veu molt reduïda i les llavors es recuperen del tractament però en uns percentatges baixos i mai comparables amb el control. Tot això pot ser degut a diferències poblacionals en el comportament germinatiu (Barbour, 1970; Ghars *et al.*, 2009).

La bibliografia existent parla clarament de què els dos tipus de diàspora no germinen de la mateixa forma, en canvi quan es posen a germinar les llavors desproveïdes del fruit sí que s'aconsegueixen valors similars (Barbour, 1970). Els teixits esponjosos dels fruits d'aquesta espècie estan carregats de sals, sobretot la diàspora superior, la qual cosa pot ser una explicació a aquesta diferent germinació (Hicks, 1982). També les diàspores superiors es dispersen abans, sobretot pel vent, i, a més, poden surar dins aigua de mar molt més temps (Cordazzo, 2006; Davy *et al.*, 2006), la qual cosa les permet ser traslladades pels temporals de tardor i ocupar nous espais juntament amb restes orgàniques que li permetran un major creixement (Del Vecchio *et al.*, 2013). En canvi les inferiors no suren tant de temps i no tenen tanta dispersió i les llavors solen germinar devora la planta mare (Cordazzo, 2006; Davy *et al.*, 2006) dins la diàspora (Barbour, 1970; Hicks, 1982).

Els experiments van ser duts a terme amb llavors desproveïdes de restes de fruit. La neteja d'ambdós tipus de llavors no s'ha fet de la mateixa manera. Així, les superiors s'han fet a mà, mentre que per a les inferiors s'ha usat maquinària. És possible que el trencament mecànic hagi pogut provocar la ruptura involuntària d'algunes llavors i hagin afectat a alguns embrions, de tal manera que el descens en els percentatges de germinació de les inferiors respecte a les superiors, no siguin deguts només a l'efecte del tipus de diàspora, si no també a una pitjor qualitat de les llavors inferiors.

Però aquesta diferència obtinguda en els controls dels experiments es veu alleujada amb els tractaments amb sal i s'obtenen resultats similars en la majoria de sals i concentracions.

En aquesta espècie la germinació es veu reduïda segons augmenta la concentració de sals, i la recuperació no arriba a valors comparables als controls.

Aquesta capacitat d'aguantar la salinitat els dóna avantatges ecològics i permet a aquesta espècie mantenir la població i poder prospectar nous hàbitats on establir-se.

Coincidim amb les dades de Woodell (1985) que posa aquesta espècie dins les del tipus 1: si la germinació ocorre és inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells importants, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

***Calystegia soldanella* (L.) R. Br.**

Convolvulus soldanella L.

1 INTRODUCCIÓ



Foto 6.8. Llavor de *Calystegia soldanella*.

infundibuliforme de 35-50 mm, rosada. Estams de 20-30 mm amb anteres de 4-6 mm. Fruit en càpsula ovoide, acuminada, glabra. Geòfit rizomatós. $2n = 22$ cromosomes (Silvestre, 2012).

1.2 COROLOGIA

Subcosmopolita. A les Balears se la pot trobar a les quatre illes majors.

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta glabra de rizoma prim, amb tiges decumbents i estoloníferes de 10-60 cm, no volubles, anguloses i rogenques. Fulles amb pecíol de fins a 70 mm i limbe de 20-30 x 25-40 mm, reniforme, enter, obtús o emarginat. Pedicels de 25-50 mm, solitaris, axil·lars, tetràgons, uniflors, tan llargs o més que les fulles. Bractèoles de 15 x 14 mm, tan llargues o més que els sèpals. Sèpals d'1,5 mm, amplament ovats, obtusos, mucronats. Corol·la



Foto 6.9. Hàbitat de l'espècie.

1.3 HÀBITAT

Es tracta d'una espècie característica del litoral dunar. Es desenvolupa habitualment en el *Medicagini marinae-Ammophiletum australis*, essent una espècie característica d'*Euphorbio-Ammophiletea*. Es pot trobar de forma decumbent o bé lianoide sobre *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*.

Sembla preferir els sistemes dunars humits; així, en quasi totes les platges de Balears es pot associar la seva presència a les desembocadures de torrents, o bé a les dunes amb zones humides interiors desenvolupades.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Aquesta espècie té una pol·linització entomòfila. La floració es produeix entre els mesos de maig a juny i la dispersió de les llavors es duu a terme durant el mes d'agost. Aquesta dispersió és a distàncies curtes ja que té lloc per barocòria. Té una eficaç reproducció vegetativa que permet la permanència de l'espècie en indrets amb pocs individus ja que és una planta auto-incompatible (Gil, 1994; Ushimaru *et al.*, 1999). Les llavors tenen una testa gruixuda que impedeix la imbibició de la llavor i per tant impedeix la seva germinació (Ko, J. *et al.*, 2004).

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix a mesura que augmenta la concentració de cada una de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

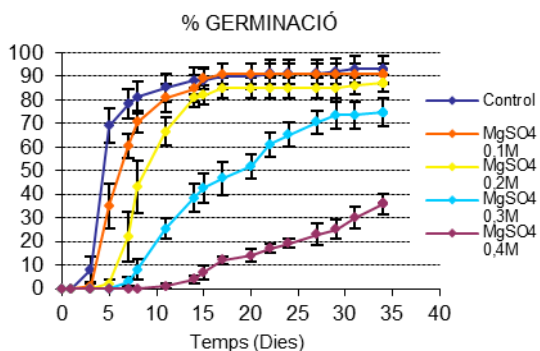


Figura 6.41. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

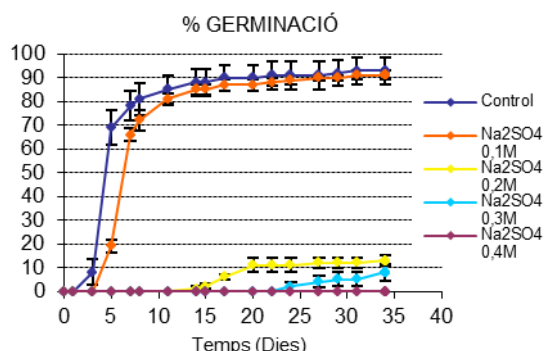


Figura 6.42. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

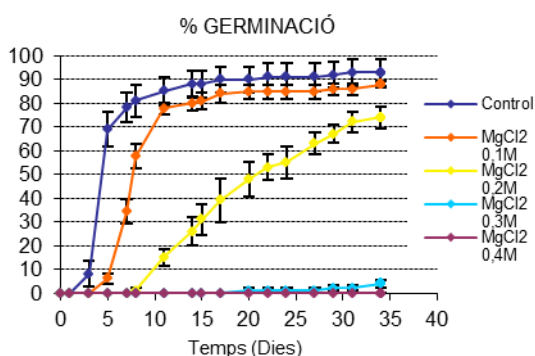


Figura 6.43. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

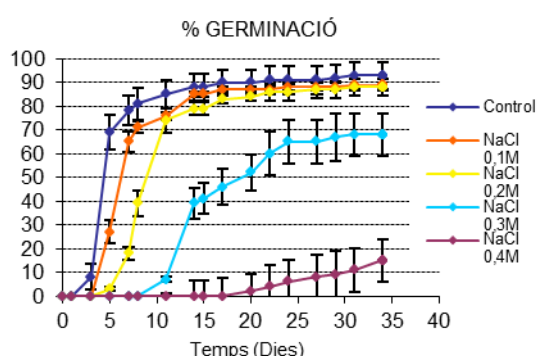


Figura 6.44. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $NaCl$.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=59,017$; $gl=16$; $p<0,000$). Els tractaments on s'ha obtingut una major germinació ha estat el control i els de menys concentració, a partir d'aquí la germinació disminueix a mesura que s'incrementa la concentració de sals, arribant en algun cas a la completa inhibició (Taula 6.14).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	93,0 ± 5,7 aA	93,0 ± 5,7 aAB	93,0 ± 5,7 aA	93,0 ± 5,7 aA
0,1 M	90,8 ± 4,2 aA	87,9 ± 1,6 aA	91,0 ± 1,9 aA	89,0 ± 2,5 aA
0,2 M	86,9 ± 3,8 aA	74,0 ± 4,8 aB	13,0 ± 1,9 bB	88,0 ± 3,7 aA
0,3 M	74,6 ± 5,9 aA	4,0 ± 1,6 bC	8,0 ± 3,7 bB	68,0 ± 9,1 aA
0,4 M	36,0 ± 4,3 aB	0 ± 0 bC	0 ± 0 bB	15,0 ± 3,8 cB

Taula 6.14. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

La germinació amb MgSO₄ no mostra diferències significatives en els percentatges de germinació entre el control i les diferents concentracions fins a 0,3 M. Sí hi ha significació a 0,4 M, on el percentatge disminueix molt significativament. Tot i això, el percentatge de germinació a la concentració més alta és el més elevat de les quatre sals.

Amb MgCl₂ s'observa un descens significatiu de la germinació a 0,3 M, i la inhibició de la germinació és total a partir de concentracions de 0,4 M.

Na₂SO₄ mostra un efecte d'inhibició sobre el percentatge de germinació més elevat que la resta de sals. Així, a 0,2 M ja s'observa un descens molt significatiu del percentatge, si bé la inhibició total es produeix a 0,4 M.

El comportament de la germinació amb NaCl és molt semblant al tractament amb MgSO₄, encara que amb un percentatge de germinació significativament menor a 0,4 M.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, $F=60,149$; $gl=14$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut un menor T₅₀ ha estat el control, fins i tot les concentracions més mínimes afecten a la velocitat de germinació T₅₀. (Taula 6.15).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	4,8 ± 0,6 a	4,8 ± 0,6 a	4,8 ± 0,6 a	4,8 ± 0,6 a
0,1 M	5,6 ± 0,4 ba	7,4 ± 0,2 cb	6,1 ± 0,1 cba	5,9 ± 0,3 cba
0,2 M	8,2 ± 0,8 cb	17,3 ± 1,6 ed	17,4 ± 0,4 fed	8,4 ± 0,3 c
0,3 M	14,2 ± 2,1 d	26,8 ± 3,7 gf	27,7 ± 2,6 g	14,0 ± 0,9 d
0,4 M	22,8 ± 1,8 gfe	n.d.	n.d.	26,4 ± 2,2 g

Taula 6.15. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul o menor que 1,5% no s'ha determinat (n.d.).
Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

El comportament del T₅₀ és similar en totes les sals, de tal manera que és mínim a les proves control i augmenta a mesura que s'incrementa la concentració de sals fins arribar a la concentració màxima tolerada per l'espècie, moment en què la falta de germinació impedeix la determinació del T₅₀ amb MgCl₂ i Na₂SO₄.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=36,171$ gl=13; $p<0,000$). (Taula 6.16).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,1 M	n.d.	11,1 ± 9,6 aA	n.d.	0 ± 0 aA
0,2 M	12,5 ± 12,5 aA	37,5 ± 17,5 aAB	94,4 ± 2,7 bA	0 ± 0 aA
0,3 M	46,0 ± 15,4 aA	60,3 ± 9,8 aB	75,4 ± 5,9 aA	72,5 ± 6,7 aB
0,4 M	81,7 ± 5,6 aB	59,0 ± 12,3 aAB	72,0 ± 7,3 aA	69,0 ± 6,3 aB

Taula 6.16. Recuperació de la germinació (% ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat 90% o superior no s'ha determinat la recuperació (n.d.). Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; p < 0,05)).

En el cas de MgSO₄ la recuperació va augmentant lleugerament així com augmenta la concentració de la sal (Taula 6.17). El NaCl es comporta de forma similar que el MgSO₄. En canvi la recuperació de la germinació amb MgCl₂ i Na₂SO₄ no presenta diferències significatives entre les diverses concentracions on s'ha calculat la recuperació, així i tot s'aconsegueix una recuperació major a 0,2 M que no a més altes concentracions.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=31,521$; $gl=16$; $p=0,012$). (Taula 6.17).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	93,0 ± 5,7 aA	93,0 ± 5,7 aAB	93,0 ± 5,7 aAB	93,0 ± 5,7 aA
0,1 M	90,8 ± 4,2 aA	88,9 ± 1,9 aA	91,0 ± 1,9 aAB	89,0 ± 2,5 aA
0,2 M	87,9 ± 4,3 aA	84,0 ± 4,3 aAB	95,0 ± 2,5 aA	88,0 ± 3,7 aA
0,3 M	86,6 ± 3,7 aA	62,0 ± 9,3 aAB	77,0 ± 6,0 aAB	92,0 ± 2,3 aA
0,4 M	89,0 ± 3,0 aA	59,0 ± 12,3 aB	72,0 ± 7,3 aB	73,0 ± 6,6 aA

Taula 6.17. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En tots els casos es pot veure com no hi ha diferències significatives en la germinació total dels tractaments i el control, la qual cosa pot indicar que la salinitat no té toxicitat iònica sobre les llavors d'aquesta planta, i el que fa que no germinin és la disminució del potencial osmòtic (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix amb a partir d'un potencial osmòtic de -2,1 MPa (Fig. 6.45).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix i s'observen els valors més alts en els potencials osmòtics més baixos, la qual cosa confirma que aquesta espècie es veu afectada pel potencial osmòtic, i pràcticament no es veu afectada per la toxicitat iònica de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.46).

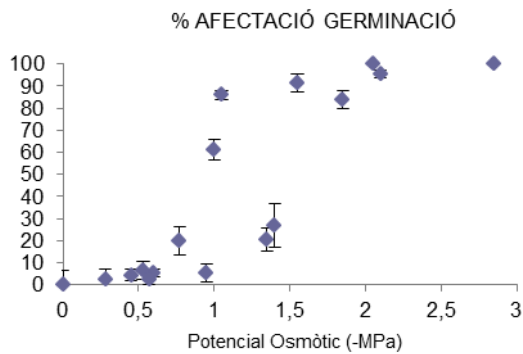


Figura 6.45. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

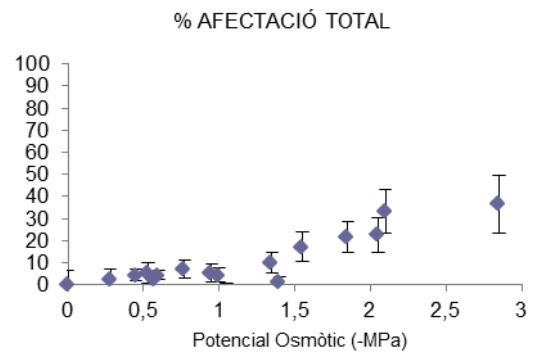


Figura 6.46. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie s'aprecia com la germinació, en general, es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, encara que a altes concentracions s'obtenen germinacions considerables, i la recuperació en quasi totes les sals i concentracions és prou bona arribant a nivells comparables amb el control. Així i tot tant $MgCl_2$ com Na_2SO_4 tenen un important efecte inhibitori sobre la germinació, major que les altres dues sals. Aquest comportament germinatiu pot donar avantatges ecològics, ja que permet una germinació ràpida després de la pluja, i el conseqüent rentat de sals al sòl, i permet evitar condicions extremes de salinitat per les plàntules, a més de colonitzar sòls nus abans que ho facin altres espècies (Vicente *et al.*, 2009). La *Calystegia soldanella* viu a primera línia dunar -foredune- (Hwang, *et al.*, 2016) i amb nivells freàtics relativament alts, per tant aquest comportament germinatiu ve relacionat amb l'hàbitat on es desenvolupa aquesta espècie.

Woodell (1985) classifica les espècies de tipus 2 com: plantes de zones interdunars o zones baixes, que s'inunden de tant en tant, La germinació és fortament inhibida fins i tot a baixes salinitats. La recuperació de la germinació arriba a ser igual a la germinació amb aigua dolça, o una mica menor; i les de tipus 3 com: espècies que tenen una germinació variable amb sals. Algunes espècies germinen amb concentracions de sal iguals o una mica majors a l'aigua de mar, quan són passades a aigua destil·lada exhibeixen el fenomen d'estimulació salina i presenten germinacions importants.

En el cas d'aquesta espècie, presenta característiques dels dos tipus i no acaba d'enquadrar dins cap dels dos. Per ser del tipus 2 no presenta forta inhibició de la germinació amb sals, sobre tot amb $NaCl$ i $MgSO_4$, i per ser del tipus 3, no presenta l'efecte d'estimulació salina ja que la recuperació és important, però no arriba a nivells comparables amb el control. Per tot això es podria incloure a un tipus intermig del tipus 2 i 3.

***Carduncellus balearicus* (J.J. Rodr.) G. López**

Acosta balearica (J.J. Rodr.) Holub

Carthamus balearicus (J.J. Rodr.) Greuter

Centaurea balearica J.J. Rodr.

Centaurea spinosa sensu J.J. Rodr.

Femeniasia balearica (J.J. Rodr.) Susanna

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ



Foto 6.10. Cípsela de *Carduncellus balearicus*.

Petit arbust espinós, de fins a 150 cm, amb forma de coixinet, fet que és una clara adaptació al seu hàbitat: els roquissars litorals ventosos. Disposa de dos tipus de fulles: en primavera són petites, no dividides i linears; en estiu són pinnatisectes, el segment terminal té 3 espines apicals. Inflorescència en capítols solitaris. Involucre d'aproximadament 4 mm de diàmetre, ovoide, amb bràctees espinoses a l'àpex, fimbriades-dentades. L'espines-cència augmenta des de les bràctees més internes fins les més externes. Flors totes tubuloses, grogues. Pappus 1/3-1/2 més llarg que la cípsela. $2n=18$

cromosomes (Cardona i Contandriopoulos, 1983; Contandriopoulos i Cardona, 1984) $2n=24$ cromosomes (Susanna & Vilatersana, 1996; Vilatersana *et al.* 2007).

L'espècie va ser recol·lectada al Pou d'en Caldés, per primera vegada per Rodríguez-Femenías l'any 1868, qui la va determinar com a *Centaurea spinosa*. Un any després la va descriure com una nova espècie: *Centaurea balearica*. Susanna l'any 1987 la segrega del gènere *Centaurea* i descriu un nou gènere monoespecífic, *Femeniasia*.

Seguidament a l'any 1996 el mateix autor, Susanna, posa en dubte el nou gènere *Femeniasia*, sobretot per mor de què es van realitzar nous estudis cariològics i moleculars del grup *Carthamus-Carduncellus*.



Foto 6.11. Detall d'aquesta espècie.

Greuter l'any 2003 fa una revisió del grup *Cardueae* i l'inclou dins el gènere *Carthamus* amb el nom *C. balearicus*.

Finalment, López l'any 2012 va fer una nova revisió del grup *Carthamus-Carduncellus* on es va incloure aquest tàxon amb el nom *Carduncellus balearicus*.

1.2 COROLOGIA

És una espècie endèmica de la costa nord de Menorca. La cita donada per Willkomm a les muntanyes de la Victòria (Alcúdia – Mallorca), on mai s'ha trobat, sembla tractar-se d'un error, sobretot recolzat per la falta d'exemplar d'herbari (Bonafé, 1977).

Recentment s'ha trobat una població prop de l'embassament de Cúber a Mallorca. En principi hi ha certes dubtes sobre la naturalitat d'aquesta població per mor que difereix clarament de l'hàbitat característic de l'espècie. Actualment s'estan duent a terme proves genètiques per confirmar o descartar la seva naturalitat.

És un esquízoendemisme paleogen, vicariant de *Centaurea horrida* Balaró, endemisme sard (Cardona i Contandriopoulos, 1983; Contandriopoulos i Cardona, 1984).

1.3 HÀBITAT

Aquesta espècie és característica del litoral rocós de la costa nord de Menorca, on se la localitza en una franja de vegetació propera al *Launaeetum cervicornis*, dins l'associació *Santolino magonicae-Anthyllidetum hystricis*, de la qual és espècie característica.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Floreix entre finals de maig i finals de juliol. És una espècie autoincompatible (s'ha descartat l'autogàmia i l'apomixi); la pol·linització és realitzada per una gran varietat d'insectes, entre els que destaquen coleòpters, lepidòpters, dípters i hemípters (Gil, 1994; Conesa *et al.*, 2003). Els fruits (entre 1 i 16 per capítol, mitjana de 10) maduren a finals de l'estiu i començaments de la tardor (Gil, 1994; Sáez & Rosselló, 2001; Conesa *et al.*, 2003; Montmollin & Strahm, 2007). Reproducció per llavors, la dispersió de les quals es realitza de forma seqüencial mitjançant un sistema de contracció-dilatació del capítol per canvis de temperatura, de tal manera que l'alliberament de les llavors té lloc majoritàriament a les hores centrals del dia, coincidint amb els pics de màxima calor. Conesa *et al.* (2003) van fer una sèrie d'experiments sobre la germinació d'aquest tàxon, havent constatat, entre altres coses, que no germinen si es troben a més d'un centímetre de fondària.

1.5 PROTECCIÓ

Figura a l'annex I (1997) del Conveni relatiu a la conservació de la vida silvestre i del medi natural a Europa (Conveni de Berna); com espècie prioritària a l'annex II de la Directiva 92/43/CEE del Consejo relativa a la conservació dels hàbitats naturals i de la fauna i flora silvestres (Directiva Hàbitats) i està catalogada com a Vulnerable al Catàleg Espanyol d'Espècies Amenaçades (Real Decreto 139/2011).

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix a mesura que s'incrementa la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

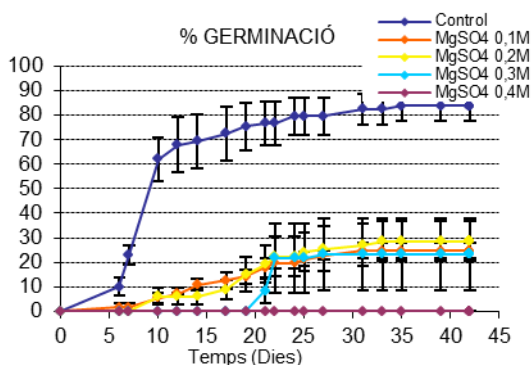


Figura 6.47. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

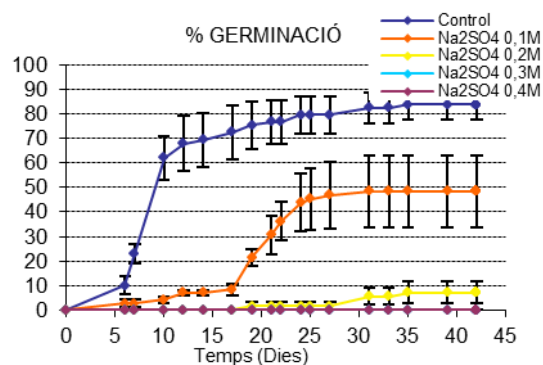


Figura 6.48. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

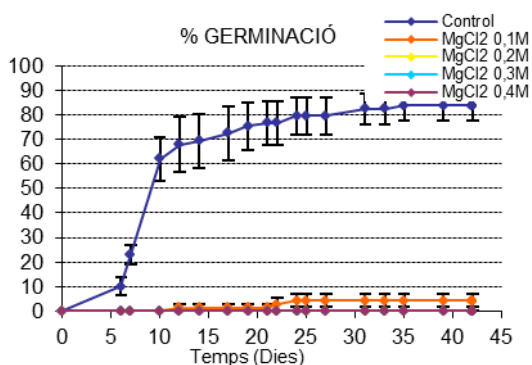


Figura 6.49. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

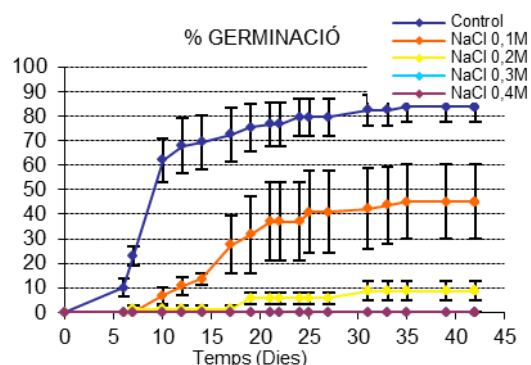


Figura 6.50. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $NaCl$.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=55,794$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control (Taula 6.18).

Concentració	$MgSO_4$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$NaCl$
0,0 M	83,8 ± 6,1 aA	83,8 ± 6,1 aA	83,8 ± 6,1 aA	83,8 ± 6,1 aA
0,1 M	24,6 ± 3,1aB	4,3 ± 2,7 bB	48,3 ± 14,7 aA	45,1 ± 15,3 aA
0,2 M	28,7 ± 8,3 aB	0 ± 0 bB	7,2 ± 4,5 abB	8,7 ± 3,8 abB
0,3 M	23,3 ± 14,5 aBC	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB
0,4 M	0 ± 0 aC	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB

Taula 6.18. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.). (Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

Amb MgSO_4 es produeix un descens molt significatiu del percentatge de germinació ja amb 0,1 M. A 0,2 M i 0,3 M el percentatge de germinació és molt similar al de 0,1 M. A 0,4 M no hi ha germinació.

Amb MgCl_2 es produeix una inhibició de la germinació a 0,1 M on pràcticament no s'observen germinacions. A partir de 0,2 M la inhibició de la germinació és completa.

Amb Na_2SO_4 i NaCl el comportament és similar: a 0,1 M el percentatge disminueix, però la diferència no és significativa respecte del control. A 0,2 M hi ha germinació, si bé el percentatge és força baix i a partir de 0,3 M la inhibició és total.

COMPORTAMENT DEL T_{50}

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T_{50} (ANOVA, $F=4,799$; $gl=8$; $p=0,002$). El tractament on s'ha obtingut un menor T_{50} ha estat el control i fins les concentracions més mínimes afecten a la velocitat de germinació. (Taula 6.19).

Concentració	MgSO_4	MgCl_2	Na_2SO_4	NaCl
0,0 M	8,5 ± 0,3 a	8,5 ± 0,3 a	8,5 ± 0,3 a	8,5 ± 0,3 a
0,1 M	16,9 ± 2,3 abc	17,1 ± 5,5 abc	17,7 ± 2,0 abc	15,0 ± 2,0 ba
0,2 M	17,3 ± 2,5 abc	n.d.	29,0 ± 0,0 c	21,3 ± 3,3 cb
0,3 M	21,3 ± 0,0 cb	n.d.	n.d.	n.d.
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.19. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T_{50} (dies ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; $p < 0,05$)).

En totes les proves amb sals, el T_{50} és significativament més elevat que el de la prova control. Així mateix, en tots els casos s'observa un increment del T_{50} a mesura que augmenta la concentració de sals.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions no afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=16,963$; $gl=16$; $p=0,392$). (Taula 6.20).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	30,0 ± 14,0	30,0 ± 14,0	30,0 ± 14,0	30,0 ± 14,0
0,1 M	58,5 ± 12,5	60,9 ± 13,0	43,8 ± 20,8	39,0 ± 13,8
0,2 M	50,0 ± 10,2	64,0 ± 10,3	59,0 ± 5,2	66,6 ± 3,7
0,3 M	42,6 ± 17,1	60,7 ± 7,4	67,9 ± 8,1	61,4 ± 3,1
0,4 M	64,8 ± 3,2	81,3 ± 4,6	68,3 ± 13,0	64,6 ± 2,9

Taula 6.20. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).

La recuperació de la germinació ha estat superior al 50% en pràcticament tots els casos.

Aquestes dades altes de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda en gran mesura al potencial osmòtic i no tant a efectes de toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions no afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (ANOVA, F=1,288; gl=16; p=0,241) (Taula 6.21).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	84,1 ± 3,4	84,1 ± 3,4	84,1 ± 3,4	84,1 ± 3,4
0,1 M	90,0 ± 1,0	86,4 ± 2,6	79,3 ± 2,6	81,9 ± 5,8
0,2 M	87,3 ± 4,9	88,1 ± 3,7	86,3 ± 3,6	78,0 ± 2,3
0,3 M	75,5 ± 4,1	86,3 ± 4,1	83,0 ± 2,0	74,3 ± 4,8
0,4 M	80,1 ± 2,4	84,8 ± 2,7	88,4 ± 2,5	82,5 ± 2,8

Taula 6.21. Germinació total (% ± e.s.).

Els resultats de l'ANOVA indiquen que no hi ha relació entre els diferents tipus de sals i concentracions amb la germinació total, i s'obtenen en tots els tractaments resultats iguals al control, la qual cosa indica que aquesta espècie no es veu afectada per la toxicitat iònica de les sals investigades.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.51).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix força en tots els potencials osmòtics, la qual cosa confirma que aquesta espècie es veu afectada pel potencial osmòtic, i en canvi, no li afecta la toxicitat iònica de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.52).

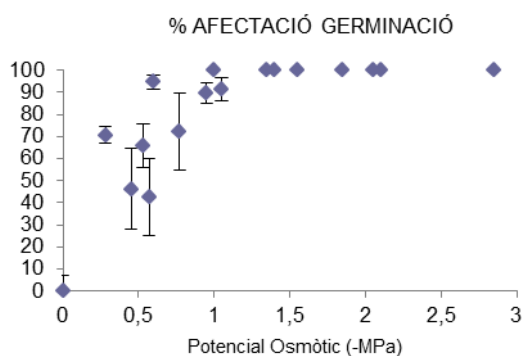


Figura 6.51. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

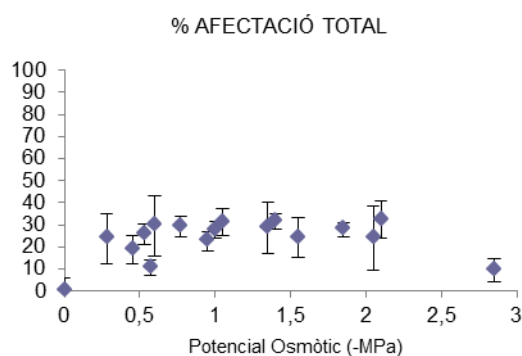


Figura 6.52. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie s'aprecia com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, la velocitat de la germinació també baixa, i en canvi, la recuperació en quasi totes les sals i concentracions és bona arribant a nivells comparables amb el control. Aquestes dades són similars a la bibliografia consultada per espècies de la mateixa família que viuen en ambients salins, com per exemple *Aster laurentianus* (Houle *et al.*, 2001) o *Scorzonera hispanica* (Silva *et al.*, 2015).

Això pot donar avantatges ecològics, ja que permet una germinació ràpida després de la pluja, i el conseqüent rentat de sals al sòl, i permet evitar condicions extremes de salinitat per les plàntules, a més de colonitzar sòls nus abans que ho facin altres espècies (Vicente *et al.*, 2009).

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 2: La germinació és fortament inhibida fins i tot a baixes salinitats. La recuperació de la germinació arriba a ser igual a la germinació amb aigua dolça.

***Crithmum maritimum* L.**

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ



Foto 6.12. Mericarp de *Crithmum maritimum*.

Planta vivaç, glauca, llenyosa a la base, aromàtica, de 15-50 cm, de rizoma ramificat i gruixut. Tiges de 20-50 cm, dretes o ascendents, flexibles, estriades i subcarnoses. Fulles carnosos bi o tripinnatisectes, de segments linears-lanceolats, atenuats a la base, aguts i enters. Bractèoles nombroses, de triangulars-lanceolades a linears-lanceolades, reflexes. Inflorescència en umbel·la composta. Flors albo-verdoses, en umbel·les de 8-36 nusos curts, estriats. Limbe del calze nul. Pètals arrodonits, enters, doblegats cap a dins, amb lacínia transovada. Estils dretes, més curts que l'estilopodi. Estigma sèssil. Fruit en mericarpi de forma ovoide, de 4,2-5,8 (-7) x 2-2,9 (-3,3) mm, groguenc o vermellós, esponjós, de secció transversal quasi orbicular. Costelles del mericarpí prominents, agudes, quasi alades, les laterals un poc més amples i marginals. Camèfit. $2n=20$ cromosomes (Knees, 2003).

1.2 COROLOGIA

Aquesta espècie se la troba distribuïda per les costes europees i nord-africanes de l'Atlàntic, incloses la costa macaronèsica, les mediterrànies i les del Mar Negre. A Balears és present a les cinc illes majors, així com a la majoria d'illots amb algun tipus de vegetació.

1.3 HÀBITAT

És una espècie característica dels roquissars marítims, dominant la primera banda de vegetació fanerogàmica corresponent al *Crithmo-Limonion*. Localment, la influència de la marinada pot determinar microhàbitats halòfils en zones elevades dels penya-segats (Cap de Formentor) o allunyades de la mar (Cala Bóquer) susceptibles de ser colonitzades per aquesta espècie. Així mateix, pot trobar-se també en els sistemes dunars preferentment en àrees pedregoses (macars i codolars).

A Mallorca, i a altres parts del Mediterrani (Atia *et al.*, 2006) l'espècie és apreciada gastronòmicament, la qual cosa influeix sobre la mida de les plantes i de les poblacions, així, les plantes més grosses es veuen relegades a zones de difícil accés. També per aquest motiu, és possible trobar algunes poblacions subespontànies a zones allunyades de la mar, com ocorre a Randa (Gil, 2004) o a sa Pobla (Gil & Cardona, dades inèdites).



Foto 6.13. Hàbitat de l'espècie.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

L'espècie presenta majoritàriament pol·linització entomòfila i, secundàriament, anemòfila. La floració es produeix entre els mesos de juliol a setembre. Les llavors disposen d'una testa esponjosa, aerènquima, que permet que siguin dispersades pel vent i els proporciona flotabilitat al mar (Gil, 1994).

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie figura en el Catàleg Balear d'Espècies Amençades com a d'especial protecció amb autorització obligatòria per a recol·lecció amb finalitats comercials (Decret 75/2005).

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació descendeix segons la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

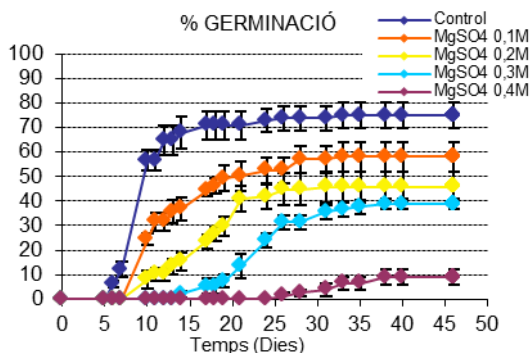


Figura 6.53. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

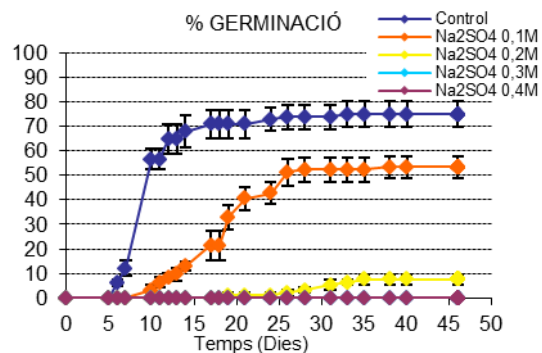


Figura 6.54. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

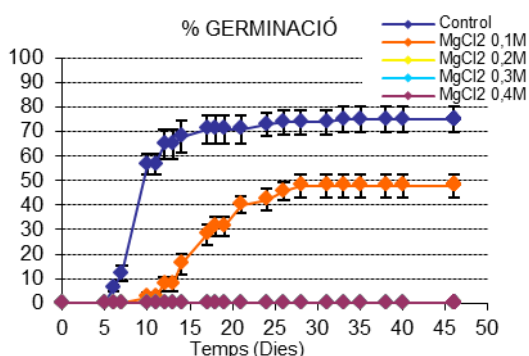


Figura 6.55. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

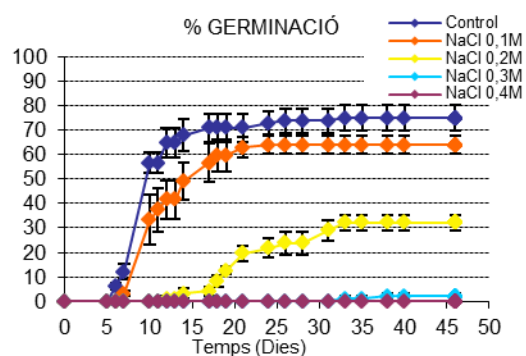


Figura 6.56. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $NaCl$.

COMPORAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=63,258$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals (Taula 6.22).

Concentració	$MgSO_4$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$NaCl$
0,0 M	$74,8 \pm 5,2$ aA	$74,8 \pm 5,2$ aA	$74,8 \pm 5,2$ aA	$74,8 \pm 5,2$ aA
0,1 M	$58,0 \pm 6,2$ aAB	$48,0 \pm 4,7$ aB	$53,4 \pm 4,4$ aA	$64,0 \pm 3,8$ aA
0,2 M	$45,9 \pm 6,3$ aB	0 ± 0 bC	$7,5 \pm 2,2$ cB	$32,2 \pm 3,1$ cB
0,3 M	$38,9 \pm 1,9$ aB	0 ± 0 bC	0 ± 0 cC	$2,0 \pm 1,2$ bcC
0,4 M	$9,0 \pm 3,3$ aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC

Taula 6.22. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% \pm e.s.). (Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

Amb $MgSO_4$ es produeix un descens progressiu del percentatge de germinació, i aquest descens és molt més acusat a 0,4 M, en canvi a la concentració de 0,1 M no s'observen diferències amb el control.

Amb $MgCl_2$ es produeix un descens de la germinació ja a 0,1 M i amb concentracions superiors ja es produeix una inhibició total de la germinació.

Amb Na_2SO_4 a 0,2 M es produeix un important descens de la germinació, mentre que a concentracions inferiors no es troben diferències significatives amb el control i a concentracions superiors ja es produeix la inhibició total de la germinació.

Amb $NaCl$ no és fins a 0,2 M on hi ha una significativament menor germinació, i en concentracions superiors pràcticament ja no hi ha germinacions.

COMPORTAMENT DEL T_{50}

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T_{50} (ANOVA, $F=60,510$; $gl=10$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut un menor T_{50} ha estat el control i fins les concentracions més mínimes afecten a la velocitat de germinació. (Taula 6.23).

Concentració	$MgSO_4$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$NaCl$
0,0 M	8,7 ± 0,3 a	8,7 ± 0,3 a	8,7 ± 0,3 a	8,7 ± 0,3 a
0,1 M	11,0 ± 0,5 a	16,0 ± 0,6 b	18,0 ± 0,8 bc	10,8 ± 1,1 a
0,2 M	17,0 ± 0,8 bc	n.d.	26,9 ± 2,8 d	19,5 ± 0,5 bc
0,3 M	22,3 ± 0,8 cd	n.d.	n.d.	34,3 ± 2,3 e
0,4 M	28,8 ± 1,9 d	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.23. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T_{50} (dies ± e.s.). (En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; $p < 0,05$)).

En el cas de $MgSO_4$ hi ha un augment en el T_{50} , que es fa significatiu a 0,2 M, arribant al màxim amb 0,4 M.

Amb $MgCl_2$ aquest augment ja és significatiu a 0,1 M, i a les altres concentracions no s'ha pogut determinar.

Amb Na_2SO_4 l'augment del T_{50} és molt més ràpid i té el seu màxim amb 0,2 M.

Amb $NaCl$ la germinació es veu frenada a 0,2 M, arribant al màxim que hem pogut determinar a 0,3M.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=56,877$; $gl=16$; $p<0,000$) (Taula 6.24).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA
0,1 M	0 ± 0 aA	11,6 ± 3,6 bB	4,6 ± 2,8 abA	6,9 ± 4,2 abAB
0,2 M	18,6 ± 2,0 aA	43,2 ± 6,6 bCD	34,9 ± 5,3 abA	23,0 ± 3,5 abB
0,3 M	27,6 ± 0,5 aB	43,8 ± 5,1 bC	45,2 ± 3,5 bB	32,2 ± 6,3 abBC
0,4 M	48,5 ± 8,2 abB	33,4 ± 1,5 bD	54,7 ± 2,1 aC	38,3 ± 1,2 bC

Taula 6.24. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

La recuperació de la germinació ha estat elevada en els casos on la concentració de sals ha estat més alta, i s'obté un gradient on hi ha una relació directament proporcional entre la concentració de sals i el percentatge de recuperació de la germinació, si bé els percentatges més alts de recuperació només superen lleugerament el 50%.

Aquestes dades tan altes de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda, sobre tot, als factors de potencial osmòtic i més lleugerament als efectes de toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (ANOVA, $F=5,544$; $gl=16$; $p<0,000$) (Taula 6.25).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	74,8 ± 5,2 a	74,8 ± 5,2 a	74,8 ± 5,2 a	74,8 ± 5,2 a
0,1 M	58,0 ± 6,2 abc	53,6 ± 5,6 abcd	55,5 ± 4,5 abcd	66,2 ± 4,6 ab
0,2 M	56,1 ± 4,6 abcd	43,2 ± 6,6 bcd	39,6 ± 5,9 cd	47,7 ± 3,5 bcd
0,3 M	55,7 ± 1,7 abcd	43,8 ± 5,1 bcd	45,2 ± 3,5 bcd	33,8 ± 5,6 cd
0,4 M	53,2 ± 7,5 abcd	32,3 ± 1,8 d	54,7 ± 2,1 abcd	38,3 ± 1,2 cd

Taula 6.25. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; $p < 0,05$)).

En el cas de $MgSO_4$ no hi ha diferències significatives amb cap dels tractaments i el control.

Amb $MgCl_2$ i $NaCl$ la germinació total va disminuint quan augmenta la concentració. Arriba a la mínima de tots els tractaments a 0,4 M de $MgCl_2$ que coincideix amb la bibliografia consultada, on explica que aquest efecte del $MgCl_2$ pot ser degut a l'efecte de pèrdua de nutrients, la qual cosa fa que la llavor es mori (Atia *et al.*, 2011).

Amb Na_2SO_4 es troba que la mínima germinació total és a 0,2 M i amb concentracions més altes o més baixes s'obtenen uns valors majors de germinació total, fins i tot les dades obtingudes per 0,4 M no presenten diferències significatives amb el control.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1,4 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.57).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix força en tots els potencials osmòtics, especialment als majors de -1,4 MPa, la qual cosa confirma que aquesta espècie es veu afectada pel potencial osmòtic, i li afecta poc la toxicitat iònica de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.58).

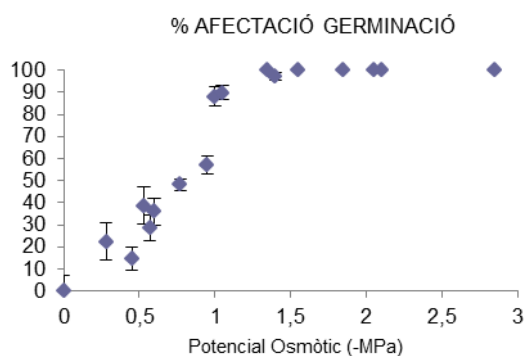


Figura 6.57. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

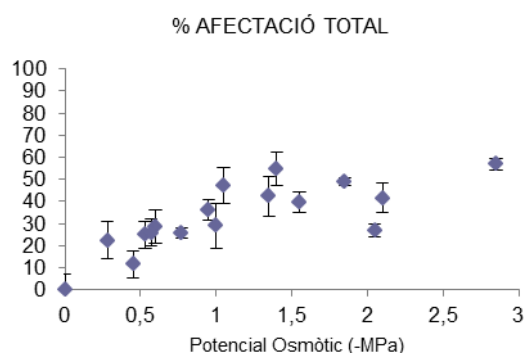


Figura 6.58. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic

En el cas d'aquesta espècie s'aprecia com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, i la recuperació en quasi totes les sals i concentracions és prou bona arribant a nivells comparables amb el control, exceptuant el $MgCl_2$ i $NaCl$ on a concentracions altes s'observa una pèrdua de la germinació total. Aquestes dades són comparables amb la bibliografia (Atia *et al.*, 2006, 2009, 2011; Conesa *et al.* 2008; Meot-Duros &

Magné, 2008), encara que cal tenir en compte que el comportament germinatiu d'aquesta espècie depèn molt de l'origen de les llavors (Atia & Debez, 2010).

Això pot donar avantatges ecològics, ja que permet una germinació ràpida després de la pluja, i el conseqüent rentat de sals que s'acumulen al sòl i sobre el teixit esponjós de les llavors (Atia & Debez, 2010), i permet evitar condicions extremes de salinitat per les plàntules, a més de colonitzar sòls nus abans que ho facin altres espècies (Vicente *et al.*, 2009).

La germinació de les llavors d'aquesta espècie es produeix durant els mesos d'hivern (Gil, 1994), època en què la salinitat edàfica ha de ser més reduïda, precisament per evitar l'efecte de les sals.

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 2: La germinació és fortament inhibida fins i tot a baixes salinitats. La recuperació de la germinació arriba a ser similar a la germinació amb aigua dolça, o una mica menor.

***Crucianella maritima* L.**

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta perenne, blanquinosa, glabra, d'arrel llenyosa, llarga, ramificada, rogenca i serpentejant. Tiges de 10-50 cm, fruticuloses, amb branques curtes, llises, o una mica aspres a l'apex, les inferiors esteses. Fulles ovades-lanceolades, mucronades, coriàcies, blanquinoses com les tiges, de 4-10 x 1-4 mm, de marges aspres, en verticils de 4 peces, imbricades en la part inferior i en les tiges joves. Inflorescències en denses espigues terminals de 1-4 x 1 cm, breument pedunculades, amb l'eix escabre o pilós. Bràctees de 6-10 x 3-7 mm densament



Foto 6.15. Detall de l'espècie.

1 mm



Foto 6.14. Llavor de *Crucianella marítima*.

imbricades, l'exterior oval, més ampla que les fulles, aguda, mucronada, membranosa i ciliada en el marge; les inferiors soldades fins la meitat formant una espècie de calze del qual surt la flor solitària. Corol·la groga de 10-13 x 2-3 mm, de tub llarg i exsert i limbe molt curt, amb 5 lòbuls acabats en una punta inflexa, estesa durant la nit. Estil bífid. Fruits en aqueni, oblongs, finament tuberculats, amb alguns pèls sedosos a l'apex. $2n=22$ cromosomes (Devesa, 2007).

1.2 COROLOGIA

Aquesta espècie es distribueix pel mediterrani occidental. A les Balears se la

troba a les quatre illes majors, encara que a Menorca destaca la seva reduïda àrea de distribució (Platja de Son Bou i de Sant Tomàs).

1.3 HÀBITAT

És una espècie característica dels sistemes dunars. Es desenvolupa habitualment en comunitats de *Helichryso-Crucianelletea maritima*, de la qual és espècie característica, i, ocasionalment, en les comunitats d'*Euphorbio-Ammophiletea*. El *Loto cretici-Crucianelletum maritima* s'ubica darrera la línia de gramínies (*Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea* i *Elymus farctus*, generalment, en el pendent interior de la primera duna.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

L'espècie presenta majoritàriament pol·linització entomòfila, sobretot a través de lepidòpters nocturns (Gil, 1994). Se la troba florida des del maig fins el més de juliol.

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix a mesura que s'incrementa la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

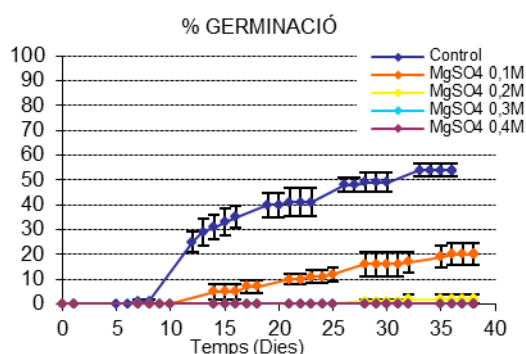


Figura 6.59. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

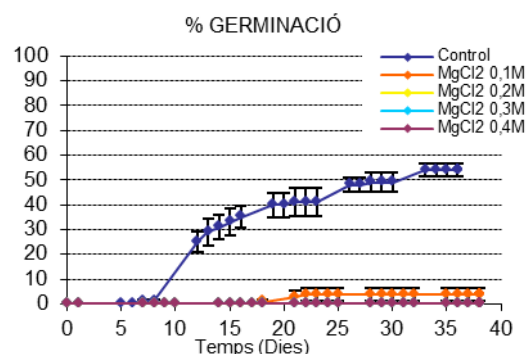


Figura 6.60. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

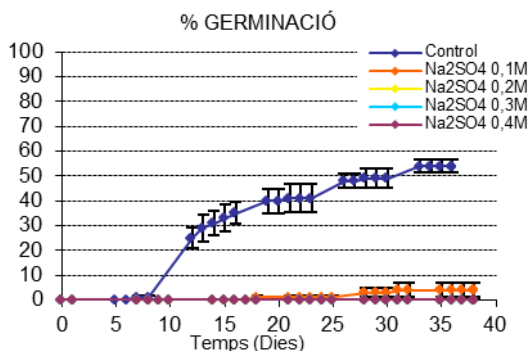


Figura 6.61. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na₂SO₄.

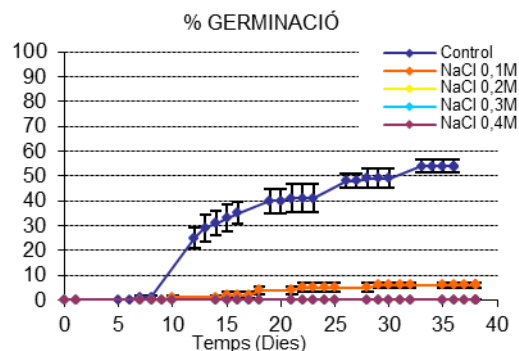


Figura 6.62. Germinació acumulada amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=54,778$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals (Taula 6.26).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	54,0 ± 2,6 aA	54,0 ± 2,6 aA	54,0 ± 2,6 aA	54,0 ± 2,6 aA
0,1 M	20,0 ± 4,3 aB	3,7 ± 2,5 aB	4,0 ± 2,8 aB	6,0 ± 1,2 aB
0,2 M	2,0 ± 2,0 aC	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	0 ± 0 aC
0,3 M	0 ± 0 aC	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	0 ± 0 aC
0,4 M	0 ± 0 aC	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	0 ± 0 aC

Taula 6.26. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.). (Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

La germinació de les llavors de *Crucianella maritima* es veu fortament afectada per la concentració de sals.

Així, amb MgSO₄ es produeix un descens significatiu del percentatge de germinació, i a 0,2 M pràcticament no germina cap llavor.

Amb MgCl₂, Na₂SO₄ i NaCl es produeix un descens significatiu de la germinació ja a 0,1 M i amb concentracions superiors s'observa una inhibició total de la germinació.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions no afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, F=1,732; gl=5; p=0,208) a les proves a les quals s'ha obtingut germinació, que són poques (Taula 6.27).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	13,4 ± 0,8	13,4 ± 0,8	13,4 ± 0,8	13,4 ± 0,8
0,1 M	19,7 ± 2,2	20,1 ± 1,4	22,4 ± 4,9	17,8 ± 3,9
0,2 M	28,0	n.d.	n.d.	n.d.
0,3 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.27. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (ANOVA, F=4,436; gl=16; p<0,000). (Taula 6.28).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	8,2 ± 3,2 a	8,2 ± 3,2 a	8,2 ± 3,2 a	8,2 ± 3,2 a
0,1 M	11,5 ± 1,8 abcd	27,2 ± 1,8 abcd	22,7 ± 3,1 abcd	17,1 ± 3,2 abc
0,2 M	19,9 ± 3,1 abc	29,0 ± 4,4 abcd	20,0 ± 2,8 abc	31,0 ± 3,0 bcd
0,3 M	19,0 ± 5,5 abc	39,0 ± 3,8 cd	26,0 ± 7,4 abcd	32,0 ± 4,3 bcd
0,4 M	25,0 ± 5,7 abcd	42,0 ± 5,8 d	29,0 ± 4,4 abcd	33,0 ± 5,0 bcd

Taula 6.28. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

La recuperació de la germinació ha estat relativament elevada en els casos on la concentració de sals ha estat més alta, i s'obté un gradient on hi ha una relació directament proporcional entre la concentració de sals i el percentatge de recuperació de la germinació, si bé els percentatges més alts de recuperació només superen lleugerament el 40%.

Aquestes dades de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda, sobretot, als factors de potencial osmòtic, i en menor mesura, a efectes de toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (ANOVA, $F=4,117$; $gl=16$; $p<0,000$). (Taula 6.29).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	58,0 ± 1,2 a	58,0 ± 1,2 a	58,0 ± 1,2 a	58,0 ± 1,2 a
0,1 M	29,0 ± 5,0 abc	30,0 ± 3,5 bc	26,0 ± 1,2 bc	22,0 ± 3,8 bc
0,2 M	21,4 ± 4,2 bc	29,0 ± 4,4 bc	20,0 ± 2,8 bc	31,0 ± 3,0 bc
0,3 M	19,0 ± 5,3 c	39,0 ± 3,4 abc	26,0 ± 7,4 bc	32,0 ± 4,3 bc
0,4 M	25,0 ± 5,7 bc	42,0 ± 5,8 ab	29,0 ± 4,4 bc	33,0 ± 5,0 abc

Taula 6.29. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; $p < 0,05$)).

La germinació total no arriba a igualar-se en cap cas amb el control, si bé a MgCl₂ 0,3 M i 0,4 M i NaCl 0,4 M no hi ha diferències significatives amb aquest. Es podria dir que hi ha un petit efecte estimulador de les concentracions altes d'aquestes sals sobre la germinació, i quan l'estrès salí cessa, la germinació és més alta als tractaments d'altres concentracions que de baixes.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -0,7 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.63).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix en tots els potencials osmòtics, especialment als més baixos, la qual cosa confirma que aquesta espècie es veu afectada pel potencial osmòtic, i en menor mesura per la toxicitat iònica de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.64).

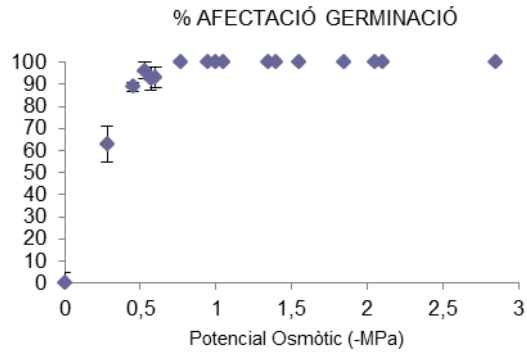


Figura 6.63. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

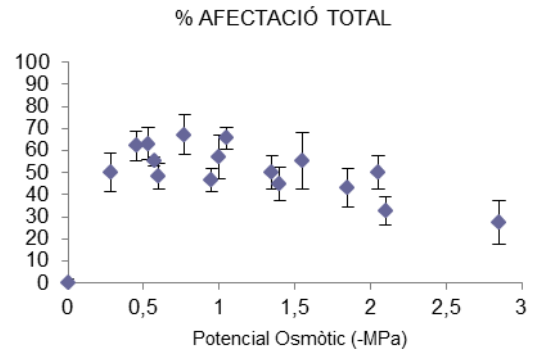


Figura 6.64. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

Coincidim amb la bibliografia consultada en que aquesta espècie es veu fortament afectada per la salinitat, encara que una vegada cessa aquest estrès, la germinació és prou considerable. Això pot ser degut a que germina a la tardor, una vegada les pluges d'aquesta estació han rentat la sal dipositada al substrat durant l'època estiuenca (Gil, 1994; Del Vecchio *et al.*, 2012).

Per aquesta espècie s'han observat diferències poblacionals molt significatives en la germinació de les llavors (Del Vecchio *et al.*, 2012).

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 2: La germinació és fortament inhibida fins i tot a baixes salinitats. La recuperació de la germinació arriba a ser similar a la germinació amb aigua dolça, o una mica menor.

Daucus carota L. subsp. *majoricus* A. Pujadas

1 INTRODUCCIÓ



Foto 6.17. Mericarp de *Daucus carota* subsp. *majoricus*..

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta biennial o perenne, de 24-40(70) cm, més o menys erecta, ramificada des de la base, de color verd groguenc. Arrel no napiforme, de color blanquinós. Tiges estriades, densament escàbrides, o, més rarament, glabrescents o glabres. Fulles basals de contorn estretament triangular o ovat, 2-4 pinnatisectes, amb divisions de darrer ordre curtes, estretament oblongues i llargament apiculades, amb beina glabre o més rarament pelosa, freqüentment amb marge ciliat, amb pecíol i raquis hirsuts i escàbrids; les superiors similars a les basals. Inflorescència en umbel·la composta. Umbel·les de (4)6-9 cm de diàmetre, globoses, convexes a la



Foto 6.16. Hàbitat de *Daucus carota* subsp. *majoricus*.

fructificació, amb 80-130 radis. Bràctees 9-14, de longitud menor o a vegades igual que els radis, reflexes o a vegades adpreses, pinnatisectes, amb lòbuls lanceolats, subglabres. Bractèoles 9-11, de longitud major que la de les flors, lanceolades, indivises o, freqüentment, trifides, escàbrides sobre el nervi mitjà o glabres, amb ample marge escariós i ciliat. Flor central estèril absent. Pètals de 0,5-0,9 mm, els externs de les flors exteriors lleugerament més grans, obovats, acuminats, incurvats, d'un blanc groguenc en l'antesi i grocs en sec. Anteres grogues. Fruits en mericarpi, de 1,5-2,5(3) x 1-1,8 mm, oblongs, amplament el·líptics, castanys; mericarpis amb costelles primàries proveïdes de (1)2 fileres de pels rígids, blancs; les secundàries amb espines més curtes que l'amplada dels mericarpis, gruixudes.

1.2 COROLOGIA

L'espècie presenta distribució subcosmopolita. La subespècie és endèmica del migjorn de Mallorca, Dragonera i de l'arxipèlag de Cabrera.

1.3 HÀBITAT

Viu als roquissars marítims sobre roques calcàries o dolomítiques, sotmeses a elevades temperatures, sequera estival i clarament associades amb certa influència marina. És espècie característica del *Dauco majorici-Limonietum marisolii* i *Limonietum caprariensis*. Se la troba en la franja més allunyada al mar amb contacte amb *Launaeetum cervicornis* (Martínez-Flores *et al.*, 2011).

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

La floració d'aquesta espècie comença a finals d'abril amb les umbel·les principals i acaba cap al mes de juny. Normalment les umbel·les de tercer ordre no arriben a fructificar, sobretot en estius secs.

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 TEMPERATURA ÒPTIMA DE GERMINACIÓ

La temperatura té efecte sobre la germinació d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=14,373$; $gl=4$; $p=0,006$).

Temperatura	% de germinació \pm e.s.	T ₅₀ \pm e.s.
5°C	88,3 \pm 1,7 a	43,8 \pm 13,4 a
15°C	95,8 \pm 1,7 b	6,5 \pm 0,1 b
18°C	88,3 \pm 1,7 a	6,8 \pm 0,2 bc
20°C	88,5 \pm 1,7 ab	29,5 \pm 20,8 ac
23°C	62,6 \pm 6,0 c	19,0 \pm 11,1 ac

Taula 6.30. Efecte de la temperatura sobre la germinació i el T₅₀ (dies \pm e.s.). (Lletres diferents indiquen una diferència significativa (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

Com es pot observar, la germinació és força elevada a qualsevol temperatura, si bé a 23°C la germinació mostra un descens significatiu (Taula 6.30). La temperatura òptima de germinació per a la realització de les proves de sals serà un interval al voltant de 15°C, valor on s'obté el percentatge més elevat de germinació.

El T₅₀ també es veu afectat per la temperatura (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=14,150$; $gl=4$; $p=0,007$), essent el menor l'aconseguit a 15°C (Taula 6.30).

Per tot això, es considera que la temperatura òptima de germinació és la de 15°C per aquesta espècie. A la bibliografia consultada es troba que la temperatura òptima per *Daucus carota* subsp. *carota*, la varietat cultivada d'aquesta espècie, està entre els 10 i els 20°C (Gray *et al.*, 1983; Pereira *et al.*, 2008; Öztürk, *et al.*, 2009).

Aquesta temperatura òptima de germinació indica que aquesta espècie pot tenir una bona germinació a final de tardor i hivern.

2.2 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació descendeix a mesura que s'incrementa la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

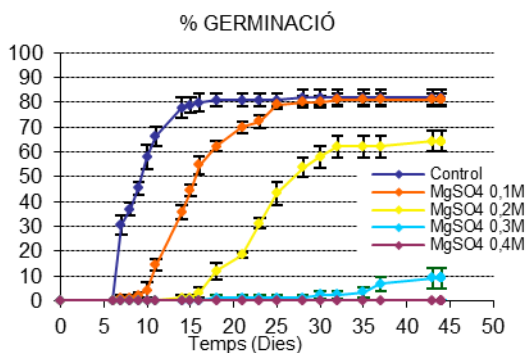


Figura 6.65. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

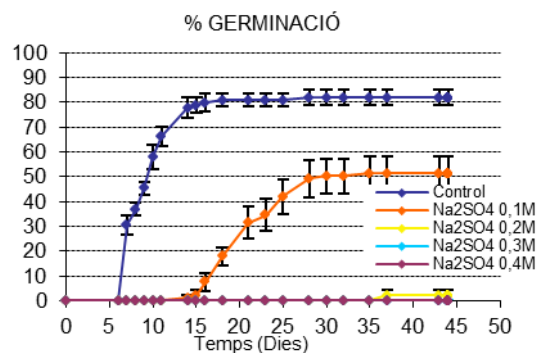


Figura 6.66. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

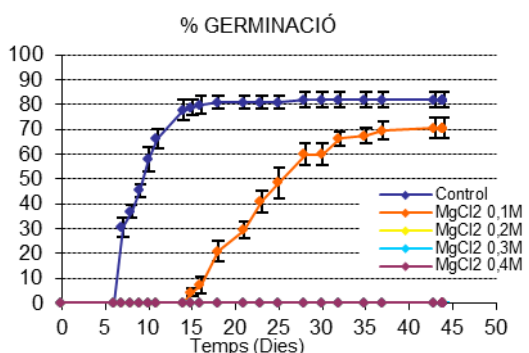


Figura 6.67. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

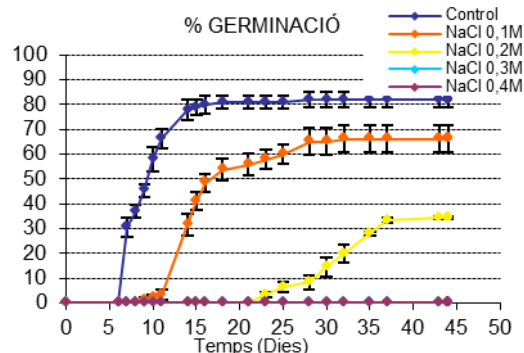


Figura 6.68. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $NaCl$.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=64,056$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals (Taula 6.31).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	82,0 ± 2,9 aA	82,0 ± 2,9 aA	82,0 ± 2,9 aA	82,0 ± 2,9 aA
0,1 M	81,2 ± 2,6 aA	70,5 ± 4,1 abA	51,3 ± 6,7 bB	66,2 ± 5,5 abA
0,2 M	64,4 ± 4,0 aB	0 ± 0 bB	2,2 ± 2,2 bC	34,4 ± 0,6 cB
0,3 M	9,0 ± 4,2 aC	0 ± 0 aB	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC
0,4 M	0 ± 0 aC	0 ± 0 aB	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC

Taula 6.31. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

Amb concentracions iguals o superiors a 0,2 M de MgSO₄ es produeix un descens del percentatge de germinació, aquest descens és molt més acusat a 0,3 M, on pràcticament no germina, en canvi a la concentració de 0,1 M no hi ha diferències amb el control.

Amb MgCl₂ es produeix una inhibició total de la germinació a 0,2 M i a concentracions superiors, mentre que a concentracions inferiors no s'observen diferències significatives amb el control.

Amb Na₂SO₄ el comportament és similar que amb la sal anterior, si bé hi ha dues diferències remarcables: a 0,1 M el percentatge és significativament diferent del control; i a 0,2 M hi ha germinació, si bé el percentatge és força baix.

Amb NaCl el comportament és similar al de MgSO₄, encara que el descens que s'observa a 0,2 M és més elevat. A 0,3 M la germinació es veu inhibida.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, $F=158,644$; $gl=8$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut un menor T₅₀ ha estat el control i fins les concentracions més mínimes afecten a la velocitat de germinació. (Taula 6.32).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	8,5 ± 0,4 a	8,5 ± 0,4 a	8,5 ± 0,4 a	8,5 ± 0,4 a
0,1 M	14,4 ± 0,2 b	23,0 ± 0,9 d	20,1 ± 0,7 c	14,0 ± 0,5 b
0,2 M	23,4 ± 0,5 d	n.d.	36,0 f	30,7 ± 1,2 e
0,3 M	35,7 ± 0,3 f	n.d.	n.d.	n.d.
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.32. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

En totes les proves amb sals, el T₅₀ és significativament més elevat que el de la prova control. Així mateix, en tots els casos s'observa un increment del T₅₀ a mesura que augmenta la concentració de sals.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, chi²=51,704; gl=16; p<0,000). (Taula 6.33).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA
0,1 M	12,5 ± 12,5 abB	29,2 ± 17,2 abA	55,2 ± 6,9 bB	6,8 ± 6,8 aA
0,2 M	65,4 ± 15,4 abBC	88,1 ± 3,7 aB	85,9 ± 4,0 aC	66,6 ± 3,4 bB
0,3 M	73,3 ± 3,9 aC	86,3 ± 4,1 aB	83,0 ± 2,0 aC	74,3 ± 4,8 aBC
0,4 M	80,1 ± 2,49 aC	84,8 ± 2,7 aB	88,4 ± 2,5 aC	82,5 ± 2,8 aC

Taula 6.33. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; p < 0,05)).

La recuperació de la germinació ha estat molt elevada en els casos amb tractaments majors o iguals a 0,2M.

Aquestes dades tan altes de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda en gran mesura al potencial osmòtic i no a efectes de toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions no afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (ANOVA, $F=1,773$; $gl=16$; $p=0,062$) (Taula 6.34).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	84,1 ± 3,4	84,1 ± 3,4	84,1 ± 3,4	84,1 ± 3,4
0,1 M	90,0 ± 1,0	86,4 ± 2,6	79,3 ± 2,6	81,9 ± 5,8
0,2 M	87,3 ± 4,9	88,1 ± 3,7	86,3 ± 3,6	78,0 ± 2,3
0,3 M	75,5 ± 4,1	86,3 ± 4,1	83,0 ± 2,0	74,3 ± 4,8
0,4 M	80,1 ± 2,4	84,8 ± 2,7	88,4 ± 2,5	82,5 ± 2,8

Taula 6.34. Germinació total (% ± e.s.).

Els resultats de l'ANOVA indiquen que no hi ha relació entre els diferents tipus de sals i concentracions amb la germinació total, i s'obtenen en tots els tractaments resultats iguals al control, la qual cosa indica que aquesta espècie no es veu afectada per la toxicitat iònica de les sals investigades.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.69).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix en tots els potencials osmòtics i s'obtenen afectacions molt baixes, la qual cosa confirma que aquesta espècie es veu afectada només pel potencial osmòtic, i no li afecta la toxicitat iònica de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.70).

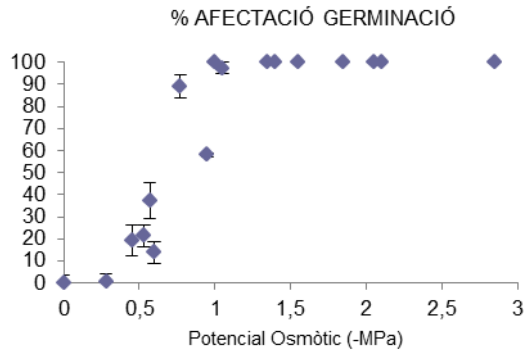


Figura 6.69. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

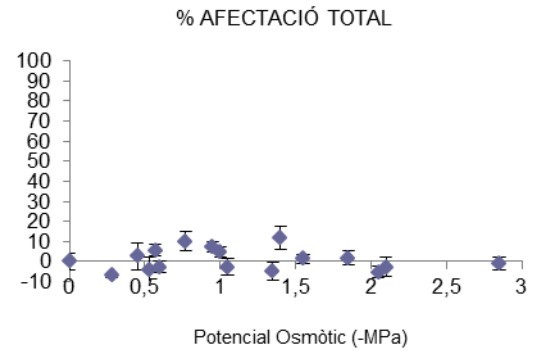


Figura 6.70. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic

En el cas d'aquesta espècie es pot apreciar com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, la velocitat de la germinació també baixa, i en canvi, la recuperació en quasi totes les sals i concentracions és bona arribant a nivells comparables amb el control. Aquestes dades són similars a la bibliografia consultada per *Daucus carota* subsp. *carota* (Özturk *et al.*, 2009; Kahouli *et al.*, 2014).

Això pot donar avantatges ecològics, ja que permet una germinació ràpida després de la pluja, i el conseqüent rentat de sals al sòl, i permet evitar condicions extremes de salinitat per les plàntules, a més de colonitzar sòls nus abans que ho facin altres espècies (Vicente *et al.*, 2009).

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 2: La germinació és fortament inhibida fins i tot a baixes salinitats. La recuperació de la germinació arriba a ser igual a la germinació amb aigua dolça.

***Dorycnium fulgurans* (Porta) Lassen**

Anthyllis fulgurans Porta

Anthyllis fulgurans Porta var. *efulgurata* P. Palau

Dorycnium pentaphyllum Scop. subsp. *fulgurans* (Porta) Cardona, L. Llorens & Sierra

Lotus fulgurans (Porta) Sokoloff

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ



Foto 6.18. Llavor de *Dorycnium fulgurans*.

Subarbust de 15-30 cm, en forma de coixinet espinós, sovint dens, de color verd glauc. Tiges ramoses, tortuoses, amb les branques llenyoses disposades en ziga-zaga, glabres, estriades, molt ramificades, espinoses, i esmolades en la part superior. Fulles compostes per (1-2-) 3-4 (-5) folíols obovats-espatalats, cuneïformes, emarginats, pubescents, sèssils. Folíols de 3-8 mm. Estípules 0 (-1-2) poc aparents i de curta durada. Flors blanques, amb la quilla violàcia, petites, en fascicles axil·lars, pedicels molt curts amb bràctees a la base. Calze

campanulat, pubescent, de 2-3 mm, amb 5 dents iguals, més curts que el tub. Corol·la de 4-5 mm, oblonga-ovoïde. Androceu diadelf. Ovari estipitat amb 12-16 primordis seminals (Gil, 1994). Llegum exerta, llisa, apiculada, monosperma (rarament disperma). $2n= 14$ cromosomes (Cardona, 1973).



Foto 6.19. Detall de les flors.

Actualment hi ha autors que inclouen aquesta espècie dins el gènere *Lotus* (Sokoloff, 2003).

1.2 COROLOGIA

Aquesta espècie està considerada un esquizoendemisme de les Balears orientals (Gimnèsies), vicariant de *Dorycnium pentaphyllum* Scop. subsp. *pentaphyllum*, distribuïda pel sud-oest d'Europa (Contandriopoulos & Cardona, 1984). Es tractaria d'un neoendemisme format per aïllament (Cardona *et al.*, 1983, Contandriopoulos & Cardona, 1984) Aquestes dues espècies es poden arribar a hibridar i donar lloc al *Lotus x minoricensis* (Conesa *et al.*, 2006).

1.3 HÀBITAT

Aquesta espècie creix tant sobre sòls silícics com sobre sòls calcaris. Des del punt de vista fitosociològic és espècie característica de la associació *Helichryso microphylli-Dorycnietum fulgurantis* (*Launaeenion cervicornis*). Aquesta comunitat forma una banda de vegetació que se situa entre el *Limonietum caprariensis* i els matollars més interiors de les aliances *Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae*, *Hypericion balearici* o *Rosmarino-Ericion multiflorae*.



Foto 6.20. Hàbitat de l'espècie.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Aquesta espècie té una pol·linització majoritàriament entomòfila, fonamentalment a través d'himenòpters. La floració es produeix entre els mesos d'abril a agost, encara que hi ha diferències entre les diferents poblacions d'aquesta espècie (Gil, 1994). La majoria de les llavors que produeix són dures i passen a formar part del banc de llavors al sòl, per així assegurar el manteniment de la població (Gil, 1994).

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie figura en el Catàleg Balear d'Espècies Amenaçades com a d'especial protecció amb autorització obligatòria per a recol·lecció amb finalitats comercials (Decret 75/2005).

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 TEMPS ÒPTIM D'ESCARIFICACIÓ AMB H_2SO_4

El temps de tractament per l'escarificació amb H_2SO_4 concentrat (96%) té efecte sobre la germinació posterior d'aquesta espècie (ANOVA, $F=47,463$; $gl=5$; $p<0,000$).

Temps (min.)	% de germinació	T ₅₀
	± e.s.	± e.s.
1	11,2 ± 1,9 a	12,9 ± 3,0 a
5	20,0 ± 1,6 a	17,9 ± 5,5 a
10	46,0 ± 3,8 b	5,4 ± 1,8 abc
15	52,7 ± 6,1 bc	4,2 ± 0,2 cd
20	68,0 ± 4,0 cd	3,8 ± 0,0 b
30	85,0 ± 5,0 d	3,8 ± 0,0 bd

Taula 6.35. Efecte del temps d'escarificació amb àcid sobre la germinació i el T₅₀ (dies ± e.s.).

(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; $p < 0,05$)).

Com es pot observar, la germinació va augmentant segons el temps d'escarificació (Taula 6.35). El valors més alts de germinació es troben als tractaments de 20 i de 30 minuts, sense haver-hi diferències significatives entre ells.

El T₅₀ també es veu afectat pel temps d'escarificació amb àcid (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=17,024$; $gl=5$; $p=0,005$), essent el menor l'aconseguit a 20 i a 30 minuts (Taula 6.35).

Per tot això, es pot considerar que el temps d'escarificació amb àcid per aconseguir una òptima germinació estaria entre 20 i 30 minuts. Hem decidit ser conservadors i utilitzar el temps menor d'aquest interval, i escarificar durant 20 minuts, ja que a més temps algunes llavors es veien destruïdes per l'àcid.

2.2 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació descendeix segons la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

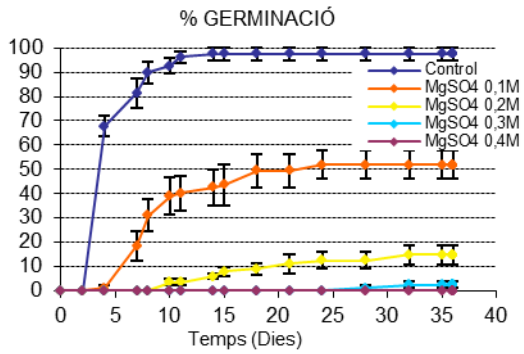


Figura 6.71. Germinació acumulada amb diferents concentracions de MgSO₄.

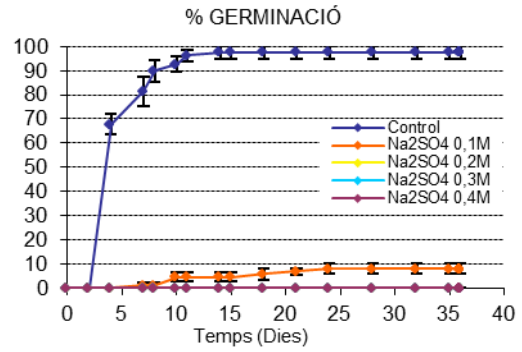


Figura 6.72. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na₂SO₄.

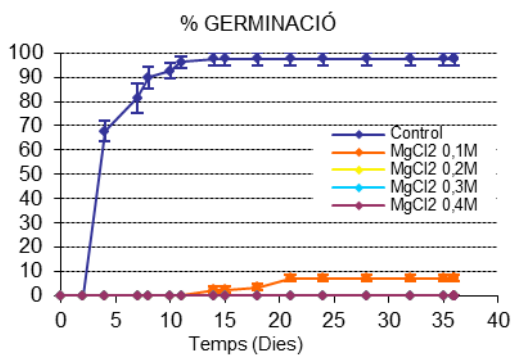


Figura 6.73. Germinació acumulada amb diferents concentracions de MgCl₂.

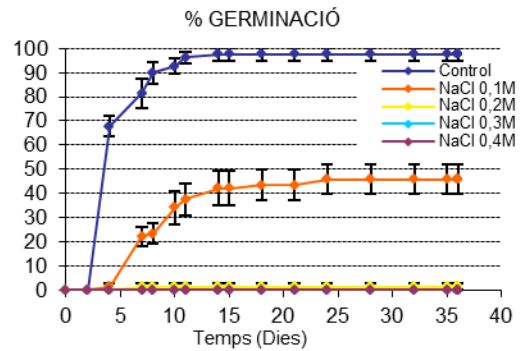


Figura 6.74. Germinació acumulada amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=62,846$; gl=16; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació significativament més elevada ha estat el control (Taula 6.36).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	97,5 ± 2,5 aA	97,5 ± 2,5 aA	97,5 ± 2,5 aA	97,5 ± 2,5 aA
0,1 M	52,0 ± 5,6 aB	7,2 ± 1,3 bB	8,1 ± 2,2 bB	45,8 ± 6,0 aB
0,2 M	14,8 ± 3,8 aC	0 ± 0 bC	0 ± 0 aC	1,3 ± 1,3 bC
0,3 M	2,4 ± 1,4 aD	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC
0,4 M	0 ± 0 aD	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC

Taula 6.36. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO₄, a 0,1 M es produeix un descens del percentatge de germinació, aquest descens és molt més acusat a 0,3 M, on pràcticament no germina.

La germinació amb MgCl₂ i Na₂SO₄ es veu molt afectada fins i tot a 0,1 M on hi ha un descens notable, a concentracions superiors no es produeix cap geminació.

Amb NaCl a 0,1 M es produeix una important inhibició de la germinació, i a concentracions més altes pràcticament no germina gens.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, $F=16,417$; $gl=7$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut un menor T₅₀ ha estat el control. (Taula 6.37).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	4,0 ± 0,5 a	4,0 ± 0,5 a	4,0 ± 0,5 a	4,0 ± 0,5 a
0,1 M	7,6 ± 0,3 b	16,0 ± 1,6 cd	13,0 ± 3,0 bc	7,8 ± 0,8 b
0,2 M	14,1 ± 1,6 bcd	n.d.	n.d.	5,5 ab
0,3 M	28,0 ± 2,0 d	n.d.	n.d.	n.d.
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.37. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO₄ ja amb un 0,1 M hi ha un augment en el T₅₀, arribant al màxim amb 0,3 M.

Amb $MgCl_2$ i Na_2SO_4 aquest augment és significatiu a 0,1 M, i a les altres concentracions ja no s'ha pogut determinar.

Amb $NaCl$ hi ha un descens a 0,1 M que es fa significatiu a 0,2 M, a les altres concentracions ja no s'ha pogut determinar.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=53,312$; $gl=15$; $p<0,000$). (Taula 6.38).

Concentració	$MgSO_4$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$NaCl$
0,0 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,1 M	69,2 ± 6,1 aAB	76,6 ± 4,0 aA	55,2 ± 6,9 aA	71,9 ± 5,2 aA
0,2 M	73,4 ± 2,6 aB	27,0 ± 10,9 bB	51,0 ± 4,4 bcB	73,6 ± 5,5 acA
0,3 M	69,1 ± 7,9 aAB	1,0 ± 1,0 bC	10,0 ± 3,5 cC	43,0 ± 4,4 aB
0,4 M	48,0 ± 7,8 aA	0 ± 0 bC	1,0 ± 1,0 bD	3,0 ± 1,9 bC

Taula 6.38. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).

(En els casos on el percentatge de germinació ha estat major de 90% no s'ha determinat (n.d.). Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En tots els casos els valors de recuperació disminueixen a mesura que augmenta la concentració. Cal destacar el $MgSO_4$ on fins i tot a 0,4 M s'obté una recuperació de la germinació prou important.

Aquestes dades de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda a: en concentracions baixes a l'efecte del potencial osmòtic, i a concentracions altes a la presència d'efectes de toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=61,903$; $gl=16$; $p<0,000$), (Taula 6.39).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	97,5 ± 2,5 aAB	97,5 ± 2,5 aA	97,5 ± 2,5 aA	97,5 ± 2,5 aA
0,1 M	96,5 ± 1,2 aB	93,9 ± 1,3 aA	96,5 ± 2,3 aA	97,6 ± 1,4 aA
0,2 M	89,9 ± 3,1 aAB	31,1 ± 11,0 bB	63,6 ± 4,3 bB	90,0 ± 3,1 aA
0,3 M	77,9 ± 6,8 aAC	1,2 ± 1,2 bC	12,4 ± 4,8 bC	51,5 ± 5,6 aB
0,4 M	58,6 ± 9,0 aC	0 ± 0 bC	1,3 ± 1,3 bC	2,1 ± 1,2 bC

Taula 6.39. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En tots els tractaments es veu com la germinació total a baixes concentracions és similar al control, mentre que a concentracions altes arriba a ser pràcticament nul·la amb 0,4 M. És una excepció el comportament amb MgSO₄, on a 0,4 M disminueix la germinació, però així i tot és prou elevada.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.75).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix amb els potencials osmòtics més alts, en canvi amb els potencials inferiors l'afectació és del 100%, la qual cosa confirma que aquesta espècie es veu afectada pel potencial osmòtic amb potencials de fins a -1 MPa, mentre que a potencials per sota de -1,8 MPa es manifesta la toxicitat iònica de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.76).

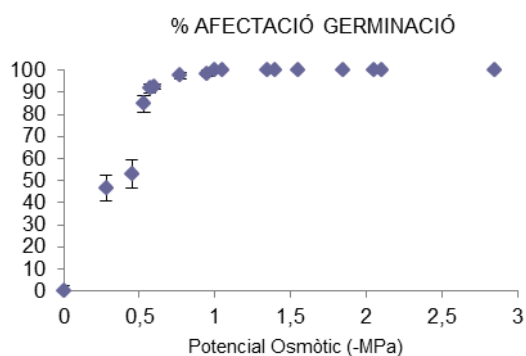


Figura 6.75. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

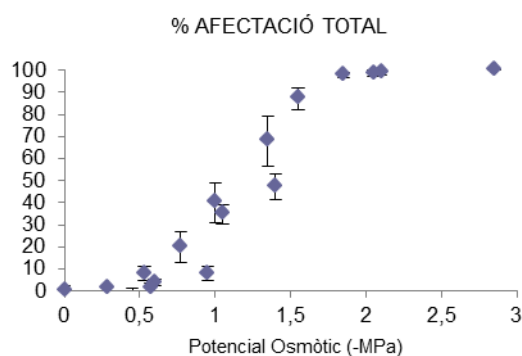


Figura 6.76. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie s'aprecia com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, la velocitat de la germinació també disminueix, la recuperació en quasi totes les sals i concentracions és bona només a baixes concentracions arribant a nivells comparables amb el control. Aquestes dades són similars a la bibliografia consultada pel parent d'aquesta espècie *Lotus creticus* (Valiente, *et al.*, 2007) on fins a 0,2 M de NaCl s'obtenen germinacions importants, i a partir d'aquesta concentració la germinació disminueix. També hem trobat referències sobre espècies de la mateixa família i tenen un comportament similars, com per exemple el *Medicago polymorpha*, *Melilotus siculus*, *Trifolium subterraneum*, *T. michelianum* i *T. tomentosum* (Nichols *et al.*, 2009) de fet *Melilotus siculus* és el que més concentració de NaCl aguanta a la hora de germinar, fins a 0,3 M no perd poder germinatiu, i les altres espècies poden aguantar al voltant de 0,2 M amb germinacions similars als controls.

Això pot donar avantatges ecològics, ja que permet una germinació ràpida després de la pluja, i el consegüent rentat de sals al sòl, i permet evitar condicions extremes de salinitat per les plàntules, a més de colonitzar sòls nus abans que ho facin altres espècies (Vicente *et al.*, 2009).

Segons la classificació Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 1: si la germinació ocorre és inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells importants, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

***Elymus farctus* (Viv.) Runemark ex Melderis**

Agropyron junceum (L.) P.Beauv.

Elytrigia juncea (L.) Nevski

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Herba rizomatosa. Làmina de les fulles de 5-8 mm d'amplada, convoluta o involuta, d'aspecte junciforme, rígida, d'anvers dens i finament pubescent i de revers glabre; lígula de menys d'1 mm; beina a vegades amb pèls curts i densos. Espiga 15-25(35) cm, laxa, lleugerament corbada, amb raquis que es desarticula fàcilment en la maduresa,



Foto 6.22. Hàbitat de l'espècie.



Foto 6.21. Cariopsi d' *Elymus farctus*. semicilíndric, excavat, llis en els angles. Espigues 10-25 mm, glabres, amb 2-9 flors, les inferiors més curtes que els entrenusos, les superiors de longitud igual o poc més llargues que aquests; glumes asimètriques, mútiques o amb aresta molt curta, de quasi la mateixa longitud que la lemma; pàlea escabrida-ciliada. $2n=42$, 56 cromosomes (Blanca *et al.*, 2011).

1.2 COROLOGIA

Aquesta espècie es distribueix per les costes del Mediterrani, Europa, oest d'Àsia, i arriba fins a Austràlia i Nova Zelanda. A les Illes Balears se la troba a les quatre illes majors.

1.3 HÀBITAT

Aquesta espècie creix en les zones d'arenes més mòbils dels sistemes dunars, damunt dunes embrionàries o avantdunes. Des del punt de vista fitosociològic és espècie característica de la associació *Cypero mucronati-Agropyretum juncei*.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Aquesta espècie, com la majoria de les gramínies, es pol·linitza pel vent. La floració es produeix entre els mesos de maig i juny, i la dispersió de les llavors es dona durant tot l'estiu.

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix segons la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

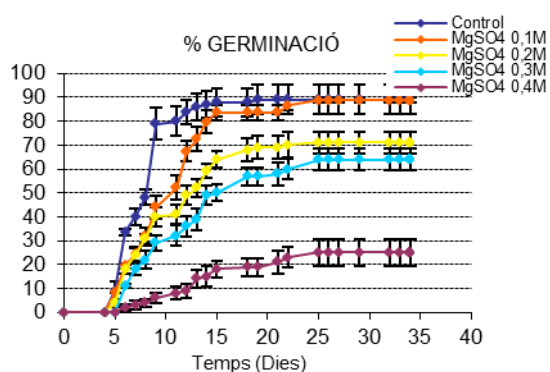


Figura 6.77. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

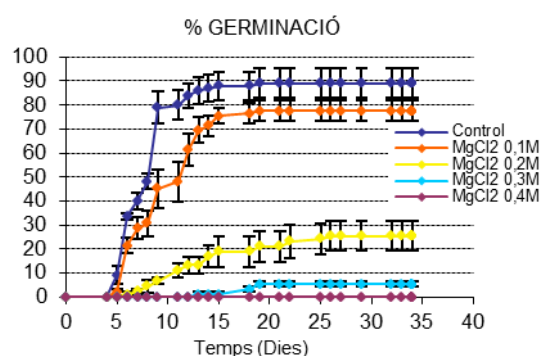


Figura 6.78. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

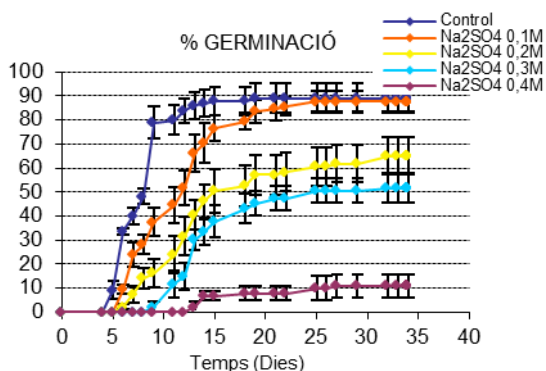


Figura 6.79. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na₂SO₄.

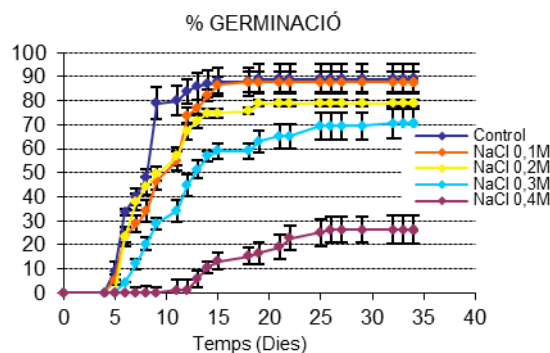


Figura 6.80. Germinació acumulada amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=59,775$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals (Taula 6.40).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	89,0 ± 6,2 aAB	89,0 ± 6,2 aA	89,0 ± 6,2 aA	89,0 ± 6,2 aA
0,1 M	88,8 ± 1,0 aA	77,5 ± 4,3 bA	87,8 ± 4,3 abA	88,0 ± 4,2 abA
0,2 M	71,0 ± 4,4 aB	25,4 ± 6,1 bB	65,1 ± 7,9 aAB	79,0 ± 1,6 aA
0,3 M	64,0 ± 4,3 aB	5,3 ± 1,1 bC	51,6 ± 6,1 aB	70,5 ± 6,0 aA
0,4 M	25,0 ± 5,5 aC	0 ± 0 bD	11,0 ± 4,8 aC	26,3 ± 2,4 aB

Taula 6.40. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.). (Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

Amb 0,2 M de MgSO₄ i de Na₂SO₄ es produeix un descens del percentatge de germinació, que és molt més acusat a 0,4 M, on encara s'obtenen germinacions.

El descens de la germinació amb MgCl₂ és molt més acusat que la sal anterior i arriba a 0,4 M on ja no s'obtenen germinacions.

Amb NaCl no hi ha diferències significatives amb el control fins a arribar al tractament amb 0,4 M, on encara s'obtenen una germinació important.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, F=9,425; gl=15; p<0,000). El tractament on s'ha obtingut un menor T₅₀ ha estat el control (Taula 6.41).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	7,6 ± 0,2 ab	7,6 ± 0,2 ab	7,6 ± 0,2 ab	7,6 ± 0,2 ab
0,1 M	9,8 ± 0,6 abcd	9,0 ± 0,9 abc	10,5 ± 0,8 abcde	8,9 ± 0,2 abc
0,2 M	8,8 ± 0,8 abc	12,4 ± 2,4 cdef	11,9 ± 0,6 cdef	7,4 ± 0,4 a
0,3 M	10,5 ± 0,9 abcd	16,4 ± 1,4 f	12,7 ± 0,1 cdef	11,0 ± 0,2 bcdef
0,4 M	13,3 ± 0,8 def	n.d.	13,8 ± 0,1 def	15,8 ± 1,8 ef

Taula 6.41. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En el cas on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

En línies generals es veu com el T₅₀ augmenta de forma directament proporcional a la concentració de cada tractament. Cal destacar el NaCl a 0,2 M on s'ha trobat el menor T₅₀, encara que sense diferències significatives amb el control i 0,1 M.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, chi²=26,781; gl=16; p=0,044) (Taula 6.42).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA
0,1 M	8,3 ± 8,3 aA	3,1 ± 3,1 aAB	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA
0,2 M	4,2 ± 4,2 aA	5,2 ± 3,6 aAB	7,1 ± 7,1 aAB	25,0 ± 25,0 aB
0,3 M	0 ± 0 aA	3,3 ± 1,1 aAB	14,6 ± 5,4 aAB	0 ± 0 aA
0,4 M	2,8 ± 1,6 aA	8,8 ± 3,3 aA	13,6 ± 6,8 aB	13,4 ± 3,3 aB

Taula 6.42. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; p < 0,05)).

La recuperació en tots els casos ha estat molt baixa, així i tot hi ha alguna diferència significativa entre tractaments. Cal destacar el Na₂SO₄ a 0,4 M, i els tractaments amb NaCl a 0,4 i 0,2 M, encara que aquest darrer té un error molt elevat.

Aquestes dades de recuperació de la germinació baixes indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda a la presència d'efectes de toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (ANOVA, F=22,717; gl=16; p<0,000) (Taula 6.43).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	89,0 ± 6,2 a	89,0 ± 6,2 a	89,0 ± 6,2 a	89,0 ± 6,2 a
0,1 M	89,8 ± 1,2 ab	78,6 ± 3,5 ab	87,8 ± 4,3 ab	87,7 ± 4,2 ab
0,2 M	72,0 ± 4,9 ab	28,6 ± 7,9 de	67,2 ± 8,6 abc	84,2 ± 5,5 ab
0,3 M	64,0 ± 4,3 abc	8,4 ± 1,8 e	59,3 ± 4,6 bcd	70,5 ± 6,0 abc
0,4 M	27,0 ± 6,0 de	8,8 ± 3,3 e	22,1 ± 9,4 e	36,0 ± 3,9 cde

Taula 6.43. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

En tots els tractaments es veu com la germinació total a baixes concentracions és similar al control, mentre que a concentracions altes s'obtenen valors més baixos, però així i tot considerables. Entre aquests valors baixos destacar el MgCl₂ a 0,3 i 0,4 M on s'obté un valor menor al 10%.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -2,1 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.81).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació pràcticament no disminueix, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada per la toxicitat iònica de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.82).

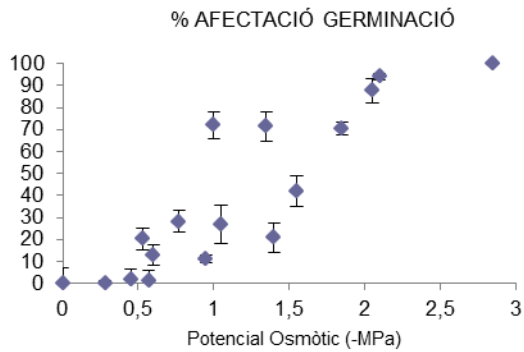


Figura 6.81. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

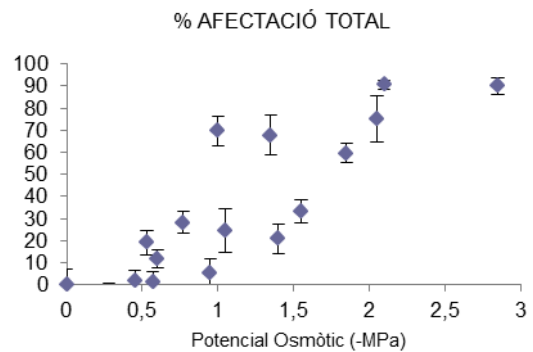


Figura 6.82. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie es pot apreciar com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, la velocitat de la germinació disminueix en pràcticament tots els casos, la recuperació en quasi totes les sals i concentracions és baixa.

Sykes & Wilson (1989) consideren aquesta espècie com la més tolerant a la salinitat de les que han testat. També aquesta espècie s'ha utilitzat per creuar-la amb cultivars de blat, per obtenir híbrids de blat resistents a la salinitat de fins a 0,2 M de NaCl (Forster *et al.*, 1987, 1988).

El comportament d'aquesta espècie pot donar avantatges ecològics, ja que permet una germinació ràpida just després de la pluja, i el consegüent rentat de sals al sòl, encara que sigui lleu, i li permet evitar condicions extremes de salinitat per les plàntules, a més de colonitzar sòls nus de primera duna abans que ho facin altres espècies (Vicente *et al.*, 2009).

Les dades coincideixen amb les de Woodell (1985) on classifica aquesta espècie dins les del tipus 1: si la germinació ocorre és inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells importants, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

***Euphorbia margalidiana* Kuhbier & Lewej.**

Euphorbia squamigera subsp. *margalidiana* (Kuhbier & Lewej.) O. Bolòs & Vigo

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Subarbust de fins 100 cm, glabre. Tiges erectes, ascendents procumbents, llises, de base llenyosa i subcrassa en la part superior, fins amb 10 branques laterals fèrtils. Fulles 30-70 x 10-25 mm, lanceolades, atenuades a la base, senceres, acuminades, glauques o subglauques. Pleocasi amb 5 radis de fins a 70 mm, trifurcats, a vegades quinquefurcats, i, a continuació, 2-3 vegades bifurcats; bràctees del pleocasi el·líptiques, ovals o orbiculars, enteres, mucronades; bràctees del dicasi el·líptiques, orbiculars o ovades, senceres, mucronades, a vegades



Foto 6.24. Detall del fruit.

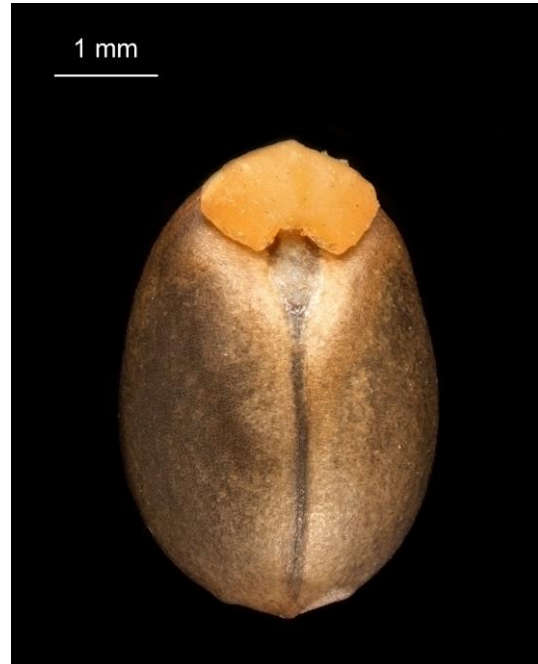


Foto 6. 23. Llavor d'*Euphorbia margalidiana*.

emarginades, lliures. Ciati 3-4 mm; nectaris no apendiculats, transversalment el·líptics, sencers, groguencs. Fruit 7-9 x 7-10 mm, esferoïdal, més o menys solcat; pedicel de fins a 5 mm, molt gruixut, erecte; coques arrodonides, no carenades, amb berrugues dorsals cilíndriques de 1-1,5 mm. Llavors 3,6-4,9 x 2,5-3 mm, el·lipsoides, arrodonides a la base i a l'apex, lleugerament compri-mides, llises, d'un gris obscur o negres; carúncula 0,6-1,4 x 0,4-1,1 mm, transversalment el·lipsoidal, deprimida, lateral. $2n=26$ (Kuhbier 1978), 28; $n=13$ cromosomes (Benedí *et al.* 1997).

1.2 COROLOGIA

És una espècie endèmica de l'illot de Ses Margalides a la costa nord d'Eivissa.

1.3 HÀBITAT

Roquissars litorals i encletxes de penya-segats calcaris inestables i sotmesos a la influència marina. Requereix bona llum i temperatures altes. És una espècie halotolerant, nitròfila i xèrica. Evita la franja més propera a la mar, per davall dels 5-10 m.s.n.m, evitant la zona que rep l'acció directa de les onades (Conesa *et al.*, 2005). L'hàbitat d'*Euphorbia margalidiana* s'inclou dins *Medicagini citrinae-Lavaterion arborea* (Pegano-Salsoletea).

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Les *Euphorbiaceae* normalment es pol·linitzen a través de dípters, la presència de gavines a l'illot on viu aquesta planta ha d'afavorir l'aparició d'aquests tipus d'insecte. Floreix entre març i abril i fruita entre juny i juliol. La dispersió és balòcora i, en ocasions, les llavors cauen just devora la planta mare produint-se una germinació massiva; aquesta situació sol derivar en una alta mortalitat de plàntules per competència per l'espai (Conesa *et al.*, 2005).

1.5 PROTECCIÓ

Està catalogada com en Perill d'Extinció al Catàleg Nacional d'Espècies Amenaçades (Real Decreto 439/1990). Està considerada com En Perill Crític al 'Llibre Vermell de la Flora Vasculat de les Illes Balears' (Sáez & Rosselló, 2001) i a 'Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculat Amenazada de España' (Torres *et al.*, 2004). A més, també figura en els annexes del Conveni de Berna (Annex I) i de la Directiva Hàbitats (Annex II, espècies que requereixen la designació d'àrees d'especial conservació, com a espècie prioritària).

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix segons la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

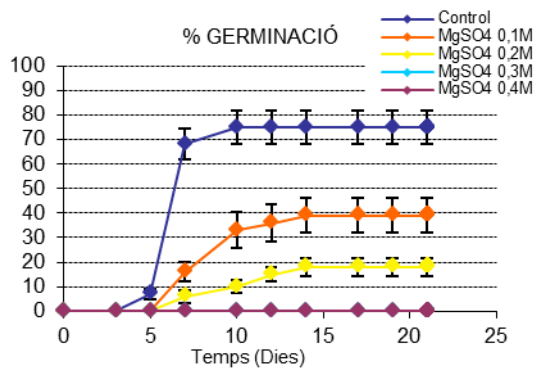


Figura 6.83. Germinació acumulada amb diferents concentracions de MgSO₄.

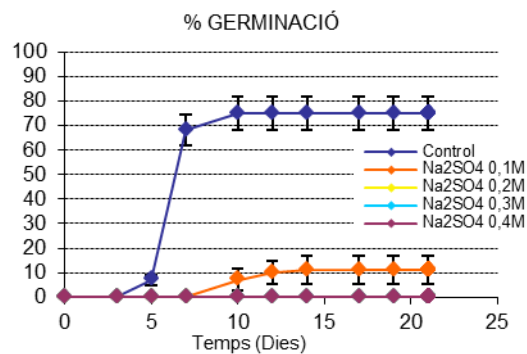


Figura 6.84. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na₂SO₄.

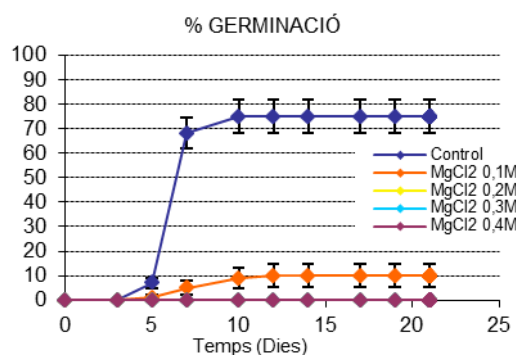


Figura 6.85. Germinació acumulada amb diferents concentracions de MgCl₂.

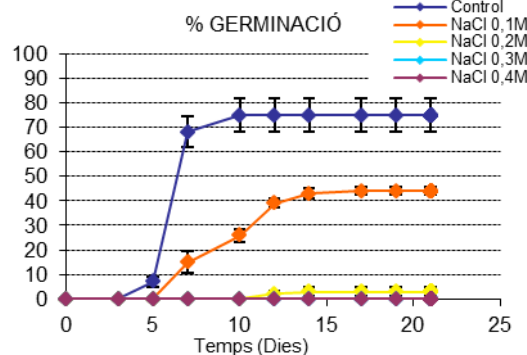


Figura 6.86. Germinació acumulada amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=62,121$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control, i fins i tot els de concentracions menors de cada una de les quatre sals mostren afectació per les sals (Taula 6.44).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	75,0 ± 6,6 aA	75,0 ± 6,6 aA	75,0 ± 6,6 aA	75,0 ± 6,6 aA
0,1 M	39,0 ± 7,0 acB	10,0 ± 4,8 bB	11,0 ± 5,8 abB	44,0 ± 1,6 cB
0,2 M	18,0 ± 3,5 aB	0 ± 0 bB	0 ± 0 bC	3,0 ± 1,6 bC
0,3 M	0 ± 0 aC	0 ± 0 aB	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC
0,4 M	0 ± 0 aC	0 ± 0 aB	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC

Taula 6.44. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

La germinació disminueix segons augmenta la concentració de la sal. Amb 0,1 M de MgSO₄ ja va disminuint fins arribar a 0,3 M on ja no s'han trobat germinacions.

El descens de la germinació amb MgCl₂ i Na₂SO₄ és molt més acusat que la sal anterior i a 0,2 M ja no s'obtenen germinacions.

Amb NaCl hi ha també descens de la germinació a 0,1 M, i a 0,2 M pràcticament no germina.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, $F=7,412$; $gl=6$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut un menor T₅₀ ha estat el control (Taula 6.45).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	6,0 ± 0,0 a	6,0 ± 0,0 a	6,0 ± 0,0 a	6,0 ± 0,0 a
0,1 M	7,5 ± 0,4 ab	7,3 ± 0,6 a	9,7 ± 0,5 bc	8,5 ± 0,7 abc
0,2 M	9,1 ± 0,9 bc	n.d.	n.d.	11,5 ± 0,5 c
0,3 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.45. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En el cas on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; $p < 0,05$)).

En línies generals es veu com el T₅₀ augmenta de forma directament proporcional a la concentració de cada tractament. Cal destacar el Na₂SO₄ a 0,1 M on el T₅₀ és significativament major que el control, cosa que no passa a les altres sals.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=31,822$; $gl=16$; $p=0,011$) (Taula 6.46).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA
0,1 M	0 ± 0 abA	0 ± 0 bA	2,8 ± 2,8 abA	0 ± 0 bA
0,2 M	2,5 ± 1,4 aA	1,0 ± 1,0 aA	3,0 ± 1,9 aA	7,2 ± 2,0 aB
0,3 M	0 ± 0 aA	3,0 ± 1,0 aA	5,0 ± 1,9 aA	2,0 ± 1,2 aAB
0,4 M	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	3,0 ± 1,9 aA	1,0 ± 1,0 aA

Taula 6.46. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

La recuperació en tots els casos ha estat ínfima, així i tot hi ha alguna diferència significativa entre tractaments. Cal destacar el NaCl a 0,2 M on s'ha obtingut la major recuperació de la germinació.

Aquestes dades de recuperació de la germinació baixes indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda, sobre tot, a la presència d'efectes de toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=53,949$; $gl=16$; $p<0,000$) (Taula 6.47).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	75,0 ± 6,6 aA	75,0 ± 6,6 aA	75,0 ± 6,6 aA	75,0 ± 6,6 aA
0,1 M	39,0 ± 7,0 acB	10,0 ± 4,8 bB	16,0 ± 7,1 abB	47,0 ± 1,9 cB
0,2 M	20,0 ± 3,7 aB	1,0 ± 1,1 bB	3,0 ± 1,9 bcB	10,0 ± 2,6 acC
0,3 M	0 ± 0 aC	3,0 ± 1,0 aB	5,0 ± 1,9 aB	2,0 ± 1,2 aCD
0,4 M	0 ± 0 aC	0 ± 0 aB	3,0 ± 1,9 aB	1,0 ± 1,0 aD

Taula 6.47. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En tots els tractaments la sal afecta de forma important a la germinació total, fins i tot a baixes concentracions.

En el cas de MgSO₄ es veu com a 0,2 M la germinació es veu molt reduïda i ja a 0,3 i 0,4 M aquesta sal ha afectat de tal manera que ja no pot germinar cap llavor.

Amb MgCl₂ i Na₂SO₄ ja hi ha una reducció important de la germinació total a 0,1 M, i a més concentració pràcticament no germina.

Amb NaCl hi ha una relativament alta germinació a 0,1 M, encara que significativament diferent al control. A concentracions més altes la germinació es veu molt reduïda.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.87).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació pràcticament no disminueix, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada per la toxicitat iònica de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.88).

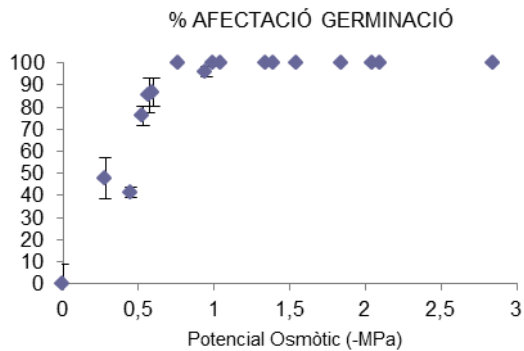


Figura 6.87. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

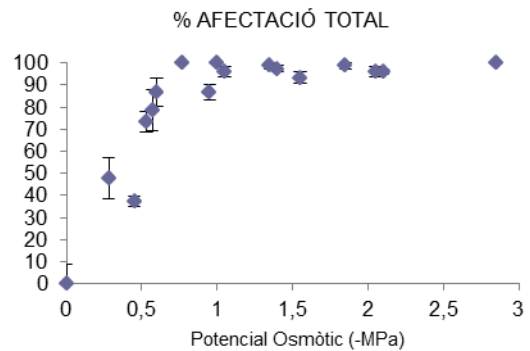


Figura 6.88. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic

En el cas d'aquesta espècie apreciam com la germinació es veu molt reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, la velocitat de la germinació també disminueix en tots els casos i la recuperació en quasi totes les sals i concentracions és molt baixa.

Hi ha altres espècies del gènere *Euphorbia* que poden aguantar molt millor la salinitat que l'*E. marginaliana*, per exemple *Euphorbia lathyris* pot recuperar la germinació havent estat uns 12 dies amb NaCl a 342 mM (Yanga *et al.*, 2013).

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 1: si la germinació ocorre és inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells destacables, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

***Euphorbia paralias* L.**

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta perenne, glabra, glauca i multicaule. Tiges de 30-70 cm, simples o ramificades, llenyoses i nues en la base, dretes, vermelloses, a vegades amb branques estèrils i també amb ciatis per sota del pleocasi. Fulles 3-30 x 2-15 mm, glauques, coriàcies, imbricades, linears-el·líptiques, a vegades un poc carnosos; les superiors, oblongues, senceres. Bràctees de 8-10 x 9-12 mm, suborbiculars, reniformes, mucronades. Bractèoles de 6,5-7 x 10-12 mm, de amplemunt ovades a reniformes. Inflorescència terminal amb 3-6 radis pleocasials, que es



Foto 6.265 Llavor d'*Euphorbia paralias*.



Foto 6.256. Hàbitat de l'espècie.

ramifiquen fins a tres vegades de forma dicòtoma. Glàndules grogues, emarginades, semilunars amb les puntes corbes i divergents. Càpsula de 3-5 x 4,5-6 mm, trígona, deprimida, glabra, amb 3 solcs profunds, amb els cocs lleugerament granulats. Llavors 3,2-3,5 x 2,7-2,8 mm, ovoides, grises o marrons motejades de gris. Carúncula molt petita, cònica, promptament caduca. $2n=16$ cromosomes (Benedí *et al.* 1997).

1.2 COROLOGIA

És una espècie distribuïda per totes les costes del Mediterrani i de l'Oceà Atlàntic arribant fins Irlanda i Holanda pel nord i a les illes macaronèsiques pel sud. A les Balears se la pot trobar a totes les illes majors exceptuant Dragonera.

1.3 HÀBITAT

Es desenvolupa sobre terrenys arenosos, situant-se, preferentment en els primers fronts dunars. És una espècie característica d'*Euphorbio-Ammophiletea*.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Es pol·linitza a través de dípters, encara que també es pot observar algun coleòpter i himenòpter (Gil, 1994). La dispersió és balòcora i pot arribar a una distància màxima de 10 m amb l'ajuda del vent i, en ocasions, de les formigues. Floreix de maig a octubre.

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix segons la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

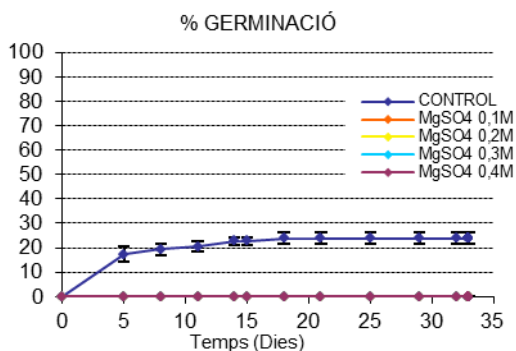


Figura 6.89. Germinació acumulada amb diferents concentracions de MgSO₄.

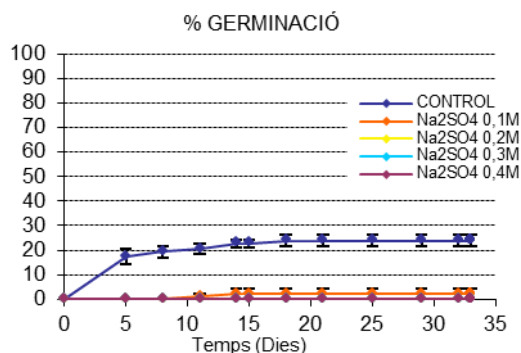


Figura 6.90. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na₂SO₄.

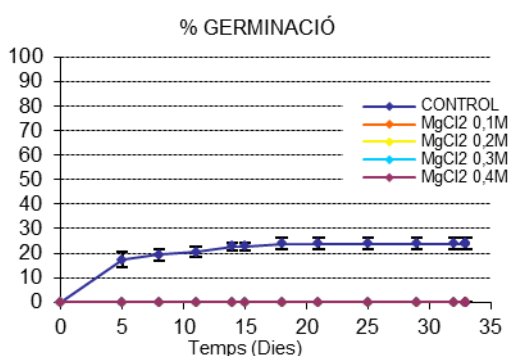


Figura 6.91. Germinació acumulada amb diferents concentracions de MgCl₂.

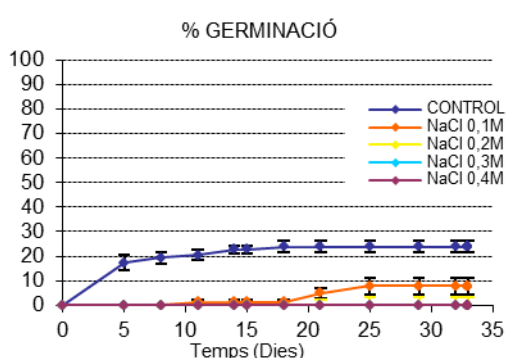


Figura 6.92. Germinació acumulada amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=54,503$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control, i fins i tot els de concentracions menors de cada una de les quatre sals mostren una gran afectació per les sals (Taula 6.48).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	23,8 ± 2,4 aA	23,8 ± 2,4 aA	23,8 ± 2,4 aA	23,8 ± 2,4 aA
0,1 M	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	2,2 ± 2,2 aB	7,8 ± 3,4 aB
0,2 M	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB
0,3 M	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB
0,4 M	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB

Taula 6.48. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.). (Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En gairebé tots els tractaments amb sal no s'ha obtingut germinació. Cal destacar Na₂SO₄ i NaCl a 0,1 M on s'han obtingut uns valors baixos, però no significativament diferents a les altres concentracions on no hi ha hagut cap germinació.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, $F=407,062$; $gl=2$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut un menor T₅₀ ha estat el control (Taula 6.49).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	3,6 ± 0,3 a	3,6 ± 0,3 a	3,6 ± 0,3 a	3,6 ± 0,3 a
0,1 M	n.d.	n.d.	11,0 b	20,0 ± 0,5 c
0,2 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,3 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.49. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.). (En el cas on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; $p < 0,05$)).

En línies generals es pot veure com el T₅₀ augmenta proporcional a la concentració de cada tractament. Cal destacar el T₅₀ de Na₂SO₄ a 0,1 M que és pràcticament la meitat del de NaCl a la mateixa concentració. Als altres tractaments no s'ha pogut calcular el T₅₀ ja que no hi ha hagut germinacions.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=29,000$; $gl=16$; $p=0,024$) (Taula 6.50).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA
0,1 M	0 ± 0 aA	4,5 ± 3,1 abAB	6,4 ± 1,2 bB	1,5 ± 1,8 abAB
0,2 M	5,2 ± 1,9 aA	14,8 ± 4,0 aB	10,7 ± 2,9 aB	8,9 ± 2,7 aBC
0,3 M	15,6 ± 5,5 aA	12,4 ± 3,2 aB	11,6 ± 2,4 aB	10,6 ± 3,9 aC
0,4 M	7,8 ± 3,2 aA	5,9 ± 3,4 aAB	8,5 ± 3,5 aAB	9,3 ± 3,9 aBC

Taula 6.50. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

Als resultats es pot veure com a baixes concentracions i a altes, els valors són similars, mentre que el màxim de recuperació de la germinació s'el troba en els tractaments amb 0,3 M, en els casos de MgSO₄, Na₂SO₄ i NaCl, i de 0,2 M en el de MgCl₂.

Aquestes dades de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda, sobre tot, a la presència d'efectes de toxicitat iònica que afecta als tractaments amb concentracions altes, i a efectes de disminució del potencial osmòtic que afecta als tractaments amb concentracions més baixes (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

El test no paramètric que s'ha realitzat a les dades indica que les diverses sals i concentracions no afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=25,522$; $gl=16$; $p=0,061$) (Taula 6.51), així i tot degut al valor de p ($p=0,061$), s'ha decidit considerar-lo parcialment significatiu i realitzar les proves a posteriori.

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	23,8 ± 2,4 aA	23,8 ± 2,4 aA	23,8 ± 2,4 aA	23,8 ± 2,4 aA
0,1 M	0 ± 0 aB	4,5 ± 3,1 abB	8,5 ± 1,9 bB	9,0 ± 4,4 abB
0,2 M	5,2 ± 1,9 aB	14,8 ± 4,0 aAB	10,7 ± 2,9 aB	8,9 ± 2,7 aB
0,3 M	15,6 ± 5,5 aAB	12,4 ± 3,2 aB	11,6 ± 2,4 aB	10,6 ± 3,9 aAB
0,4 M	7,8 ± 3,2 aB	5,9 ± 3,4 aB	8,5 ± 3,5 aB	9,3 ± 3,9 aAB

Taula 6.51. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

El control és significativament major que la resta de tractaments, per tant la sal afecta a la germinació total fins i tot a baixes concentracions.

En el cas de MgSO₄ es pot veure com a 0,1 M no hi ha cap tipus de germinació i els tractaments amb concentracions més elevades no difereixen significativament d'aquesta germinació nul·la.

Amb MgCl₂ i Na₂SO₄ ja hi ha una reducció important de la germinació total a 0,1 M, i a 0,2 M hi ha un augment, que torna a disminuir amb concentracions més elevades. En el cas de MgCl₂ amb 0,2 M no hi ha diferències significatives amb el control.

Amb NaCl hi ha una relativament alta germinació a 0,4 M, i sobre tot a 0,3 M, significativament igual al control.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -0,6 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.93).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix sobre tot als potencials osmòtics més baixos, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada pels potencials osmòtics alts, i presenta certa toxicitat iònica a potencials baixos de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.94).

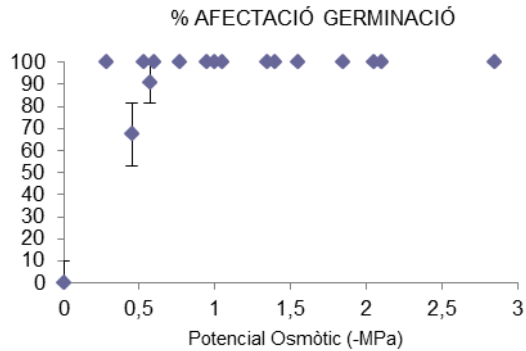


Figura 6.93. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

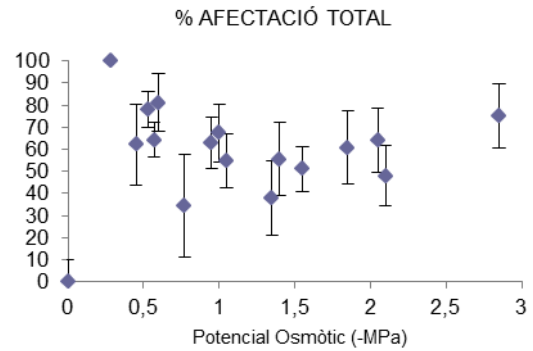


Figura 6.94. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic

En el cas d'aquesta espècie es pot apreciar com la germinació es veu molt reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, la velocitat de la germinació també disminueix en els casos on s'ha pogut determinar i la recuperació en quasi totes les sals i concentracions és baixa.

Tot i ser una espècie característica d'*Euphorbio-Ammophiletea* la seva capacitat de germinació front a la sal és força baixa. Aquest fet podria explicar la seva preferència, almenys a les Balears, per sistemes dunars lligats a desembocadures de torrents i la seva major abundància en els sistemes dunars d'ombroclimes més humits (Gil, com. pers.).

Hi ha *Euphorbia* que poden aguantar molt millor la salinitat que *E. paralias*, per exemple *E. lathyris* pot recuperar la germinació havent estat uns 12 dies amb NaCl a 342 mM (Yanga *et al.*, 2013).

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 1: la germinació ocorre de forma inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells destacables, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

Euphorbia pithyusa L.

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ



Foto 6.27. Llavor d'*Euphorbia pithyusa*.



Foto 6.28. Detall de la planta fructificada.

Planta glabra i glauca, llenyosa i ramosa a la base. Tiges de fins a 55 cm, frutescents, dretes i ramificades. Fulles de 5-28(-45) x 1-2 mm, linears-lanceolades, acuminades, enteres o finament dentades, les superiors erectes o erectes-patents, les inferiors, en dessecació, velles, reflexes. Bràctees ovades-orbiculars, mucronades. Inflorescència terminal, amb 5-8 radis pleocasials que es ramifiquen de forma dicòtoma fins a 5 (7-8) vegades. Sovint presenten alguns ciatis per sota de la inflorescència terminal, si bé la seva ramificació és força inferior. Glàndules de forma variable. Càpsula de 2,3-3,2 mm, solcada superficialment. Llavors 1,5-1,7(-2 mm), ovoides, finament rugoses, amb taques negres i blanques. $2n=36$ (28?) cromosomes (Benedí *et al.* 1997).

1.2 COROLOGIA

És una espècie de distribuïda pel Mediterrani Occidental: Balears, Còrcega, Sardenya, Sicília, Itàlia i França. A Balears està present la subespècie *pithyusa* a Mallorca, Menorca i Dragonera.

1.3 HÀBITAT

És una espècie colonitzadora de terrenys litorals de sòls pedregosos amb textura argilo-arenosa, sovint amb abundant matèria orgànica. També se la troba en zones de muntanya, en camps de conreu abandonats o en comunitats secundàries. A Balears es distribueix sobretot en terrenys litorals i en ambients ruderals de muntanya. Al litoral es localitza preferentment en el *Launaeenion cervicornis*.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Aquesta espècie té una pol·linització entomòfila, fonamentalment a través de dípters. La floració es produeix entre els mesos de juny i agost. S'ha observat la dispersió de les llavors a través de formigues. És una bona colonitzadora d'ambients nitròfils tant litorals com de muntanya (Gil, 1994).

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix segons la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

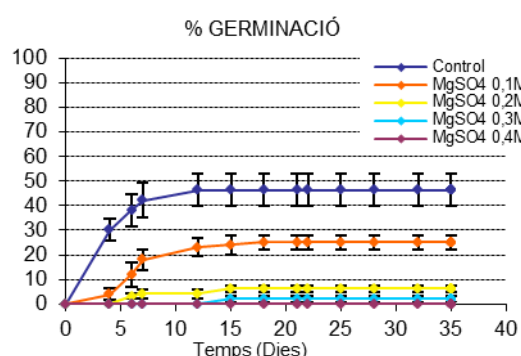


Figura 6.95. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

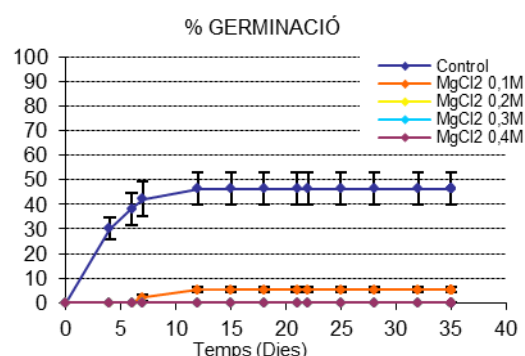


Figura 6.96. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

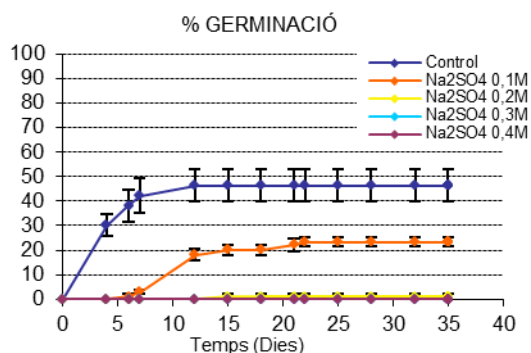


Figura 6.97. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na₂SO₄.

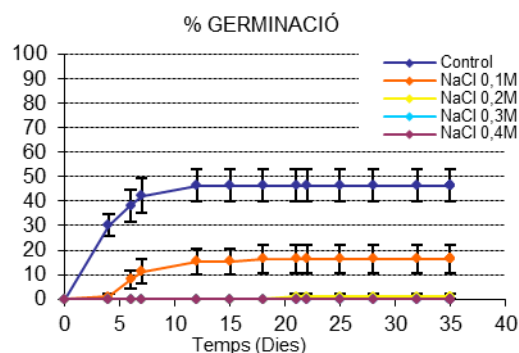


Figura 6.98. Germinació acumulada amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=58,296$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control, seguit de les concentracions inferiors d'algunes de les sals (Taula 6.52).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	46,3 ± 6,6 aA	46,3 ± 6,6 aA	46,3 ± 6,6 aA	46,3 ± 6,6 aA
0,1 M	25,2 ± 2,8 aB	5,3 ± 1,1 bB	23,2 ± 1,8 aB	16,4 ± 5,8 abB
0,2 M	6,3 ± 1,2 aC	0 ± 0 bC	1,0 ± 1,0 bC	1,0 ± 1,0 bB
0,3 M	2,0 ± 1,2 aCD	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aB
0,4 M	0 ± 0 aD	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aB

Taula 6.52. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.). (Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO₄ la germinació ja es veu reduïda a 0,1 M, i va disminuint segons augmenta la concentració.

En MgCl₂ la reducció de la germinació és molt més forta que a les altres sals, i amb 0,2 M ja no hi ha germinacions.

Amb Na₂SO₄ i NaCl el comportament és similar, hi ha disminució de la germinació amb 0,1 M, i amb més concentració de sals pràcticament no germina.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, F=15,243; gl=7; p<0,000). El tractament on s'ha obtingut un menor T₅₀ ha estat el control (Taula 6.53).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	3,1 ± 0,2 a	3,1 ± 0,2 a	3,1 ± 0,2 a	3,1 ± 0,2 a
0,1 M	6,0 ± 0,5 b	8,1 ± 0,8 bc	9,9 ± 0,5 bcd	6,2 ± 0,4 b
0,2 M	7,6 ± 2,0 bc	n.d.	n.d.	19,5 d
0,3 M	13,5 ± 0,0 cd	n.d.	n.d.	n.d.
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.53. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En el cas on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

En el cas de MgSO₄ es pot observar com el T₅₀ va augmentant proporcionalment a la concentració de cada tractament fins arribar al màxim a 0,3 M.

MgCl₂ i Na₂SO₄ tenen un comportament similar, augmentant unes 3 vegades el T₅₀ a 0,1 M respecte al control, a la resta de tractaments no s'ha pogut calcular.

En el cas de NaCl també va augmentant el T₅₀ fins al seu màxim a 0,2 M, a la resta de tractaments no s'ha pogut calcular.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (ANOVA, F=16,442; gl=16; p<0,000) (Taula 6.54).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
0,1 M	6,7 ± 2,5 ab	8,8 ± 3,0 ab	20,1 ± 6,4 abc	21,0 ± 5,2 abc
0,2 M	12,2 ± 0,9 ab	18,9 ± 4,5 abc	35,1 ± 3,7 cdef	27,6 ± 3,5 bcde
0,3 M	21,4 ± 6,2 abcd	43,3 ± 6,1 defg	55,7 ± 2,9 fg	26,3 ± 3,1 bcde
0,4 M	17,2 ± 6,0 abc	47,0 ± 5,5 efg	58,6 ± 2,9 g	44,2 ± 4,1 efg

Taula 6.54. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

Els resultats de la recuperació de la germinació indiquen que a més concentració en el tractament més recuperació s'obté. Na₂SO₄ és la sal amb la que s'obtenen uns resultats més elevats en totes les concentracions i MgSO₄ és la sal on s'obtenen els resultats menors, les altres dues sals tenen valors entremig d'aquestes dues.

Aquestes dades de recuperació de la germinació relativament elevades indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda, sobre tot, a la presència d'efectes de disminució del potencial osmòtic (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (ANOVA, F=7,894; gl=16; p<0,000) (Taula 6.55).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	46,3 ± 6,6 abc	46,3 ± 6,6 abc	46,3 ± 6,6 abc	46,3 ± 6,6 abc
0,1 M	30,3 ± 2,4 cde	13,6 ± 2,7 e	38,3 ± 6,1 abcde	33,1 ± 8,9 bcde
0,2 M	17,7 ± 0,8 e	18,9 ± 4,5 de	35,9 ± 3,1 abcde	28,2 ± 3,9 cde
0,3 M	22,8 ± 6,8 cde	43,3 ± 6,1 abcd	55,7 ± 2,9 ab	26,3 ± 3,1 cde
0,4 M	17,2 ± 6,0 e	47,0 ± 5,5 abc	58,6 ± 2,5 a	44,2 ± 4,1 abc

Taula 6.55. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

En el tractament amb MgSO₄ es pot veure com tots els tractaments menys 0,1 M són menors que el control.

Amb MgCl₂ a concentracions elevades s'obtenen valors significativament iguals al control, i amb concentracions baixes la germinació total és veu força disminuïda.

El cas de Na₂SO₄ seria el més destacable, ja que s'obtenen germinacions altes amb totes les concentracions, significativament iguals al control. Es pot destacar que amb 0,4 M s'obté un valor més alt que el control encara que no sigui significativament diferent.

I en el cas de NaCl s'obtenen valors que no difereixen significativament del control.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.99).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació total disminueix sobretot als potencials osmòtics més baixos, a partir de -1,5 MPa els valors d'afectació total són, fins i tot, negatius (Fig. 6.100). Tot això indica que aquesta espècie es veu afectada per la disminució del potencial osmòtic. En aquest cas es podria parlar de cert efecte de "priming", "osmoprimer" o condicionament osmòtic (Bosco de Oliveira & Gomes-Filho, 2016). S'han descrit aquests efectes sobretot en espècies cultivades, com per exemple en *Cucumis melo* (Sivritepe *et al.*, 2005), *Pisum sativum* (Senturk & Sivritepe, 2016; Naz *et al.*, 2014), *Zea mays* (Abraha & Yohannes, 2013), *Solanum lycopersicum* (Pradhan *et al.*, 2014), i *Silybum marianum* (Zavariyan *et al.*, 2015).

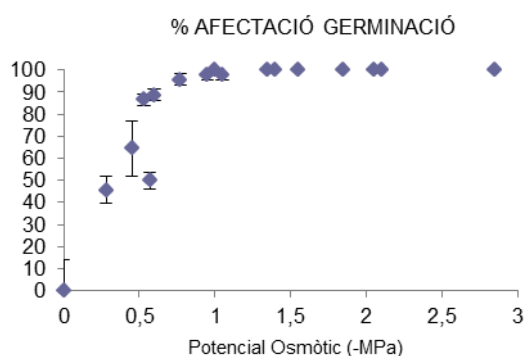


Figura 6.99. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

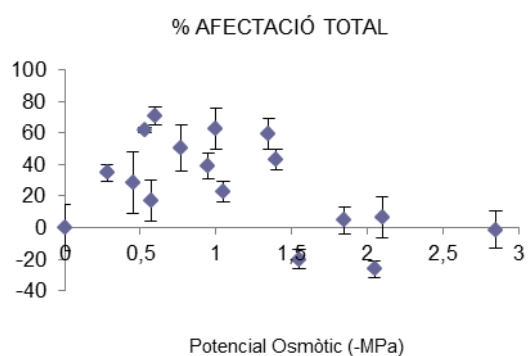


Figura 6.100. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie s'aprecia com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, la velocitat de la germinació també disminueix en els casos on s'ha pogut determinar, però la recuperació en quasi totes les sals i concentracions és alta i similar al control.

Hi ha *Euphorbia* que poden aguantar de forma similar la salinitat, per exemple *Euphorbia lathyris* pot recuperar la germinació havent estat uns 12 dies amb NaCl a 342 mM (Yanga *et al.*, 2013).

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 2: la germinació és inhibida fins i tot a baixes concentracions de sals, però després de passar les llavors a aigua destil·lada es recuperen a nivells iguals al control.

Glaucium flavum Crantz

1 INTRODUCCIÓ

0,5 mm



Foto 6.29. Llavor de *Glaucium flavum*.

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta bianual o perenne, glabra, més o menys pilosa a la base. Tija de 30-90 cm, robusta, generalment ramificada, més o menys estesa, ascendent o erecta. Fulles glauques, glabres o piloses, gruixudes, lirades-pinnatífides, de lòbuls incisos dentats, els inferiors molt petits; els basals de 8-35 x 4-5,5 cm, peciolades; les superiors cordiformes, amplexicaules. Flors grans, grogues, de 4-6 cm de diàmetre, solitàries. Peduncles curts, 1-2(2,5) cm, glabres. Sèpals, dos, verdosos, amb alguns pèls, de 15-30 x 5-10 mm, ovats-oblongs, amb tricomes espargits, caducs. Pètals,



Foto 6.30. Flors i fruits de l'espècie.

quatre, transovats, de 2,5-3,5 cm, d'un groc daurat, amb freqüència tacats de color taronja a la base. Ovari verd, papil·lós. Anteres grogues, de 2-2,5 mm bastant més curtes que els filaments linears, de 13-20 mm. Càpsula molt llarga, de 15-30 x 0,2-0,5 cm, ordinàriament arquejada, tuberculada o llisa. Llavors oblongues, subreniformes, negres, alveolades longitudinalment, reticulades, de 1,5-1,8 x 1 mm. $2n = 12$ cromosomes (Paiva & Sales, 1986).

1.2 COROLOGIA

Glaucium flavum és un tàxon d'àmplia distribució. Es localitza en tota Europa meridional i central, fins a Suècia; Àsia Occidental i Àfrica. També es troba naturalitzada a Nova Zelanda i en algunes àrees de Nord-Amèrica. A les Balears se la troba a les cinc illes majors.

1.3 HÀBITAT

Aquesta espècie és característica de l'associació *Hypochoerido radicansae-Glaucietum flavi*. Típica de les platges de còdols i les d'arenes gruixudes, que són més estables que les d'arena fina, la qual cosa permet que espècies com el *Glaucium flavum* s'hi desenvolupin. Posseeix un important caràcter primocolonitzador, la qual cosa fa que sigui afavorida per les accions antròpiques.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Espècie amb una pol·linització entomòfila, per autofecundació i per agamospèrmia (Gil, 1994). La floració es produeix entre els mesos d'abril a setembre.

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix segons la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

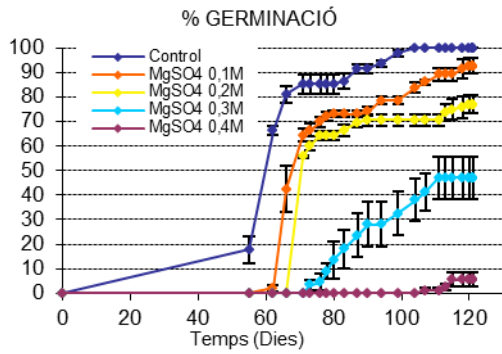


Figura 6.101. Germinació acumulada amb diferents concentracions de MgSO₄.

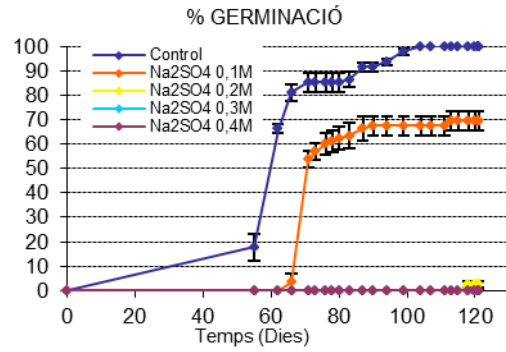


Figura 6.102. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na₂SO₄.

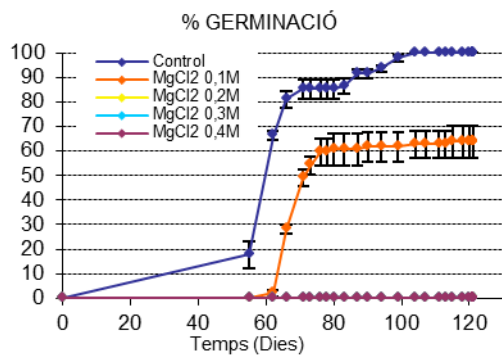


Figura 6.103. Germinació acumulada amb diferents concentracions de MgCl₂.

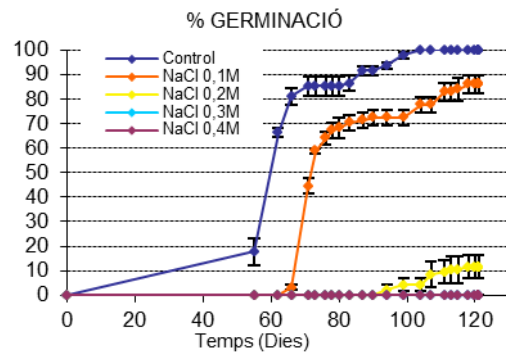


Figura 6.104. Germinació acumulada amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=60,034$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control, seguit dels tractaments de menor concentració de sals (Taula 6.56).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA
0,1 M	92,6 ± 3,1 aA	63,8 ± 6,5 aB	69,5 ± 3,9 bB	86,2 ± 3,7 abB
0,2 M	77,0 ± 3,7 aB	0 ± 0 bC	1,0 ± 1,0 bcC	11,6 ± 4,9 cC
0,3 M	47,0 ± 8,8 aB	0 ± 0 bC	2,3 ± 1,3 bC	0 ± 0 bD
0,4 M	5,6 ± 2,7 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aD

Taula 6.56. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO₄ la germinació ja es veu reduïda a 0,2 M, i va disminuint segons augmenta la concentració.

En MgCl₂ i Na₂SO₄ la reducció de la germinació és molt més forta que a les altres sals, i amb 0,2 M la germinació és nul·la o gairebé.

Amb NaCl el comportament és similar, hi ha disminució de la germinació amb 0,1 M, a 0,2 M encara hi ha algunes germinacions, i amb més concentració de sals no germina.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=34,008$; $gl=9$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut un menor T₅₀ ha estat el control (Taula 6.57).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	59,6 ± 0,4 aA	59,6 ± 0,4 aA	59,6 ± 0,4 aA	59,6 ± 0,4 aA
0,1 M	67,1 ± 1,3 abB	66,8 ± 0,7 aB	69,1 ± 0,2 bB	70,8 ± 0,4 cB
0,2 M	69,5 ± 0,2 aB	n.d.	116,5 ± 0,0 bC	107,1 ± 3,9 bC
0,3 M	88,8 ± 3,4 C	n.d.	n.d.	n.d.
0,4 M	110,5 ± 2,6 D	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.57. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En el cas on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En tots els casos el T₅₀ va augmentant proporcionalment a la concentració de cada tractament. Amb 0,1 M ja hi ha diferències significatives amb el control.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions no afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=17,473$; $gl=15$; $p=0,291$) (Taula 6.58).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,1 M	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0
0,2 M	90,6 ± 6,0	98,8 ± 1,2	97,7 ± 1,4	95,2 ± 2,8
0,3 M	98,2 ± 1,8	94,7 ± 1,1	97,4 ± 1,5	97,9 ± 1,2
0,4 M	96,3 ± 2,4	97,9 ± 1,2	96,5 ± 1,2	97,0 ± 1,9

Taula 6.58. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(En els casos on la germinació ha estat del 100 % no s'ha determinat (n.d.).)

El resultat de la recuperació de la germinació són molt alts a tots els tractaments, i s'arriba a aconseguir al voltant del 100 % de la recuperació.

Aquestes dades de recuperació de la germinació elevades indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda a la presència d'efectes de disminució del potencial osmòtic i no a toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions no afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=22,401$; $gl=16$; $p=0,131$) (Taula 6.59).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0
0,1 M	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0
0,2 M	97,9 ± 1,2	98,8 ± 1,2	97,7 ± 1,3	95,7 ± 2,5
0,3 M	98,9 ± 1,1	94,7 ± 1,1	97,4 ± 1,5	97,9 ± 1,2
0,4 M	96,7 ± 2,1	97,9 ± 1,2	96,5 ± 1,2	97,0 ± 1,9

Taula 6.59. Germinació total (% ± e.s.).

En tots els casos la germinació total està al voltant del 100 % i no s'observen diferències significatives amb el control.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.105).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix molt, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada per la disminució del potencial osmòtic (Fig. 6.106).

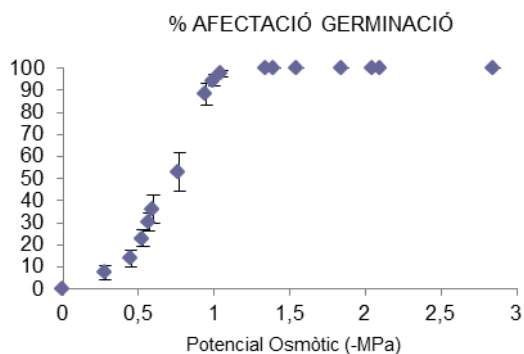


Figura 6.105. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

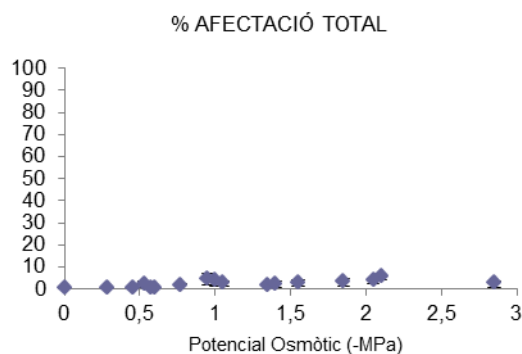


Figura 6.106. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie s'aprecia com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, la velocitat de la germinació també disminueix en els casos on s'ha pogut determinar, però la recuperació en totes les sals i concentracions és alta i arriba a germinar igual que el control.

Glaucium flavum pot tolerar moderadament la salinitat, sent capaç de florir i produir fruits amb concentracions de 0,3 M (Cambrollé *et al.*, 2011), així i tot no és capaç de germinar amb aquesta mateixa concentració de NaCl, però una vegada rentades les sals, la germinabilitat es recupera.

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 2: la germinació és inhibida fins i tot a baixes concentracions de sals, però després de passar les llavors a aigua destil·lada es recuperen a nivells iguals al control.

***Helianthemum caput-felis* Boiss.**

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ



Foto 6.30. Detall de la flor i dels fruits.



Foto 6.29. Llavor de *Helianthemum caput-felis*.

Planta perenne, cespitosa, de rizoma i tiges llenyoses, albo-tomentosa, de 10-30 cm. Fulles breument peciolades, carnoses, albo-tomentoses, amb les voreres revolutes, 6-15 x 2-10 mm; les inferiors, el·líptiques subcordiformes; les superiors, lanceolades o linears. Flors d'un color groc-daurat, amb una taca ataronjada a la base, 4-10 en raïms subcimosos. Sèpals externs aovats mucronats, la meitat més curts que els sèpals interns ovats-oblongs de 2-3 mm, coberts de pèls blancs, més llargs que els de les fulles. Pètals de 8-12 mm. Càpsula pilosa, curta, inclosa dins el calze. $2n=24$ cromosomes (López González, 1993).

1.2 COROLOGIA

És un tàxon microareal de distribució mediterrània sud-occidental present en la Península Ibèrica (Alacant), en el Nord d'Àfrica, Sardenya i Mallorca.

1.3 HÀBITAT

Aquesta espècie és característica del *Teucrio dunensis-Helianthemum capitis-felicis*, comunitat del *Rosmarino-Ericion* dunar (*Halimionenion halimifolii*) del Sud de Mallorca. Es desenvolupa sobre dunes consolidades, sobre sòls

arenosos, escassos, amb poca fondària. Actua com a comunitat de substitució del savinar i no és rar trobar-lo en la seva orla. També es troba present en terrenys rocosos i arenosos de penya-segats marítims, fins i tot com a subrupícola.

1.4 **BIOLOGIA REPRODUCTIVA**

Aquesta espècie presenta una pol·linització entomòfila en la qual himenòpters i coleòpters són els principals vectors. Les llavors presenten dormició tegumentària. Se la pot trobar florida de febrer a juny, i té el seu màxim de floració durant l'abril. S'ha observat que les llavors poden germinar dins les càpsules (Gil, 1994).

1.5 **PROTECCIÓ**

Aquesta espècie es troba inclosa dins el Conveni de Berna (1991) i figura a l'Annex II de la Directiva d'hàbitats (1992).

2 **RESULTATS I DISCUSSIÓ**

2.1 **TEMPS ÒPTIM D'ESCARIFICACIÓ AMB H₂SO₄**

El temps de tractament per l'escarificació amb H₂SO₄ concentrat (96%) té efecte sobre la germinació posterior d'aquesta espècie (ANOVA, F=10,184; gl=3; p=0,001).

Temps (min.)	% de germinació ± e.s.	T ₅₀ ± e.s.
5	51,5 ± 2,7 b	15,4 ± 0,1 a
10	77,3 ± 6,7 a	12,6 ± 0,8 b
20	89,0 ± 3,4 a	8,0 ± 0,8 c
30	76,0 ± 5,8 a	3,4 ± 0,2 d

Taula 6.60. Efecte del temps d'escarificació amb àcid sobre la germinació i el T₅₀ (dies ± e.s.).

(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

Com es pot observar, la germinació va augmentant segons el temps d'escarificació (Taula 6.60). El valors més alts de germinació se troben als tractaments de 10, 20 i de 30 minuts, sense haver-hi diferències significatives entre ells.

El T₅₀ també es veu afectat pel temps d'escarificació amb àcid (test de Kruskal-Wallis, chi²=14,118; gl=3; p=0,003), essent el menor l'aconseguit amb 30 minuts (Taula 6.60).

Considerem que el temps d'escarificació amb àcid per aconseguir una òptima germinació estaria al voltant dels 30 minuts. Hem decidit ser conservadors i utilitzar un temps menor d'aquest, i escarificar durant 20 minuts, ja que a més temps algunes llavors es veien destruïdes per l'àcid, a més, la bibliografia consultada indica que el temps d'escarificació per aconseguir una màxima germinació per aquest *Helianthemum* estaria al voltant dels 15 minuts (Gorgues *et al.* 2005).

2.2 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix segons la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

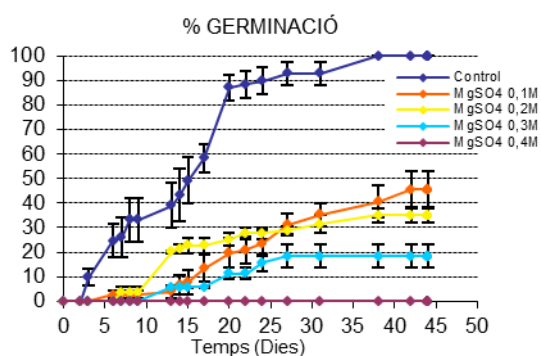


Figura 6.107. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

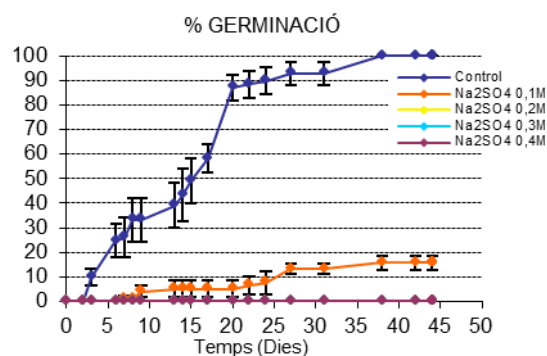


Figura 6.108. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

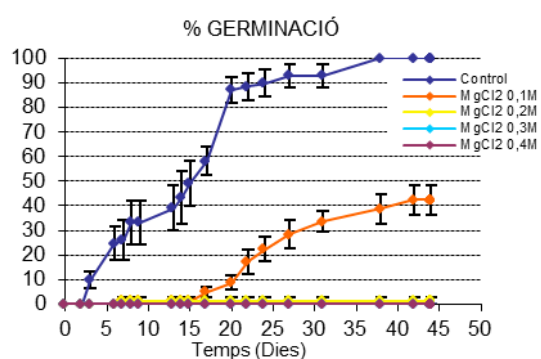


Figura 6.109. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

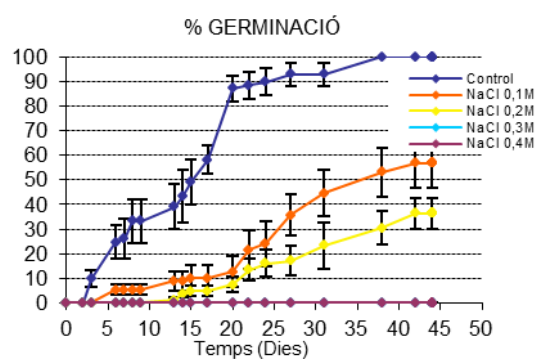


Figura 6.110. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $NaCl$.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=64,367$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control, seguit dels tractaments de menor concentració de sals (Taula 6.61).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA
0,1 M	45,6 ± 7,2 aB	42,4 ± 5,9 aB	15,6 ± 2,9 bB	56,8 ± 9,9 aB
0,2 M	35,0 ± 2,7 aB	1,4 ± 1,4 bC	0 ± 0 bC	36,5 ± 6,3 aB
0,3 M	18,5 ± 4,7 aC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC
0,4 M	0 ± 0 aD	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC

Taula 6.61. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO₄ la germinació ja es veu reduïda a 0,1 M, i va disminuint segons augmenta la concentració, a 0,4 M hi ha inhibició total de la germinació.

Amb MgCl₂ hi ha reducció de la germinació a 0,1 M i amb concentracions més elevades no hi ha germinacions.

Amb Na₂SO₄ la reducció de la germinació és molt més elevada que a les altres sals, i amb 0,2 M no hi ha germinacions.

Amb NaCl hi ha disminució de la germinació amb 0,1 M, a 0,2 M i amb més concentració de sals no germina.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, $F=4,334$; $gl=8$; $p=0,002$). El tractament on s'ha obtingut un menor T₅₀ ha estat, generalment, el control (Taula 6.62).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	13,4 ± 2,1 ab	13,4 ± 2,1 ab	13,4 ± 2,1 ab	13,4 ± 2,1 ab
0,1 M	20,9 ± 2,8 abc	23,8 ± 1,1 abc	17,9 ± 4,6 abc	24,9 ± 2,2 bc
0,2 M	12,3 ± 0,5 a	6,5 ab	n.d.	26,5 ± 3,2 c
0,3 M	17,2 ± 2,1 abc	n.d.	n.d.	n.d.
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.62. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En el cas on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

Només hi ha diferències significatives entre les concentracions de cada sal en el tractament amb NaCl, on es troba el T₅₀ més elevat.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=48,366$; gl=15; $p<0,000$) (Taula 6.63).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,1 M	52,0 ± 11,1 aA	39,0 ± 9,3 abA	33,0 ± 11,0 abA	17,4 ± 6,2 bAB
0,2 M	31,8 ± 4,3 aA	14,2 ± 1,3 bB	3,1 ± 1,0 cB	28,2 ± 7,5 abA
0,3 M	16,2 ± 2,7 aB	4,0 ± 4,0 abBC	2,1 ± 2,1 bAB	17,0 ± 3,4 abA
0,4 M	5,0 ± 2,5 aB	0 ± 0 aC	4,2 ± 2,9 aAB	1,0 ± 1,0 aB

Taula 6.63. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(En el cas on la germinació ha estat del 100 % no s'ha determinat (n.d.). Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; p < 0,05)).

El resultat de la recuperació de la germinació són força baixos a tots els tractaments, i no s'arriba a aconseguir mai valors iguals al control. Cal destacar els valors de la recuperació a 0,4 M que són pràcticament nuls.

Aquestes dades de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda a la presència d'efectes de toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=61,083$; $gl=16$; $p<0,000$) (Taula 6.64).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA
0,1 M	89,3 ± 4,9 aA	77,7 ± 7,4 aB	56,3 ± 12,6 aB	71,5 ± 3,7 aB
0,2 M	63,7 ± 2,5 aB	19,7 ± 2,8 bC	3,4 ± 1,2 cC	60,8 ± 5,7 aB
0,3 M	38,4 ± 5,0 aC	5,6 ± 5,6 bCD	2,6 ± 2,6 bC	22,7 ± 4,9 abC
0,4 M	7,3 ± 4,0 aD	0 ± 0 aD	5,6 ± 3,9 aC	1,3 ± 1,3 aD

Taula 6.64. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En tots els casos es pot veure com hi ha una disminució de la germinació proporcional a la concentració de cada sal. Cal destacar el cas de Na₂SO₄ on a partir de 0,1 M no s'obté germinació.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1,3 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.111).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació pràcticament es manté igual, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada per efectes de toxicitat iònica de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.112).

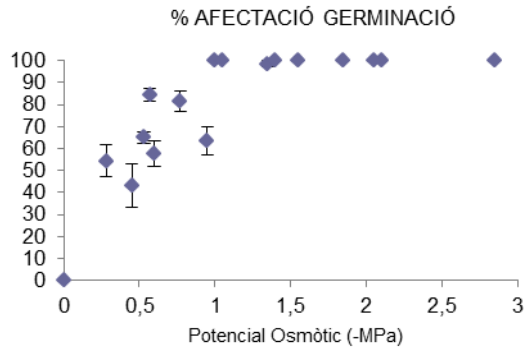


Figura 6.111. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

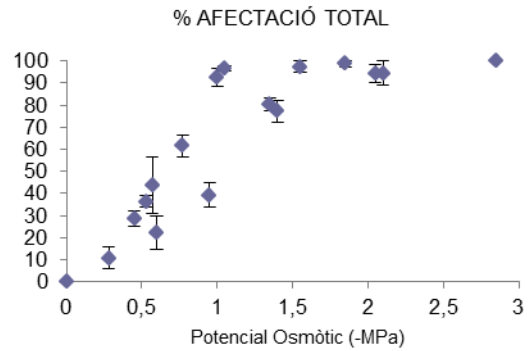


Figura 6.112. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie es pot apreciar com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals. La velocitat de la germinació també disminueix en els casos on s'ha pogut determinar. La recuperació de la germinació és inversament proporcional a la concentració de cada sal, encara que a concentracions baixes s'obté una recuperació prou alta, però significativament menor que el control.

Luna & Chamorro (2016) indiquen que *Helianthemum apenninum* pot germinar sense diferències significatives amb el control fins a un potencial osmòtic del -0,8 MPa (equivalent a una concentració de 0,17 M de NaCl). En els resultats que es presenten aquí es veu com l'*Helianthemum caput-felis* disminueix significativament la seva germinació amb una concentració de 0,1 M.

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 1: si la germinació ocorre és inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells destacables, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

***Helichrysum stoechas* (L.) Moench**

Gnaphalium stoechas L.

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta perenne que forma petites mates albo-tomentoses, de (5-)10-50(-100) cm, de tiges llenyoses a la base, erectes o ascendents, ramificades. Fulles linears de (3-)10-25(-50) x 0,5-2,1 mm, de marge revolut, uninervades, albo-tomentoses en ambdues cares, o verdoses en el revers, agudes a l'apex, aromàtiques per fregament. Capítols petits, pedicel·lats, en corimbe compost, dens, de 1,5-3(-6) cm d'amplària, amb bractèoles, però sense fulles a la base. Involucre de 4-7 x 4-7,5 mm, globulós, de color groc daurat, amb 3-4 files de



Foto 6.32. Detall de la floració.

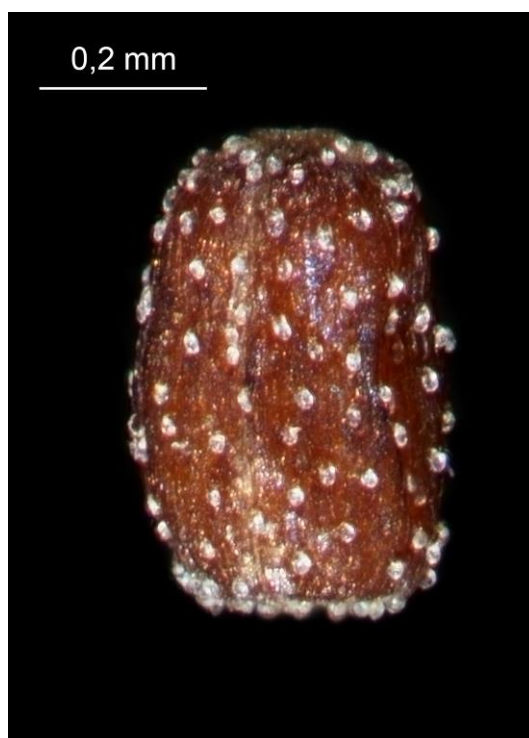


Foto 6.31. Cariopsi de *Helichrysum stoechas*.

bràctees desiguals, laxament imbricades, escarioses, groc citrí o lleugerament ataronjades, les exteriors ovades-lanceolades, les interiors oblongues, molt obtuses, peludes sobre el dors, i sense, o amb poques, glàndules. Flors femenines de 3-4 mm; les hermafrodites de (2,9-)3-4,2 mm. Cípsels petites, de 0,4-0,5 x 0,2-0 3 mm, de color marró, cobertes de petites glàndules brillants. Vil·là de (2,9-)3-4,2 mm. $2n= 28$ cromosomes (Clapham, 1976).

És un tàxon que presenta una gran variabilitat morfològica. S'han

descriu molts tàxons locals, encara que la majoria semblen no arribar a la categoria de subespècie.

1.2 COROLOGIA

És un tàxon de distribució mediterrània, arribant fins les costes del Sud d'Europa, Nord d'Àfrica i Portugal. També es troba a les costes atlàntiques franceses. A les Illes Balears és una espècie amplament distribuïda i present a les cinc illes majors. Destaca, sobretot, la seva abundància a les Pitiüses.

1.3 HÀBITAT

Es tracta d'una espècie de caràcter oportunista. A les Gimnèsies ocupa principalment terrenys litorals arenosos, tant dunes com roquissars. En canvi a les Pitiüses i a alguns llocs de Mallorca, ocupa també camps de conreu sense cultivar i clars de matollar, formant part de diversos estadis successional del *Rosmarino - Ericion multiflorae*.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Produeix una elevada quantitat de llavors a partir d'una pol·linització per insectes molt generalistes, i a més té una molt ràpida germinació sota diversos rangs de temperatures, d'aquí que tingui un alt caràcter oportunista (Gil, 1994). Se la pot trobar florida des del mes d'abril fins juny, si bé és habitual trobar exemplars aïllats florint en altres mesos (Gil, 1994).

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix a mesura que s'incrementa la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

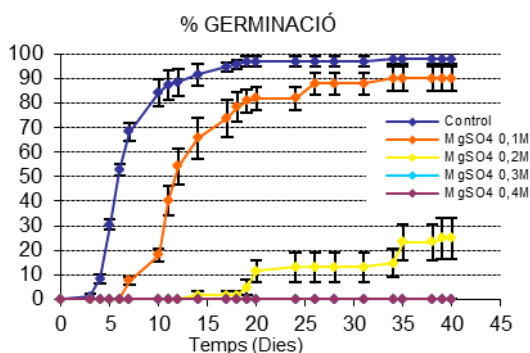


Figura 6.113. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

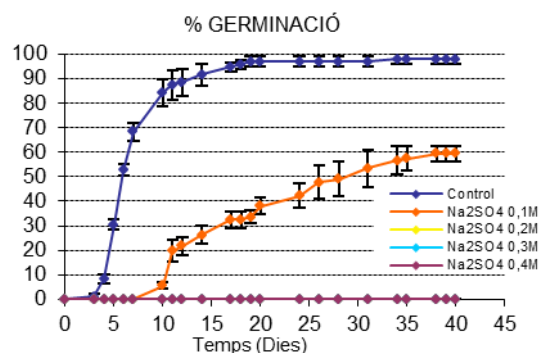


Figura 6.114. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

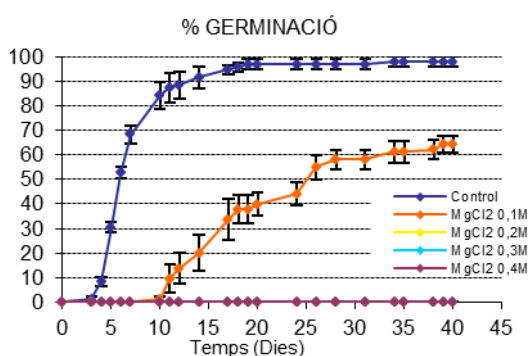


Figura 6.115. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

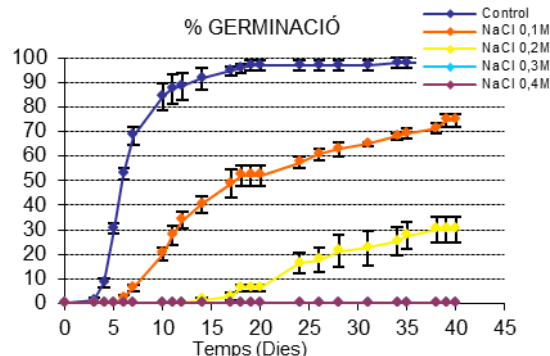


Figura 6.116. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $NaCl$.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=66,560$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals, sobretot de $MgSO_4$ a 0,1 M (Taula 6.65).

Concentració	$MgSO_4$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$NaCl$
0,0 M	97,9 ± 2,1 aA	97,9 ± 2,1 aA	97,9 ± 2,1 aA	97,9 ± 2,1 aA
0,1 M	90,0 ± 4,9 aA	64,3 ± 3,2 bcB	59,5 ± 3,0 cB	74,5 ± 2,9 abB
0,2 M	24,8 ± 8,4 aB	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	30,1 ± 5,2 aC
0,3 M	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aD
0,4 M	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aD

Taula 6.65. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.). (Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

Així, amb $MgSO_4$ i $NaCl$ es produeix un descens significatiu del percentatge de germinació a 0,2 M i amb concentracions més elevades, pràcticament no germina cap llavor.

Amb $MgCl_2$ i Na_2SO_4 es produeix un descens significatiu de la germinació ja a 0,1 M i amb concentracions superiors s'observa una inhibició total de la germinació.

COMPORTAMENT DEL T_{50}

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T_{50} (ANOVA, $F=11,220$; $gl=6$; $p<0,000$) a les proves a les quals s'ha obtingut germinació (Taula 6.66).

Concentració	$MgSO_4$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$NaCl$
0,0 M	5,9 ± 0,1 a	5,9 ± 0,1 a	5,9 ± 0,1 a	5,9 ± 0,1 a
0,1 M	11,5 ± 0,4 ab	17,4 ± 2,2 bcd	15,9 ± 1,1 bc	13,3 ± 1,5 ab
0,2 M	23,4 ± 3,6 cd	n.d.	n.d.	25,8 ± 2,8 d
0,3 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.66. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T_{50} (dies ± e.s.). (En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; $p < 0,05$)).

En totes les sals el T_{50} augmenta de manera directament proporcional a la concentració de cadascun dels tractaments.

Amb $MgSO_4$ i $NaCl$ es produeix un augment significatiu del T_{50} a 0,2 M.

Amb $MgCl_2$ i Na_2SO_4 aquest augment significatiu del T_{50} es produeix a 0,1 M.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (ANOVA, $F=6,182$; $gl=15$; $p<0,000$) (Taula 6.67).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,1 M	91,7 ± 8,3 ab	91,9 ± 2,7 ab	88,7 ± 4,2 ab	95,0 ± 5,0 a
0,2 M	87,9 ± 5,6 abc	76,3 ± 6,7 abc	79,4 ± 4,1 abcd	96,4 ± 3,6 a
0,3 M	86,0 ± 4,0 abc	60,7 ± 6,9 cd	73,3 ± 5,9 abcd	81,7 ± 3,9 abcd
0,4 M	76,8 ± 5,5 abc	56,4 ± 6,9 d	56,4 ± 5,4 d	66,4 ± 5,9 bcd

Taula 6.67. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat 91% o superior, no s'ha determinat la recuperació (n.d.). (Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; $p < 0,05$)).

La recuperació de la germinació ha estat més elevada en els casos on la concentració de sals ha estat més baixa, i s'obté un gradient on hi ha una relació inversament proporcional entre la concentració de sals i el percentatge de recuperació de la germinació, així i tot els valors més baixos estan al voltant del 50%.

Aquestes dades de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda, sobretot, als factors de potencial osmòtic, i a altes concentracions de sals també a efectes de toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (ANOVA, $F=11,292$; $gl=16$; $p<0,000$) (Taula 6.68).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a	100 ± 0 a
0,1 M	98,7 ± 1,3 ab	96,9 ± 1,0 ab	95,6 ± 1,7 abc	98,9 ± 1,1 ab
0,2 M	91,0 ± 4,9 abc	76,3 ± 6,7 bcdef	79,4 ± 4,1 abcdef	97,2 ± 2,8 ab
0,3 M	86,0 ± 4,0 abcd	60,7 ± 6,9 ef	73,3 ± 5,9 cdef	81,7 ± 3,9 abcde
0,4 M	76,8 ± 5,5 abcdef	56,4 ± 6,9 f	56,4 ± 5,4 f	66,4 ± 5,9 def

Taula 6.68. Germinació total (% ± e.s.).
(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; $p < 0,05$)).

En el cas de $MgSO_4$ la germinació total arriba a igualar-se al control amb totes les concentracions i no s'han trobat diferències significatives.

Amb $MgCl_2$ a 0,1 M no hi ha diferències significatives amb el control, però hi ha una disminució de la germinació total, inversament proporcional a la concentració de cadascun dels altres tractaments.

Amb Na_2SO_4 no és fins a 0,3 M on s'obté un resultat que difereix significativament del control.

I en el cas de $NaCl$ és a 0,4 M on s'obté un resultat significativament inferior al control.

AFFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.117).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada per efectes de potencial osmòtic de les diferents sals de cada tractament, encara que a potencials baixos s'observa certa afectació per toxicitat iònica (Fig. 6.118).

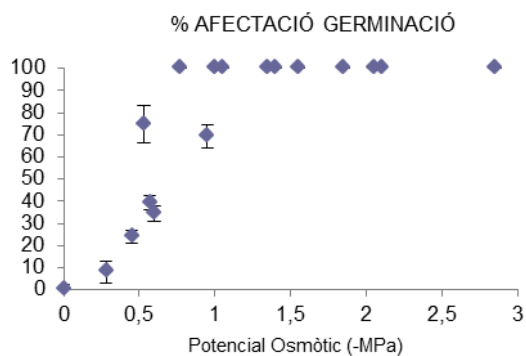


Figura 6.117. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

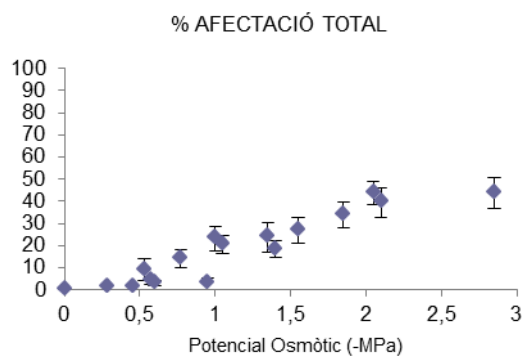


Figura 6.118. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic

A la bibliografia consultada s'obtenen resultats amb $NaCl$ similars, encara que una mica menors de germinació, i majors de velocitat de germinació (García-Fayos *et al.*, 2000), aquestes petites diferències podrien ser degudes a l'origen de les llavors que s'utilitzaren, ja que eren procedents d'una zona endorreica interior (Petrer, Alacant).

El caràcter oportunista d'aquesta espècie li permet germinar ràpidament a tardor (Gil, 1994) una vegada s'han rentat les sals dipositades al substrat durant l'època estiuenca.

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 2: La germinació és fortament inhibida fins i tot a baixes salinitats. La recuperació de la germinació arriba a ser similar a la germinació amb aigua dolça, o una mica menor.

***Launaea cervicornis* (Boiss.) Font Quer & Rothm.**

Prenanthes cervicornis Boiss.

Sonchus cervicornis (Boiss.) Nyman

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Petit arbust espinós, de fins a 40 cm, amb forma de coixinet, fet que és una clara adaptació al seu hàbitat, els roquissars litorals ventosos. Fulles majoritàriament disposades en roseta, poc perceptibles entre les branques espinoses del coixinet, dentades o pinnatisectes, amb lòbuls més o menys triangulars, sencers i mucronats. Capítols de color groc i pedunculats, cadascun dels quals porta onze flors de mitjana (Llorens *et al.*, 2009). Involucre de 8-10 x 3-4 mm. Bràctees de 1-1,5 mm d'amplària, amb els marges escariosos. Aquests capítols es produeixen sobre tiges divaricades i molt ramoses, que s'entrellacen entre si, i semblen banyes de cérvol, d'on deriva el nom llatí de l'espècie.

Cípsels de 3,25-4 x 0,5-0,7 mm, cilíndriques, sovint corbades, amb 4 costelles. Papus de 4-5 mm, persistent. $2n=18$ cromosomes (Dahlgren, Karlsson & Lassen, 1971; Cardona, 1974).

1.2 COROLOGIA

És una espècie endèmica de les Gimnèsies, on és abundant, però localitzada només als roquissars litorals, en especial del nord i est de Mallorca i de tota Menorca. Rarament s'allunya de la costa assolint alguna població de la Serra de Tramuntana els 100 m d'altura i altres poden arribar als 300 m a la serra d'Artà, sempre en llocs ventosos amb influència marina. A Menorca se'n coneixen cites del Toro (358 m). Aquestes citacions puntuals de l'espècie fora dels hàbitats estrictament litorals es relacionen sempre amb indrets on la influència del vent de Tramuntana i, especialment, de Mestral (menys humit) és molt evident. De fet, s'ha descrit per aquesta espècie un procés de limitació de



Foto 6.33. Cípsela de *Launaea cervicornis*.

la dispersió de les seves diàspores (atelecoria) per mor de l'elevada humitat pròpia dels ambients litorals (Llorens *et al.*, 2009)

Es coneix una citació de Cabrera (Alomar *et al.*, 1988), però o bé ha desaparegut o bé es tracta d'una errada.

És un esquizoendemisme (Favarger i Contandriopoulos, 1961) vicariant de *L. lanifera* distribuït pel sud d'Espanya, Nord d'Àfrica, Fuerteventura, i possiblement, per Aràbia, i de *L. arborescens* distribuït pel sud-est d'Espanya, Àfrica nord-occidental i Canàries, amb la qual presenta una certa semblança morfològica.

1.3 HÀBITAT

Se la troba en zones litorals. És espècie característica de l'associació *Launaeetum cervicornis*.



Foto 6.34. Planta al seu hàbitat.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Les flors tenen una durada molt curta, inferior a les 8 hores, totes les flors del capítol obren a la vegada com si es tractés d'una sola flor (pseudant). Les plantes són auto-incompatibles, i el vector pol·linitzador són els insectes, en especial himenòpters i lepidòpters. El fet més destacable és la seva dispersió ja que tot i presentar fruits en cípsela proveïda de vil·là, fet que fa pensar en

dispersió per vent, l'espècie no usa majoritàriament aquest sistema per mor de la humitat ambiental dels roquissars. Aquesta provoca l'aglomeració dels vil·lans i fa que les llavors caiguin als voltants o, fins i tot, dins dels mateixos coixinets originals limitant-ne la dispersió. Això fa que la majoria de llavors quedin prop dels roquissars on l'espècie és competitiva i no arribi a indrets que no li són favorables (Llorens *et al.*, 2009).

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix a mesura que s'incrementa la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

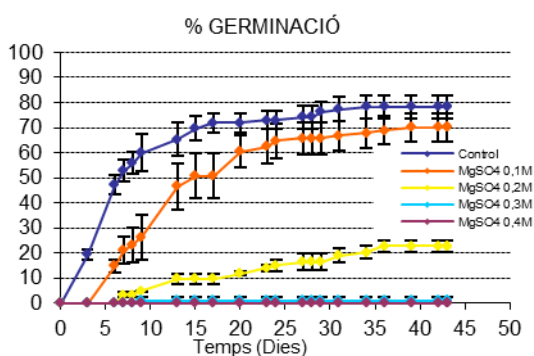


Figura 6.119. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

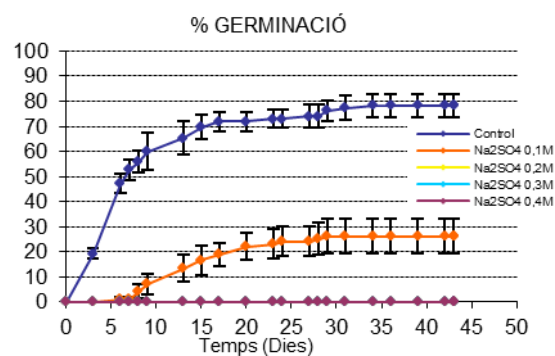


Figura 6.120. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

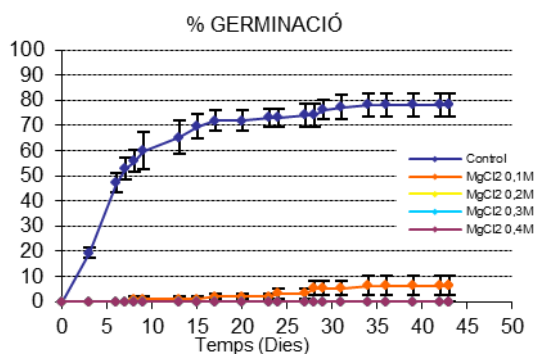


Figura 6.121. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

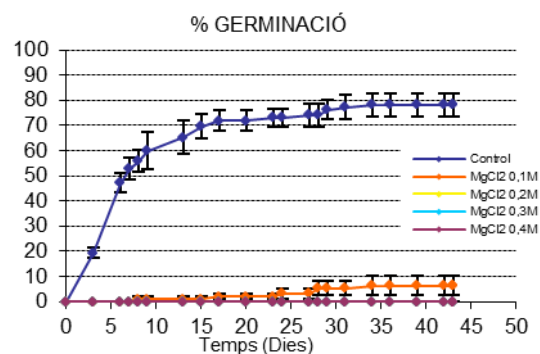


Figura 6.122. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $NaCl$.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=61,571$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cadascuna de les quatre sals, sobretot de $MgSO_4$ a 0,1 M (Taula 6.69).

Concentració	$MgSO_4$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$NaCl$
0,0 M	78,3 ± 4,5 aA	78,3 ± 4,5 aA	78,3 ± 4,5 aA	78,3 ± 4,5 aA
0,1 M	70,1 ± 5,5 aA	6,4 ± 3,8 cB	26,2 ± 6,7 bcB	44,5 ± 7,5 abB
0,2 M	22,8 ± 2,4 aB	0 ± 0 bB	0 ± 0 bC	2,1 ± 1,2 bC
0,3 M	1,1 ± 1,1 aC	0 ± 0 aB	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC
0,4 M	0 ± 0 aC	0 ± 0 aB	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC

Taula 6.69. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

Així, amb $MgSO_4$ es produeix un descens significatiu del percentatge de germinació a 0,2 M i amb concentracions més elevades, pràcticament hi ha una inhibició completa de la germinació.

Amb $MgCl_2$ es produeix un descens significatiu de la germinació ja a 0,1 M on pràcticament no s'obtenen germinacions, a concentracions superiors la germinació es nul·la.

Amb Na_2SO_4 també hi ha un descens de la germinació a 0,1 M i als tractaments amb concentracions superiors ja no s'han obtingut germinacions.

En el cas de $NaCl$ a 0,1 M es produeix un descens significatiu de la germinació, i a concentracions superiors ja no s'han obtingut germinacions.

COMPORTAMENT DEL T_{50}

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T_{50} (ANOVA, $F=7,994$; $gl=7$; $p<0,000$) a les proves a les quals s'ha obtingut germinació (Taula 6.70).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	5,1 ± 0,1 a	5,1 ± 0,1 a	5,1 ± 0,1 a	5,1 ± 0,1 a
0,1 M	11,8 ± 2,2 b	22,5 ± 3,4 b	12,8 ± 1,3 b	10,5 ± 1,4 ab
0,2 M	18,4 ± 4,2 b	n.d.	n.d.	21,3 ± 7,3 b
0,3 M	8,5 ab	n.d.	n.d.	n.d.
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.70. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

En totes les sals el T₅₀ augmenta de manera directament proporcional a la concentració de cadascun dels tractaments.

Amb MgSO₄, MgCl₂ i Na₂SO₄ es produeix un augment significatiu del T₅₀ a 0,1 M.

Amb NaCl aquest augment significatiu del T₅₀ no es produeix fins a 0,2 M.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (ANOVA, F=8,383; gl=16; p<0,001) (Taula 6.71).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	45,8 ± 4,2 d	45,8 ± 4,2 d	45,8 ± 4,2 d	45,8 ± 4,2 d
0,1 M	45,0 ± 5,8 d	56,6 ± 5,1 cd	93,0 ± 2,7 a	79,0 ± 1,8 abc
0,2 M	91,4 ± 3,6 ab	70,5 ± 3,1 bcd	78,9 ± 5,8 abc	84,5 ± 2,4 abc
0,3 M	88,9 ± 4,5 ab	78,2 ± 3,4 abc	92,5 ± 2,1 ab	85,6 ± 2,6 abc
0,4 M	82,3 ± 4,5 abc	86,0 ± 6,0 ab	91,6 ± 3,9 ab	81,0 ± 2,3 abc

Taula 6.71. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

La recuperació de la germinació ha estat molt elevada en tots els casos. En general, a mesura que s'incrementa la concentració de sals augmenta el percentatge de recuperació.

Aquestes dades elevades de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda, sobretot, als factors de potencial osmòtic (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que algunes sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (ANOVA, $F=3,733$; $gl=16$; $p<0,000$) (Taula 6.72).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	87,9 ± 3,0 ab	87,9 ± 3,0 ab	87,9 ± 3,0 ab	87,9 ± 3,0 ab
0,1 M	82,9 ± 4,8 abc	58,9 ± 5,8 c	94,7 ± 2,0 a	88,7 ± 1,0 ab
0,2 M	93,2 ± 2,9 a	70,5 ± 3,1 bc	78,9 ± 5,8 abc	84,8 ± 2,5 abc
0,3 M	88,9 ± 4,5 abcd	78,2 ± 3,4 ab	92,5 ± 2,1 ab	85,6 ± 2,6 abc
0,4 M	82,3 ± 4,5 abc	86,0 ± 6,0 ab	91,6 ± 3,9 ab	81,0 ± 2,3 abc

Taula 6.72. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO₄, Na₂SO₄ i NaCl la germinació total arriba a igualar-se al control en totes les concentracions i no s'han trobat diferències significatives.

Amb MgCl₂ a 0,3 i 0,4 M no hi ha diferències significatives amb el control, però a 0,1 i 0,2 M s'obtenen valors de germinació significativament inferiors al control.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.123).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada per efectes de potencial osmòtic de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.124).

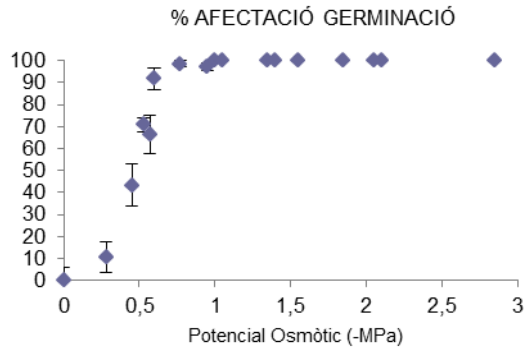


Figura 6.123. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

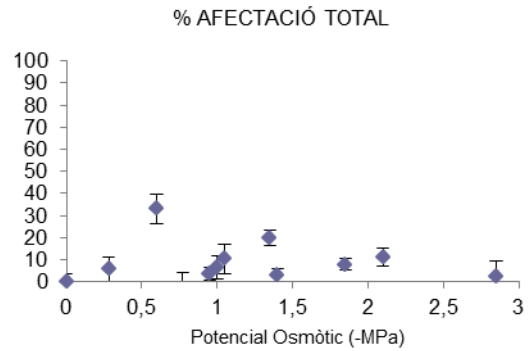


Figura 6.124. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

Launaea cervicornis es veu fortament afectada pel potencial osmòtic de les dissolucions de sals. En el cas de *Launaea arborescens* passa el mateix, una vegada es renten les llavors i es posen a germinar amb aigua destil·lada, la germinació arriba a nivells comparables amb el control (Schütz & Milberg 1997).

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 2: La germinació és fortament inhibida fins i tot a baixes salinitats. La recuperació de la germinació arriba a ser similar a la germinació amb aigua dolça, o una mica menor.

***Limonium biflorum* (Pignatti) Pignatti**

Limonium delicatulum (Girard) Kuntze subsp. *biflorum* (Pignatti) O. Bolòs, Vigo, Masalles & Ninot

Limonium ovalifolium (Poir.) Kuntze f. *biflorum* Pignatti

Limonium ovalifolium (Poir.) Kuntze subsp. *biflorum* (Pignatti) Pignatti

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta perenne, amb pocs escapus, glabra. Cep 5-25 cm, laxament ramificat, amb fulles en disposició helicoidal en la meitat superior. Fulles 40-120(130) x 16-32(40) mm, no musties les de l'apex del cep en l'antesi; limbe d'amplament oblanceolat a espatulat, verd grisenc, amb 2-6 nervis laterals arquejats, anvers densament puntejat per glàndules crateriformes, amb apex de subobtus a rodó, amb un mucró de quasi 1 mm;



Foto 6.35. Planta iniciant la floració.



Foto 6.36. Diàspora de *Limonium biflorum*.

pecíol de 2-5 mm d'amplada, de longitud 1/2-3/4 de la del limbe. Escapus 30-100 cm, erecte, dret a la part no ramificada, i lleugerament fent ziga-zaga a la ramificada; ramificació que comença generalment sobre el terç inferior.

Inflorescència normalment de tipus A o C (Erben, 1993) sense o amb 1-3 branques estèrils.

Branques de primer ordre normalment de fins a 20(30) cm, en disposició bilateral laxa, de dretes a lleugerament arquejades, d'erecte-patent a patent (45°-60°), laxament ramificades a la part exterior. Espigues 5-25(30) mm, de dretes a lleugerament arquejades. Espiguetes 4,2-5(5,3) mm, 6-8 per cm, contigües, amb 1-5 flors. Bràctea externa 1,2-2 x 1,4-2 mm, més o menys amplament triangular-ovada, amb àpex rom a agut; marge amplament membranaci; part central quasi membranàcia, amb àpex que no arriba fins al marge. Bràctea mitjana 1,3-2 x 1,2-1,6 mm, d'el·líptica a oblonga-el·líptica, membranàcia. Bràctea interna 3,3-4,1 x 2,8-3,8 mm, d'obovada a amplament obovada o el·líptica, amb àpex de rodó a subobtús; marge membranós més o menys ample; part central 2,1-3,1 x 1,8-2,8 mm, carnosa, oblonga-obovada, amb àpex de 0,4-0,7 mm, amplament triangular, que no arriba fins el marge. Flors 4-5 mm de diàmetre. Calze 3,3-4,2 mm, que sobrepassa 0,8-1,1 mm la bràctea interna; tub més o menys densament pilós, amb pèls llargs; dents 0,4-0,7 mm, d'ample a molt amplament semi-el·líptics; costelles que acaben abans de la base de les dents. Pètals 6,8-7,2 x 1,7-1,9 mm, cuneats, violaci-vermellós pàl·lid. $2n=25$ cromosomes (Erben, 1993; Castro & Rosselló, 2007).

Flora Ibèrica (Erben, 1993) ha inclòs dins aquest tàxon el *L. formenterae* L. Llorens.

1.2 COROLOGIA

Aquesta espècie és un endemisme de la costa nord-est de Mallorca, des de la Badia de Pollença fins a Porto Cristo, i de la costa nord-est de Menorca, des de Cavalleria fins al port de Maó. Hi ha algunes cites d'aquesta espècie a la costa de Calvià (Sáez & Fraga, 2002), a la de Campos (Gil *et al*, 1999) i al sud de Menorca. El *Limonium formenterae*, que alguns autors (Erben, 1993) inclouen dins aquesta espècie, s'el pot trobar a les Salines de Formentera.

1.3 HÀBITAT

Viu en talussos litorals de *Crithmo-Limonietea* i és espècie característica de l'associació *Dauco majorici-Limonietum biflori*. A Menorca se la pot trobar formant part d'habitats de salobrans dins *Limonietalia* (Port de Fornells).

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

La floració es produeix entre els mesos de juny i setembre. No s'ha trobat informació sobre la biologia reproductiva d'aquesta espècie. Al ser una espècie triploide, probablement es reproduueixi a partir d'agamospèrmia, fet molt comú a altres espècies de *Limonium* (Erben, 1993; 1979).

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix a mesura que s'incrementa la concentració de cadascuna de les sals.

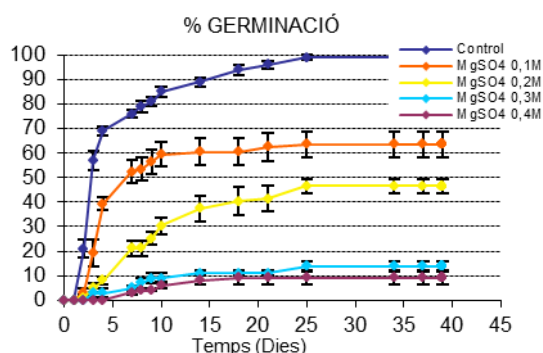


Figura 6.125. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

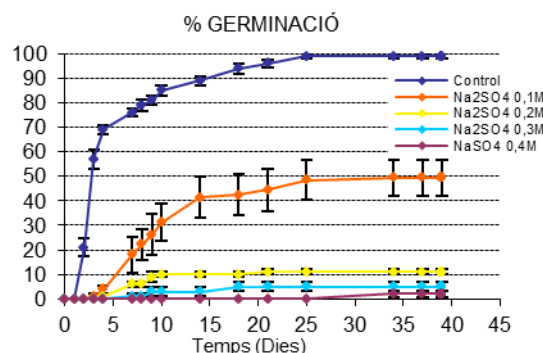


Figura 6.126. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

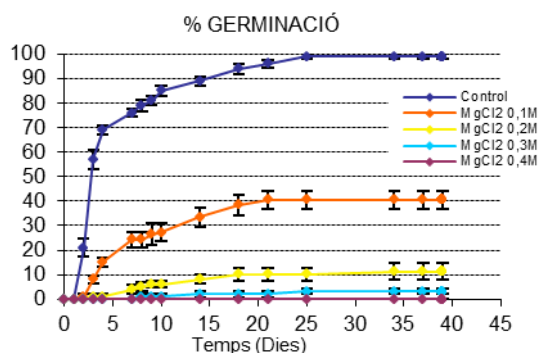


Figura 6.127. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

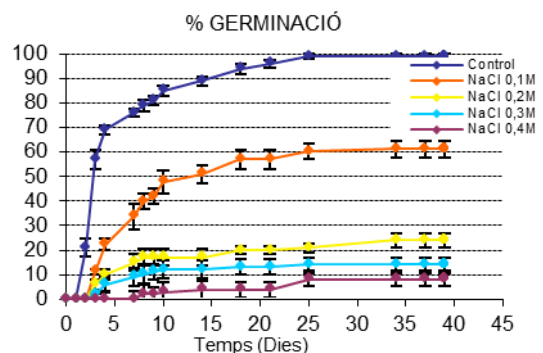


Figura 6.128. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $NaCl$.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=61,567$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals (Taula 6.73).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	99,0 ± 1,0 aA	99,0 ± 1,0 aA	99,0 ± 1,0 aA	99,0 ± 1,0 aA
0,1 M	63,6 ± 5,3 aB	40,5 ± 3,7 bB	49,5 ± 7,3 abB	61,2 ± 3,6 aB
0,2 M	46,5 ± 2,8 aC	11,2 ± 3,4 bC	11,0 ± 1,0 bC	24,0 ± 2,8 aC
0,3 M	14,0 ± 2,0 aD	3,1 ± 1,0 cCD	5,0 ± 1,9 bcD	14,2 ± 2,6 abCD
0,4 M	9,3 ± 2,7 aD	0 ± 0 bD	2,0 ± 1,2 abD	8,0 ± 2,8 aD

Taula 6.73. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En totes les sals es produeix un descens de la germinació directament proporcional a la concentració. En el cas de MgSO₄ i NaCl aquest descens no és tant bruscat com amb MgCl₂ i Na₂SO₄. Cal destacar que a la màxima concentració de MgCl₂ es produeix una completa inhibició de la germinació.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, $F=6,317$; $gl=15$; $p<0,000$) a les proves a les quals s'ha obtingut germinació (Taula 6.74).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	2,8 ± 0,1 a	2,8 ± 0,1 a	2,8 ± 0,1 a	2,8 ± 0,1 a
0,1 M	3,3 ± 0,3 ab	6,1 ± 1,4 abcd	8,9 ± 1,1 bcd	6,3 ± 0,6 abcd
0,2 M	7,7 ± 0,6 bcd	7,8 ± 2,6 abcd	7,4 ± 0,9 abcd	5,3 ± 0,7 abc
0,3 M	7,5 ± 1,7 abcd	14,2 ± 4,6 cde	10,5 ± 2,8 cd	5,9 ± 1,1 abcd
0,4 M	7,9 ± 1,4 abcd	n.d.	29,5 ± 0,0 e	15,9 ± 4,1 de

Taula 6.74. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD de Tukey; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO₄ només s'han trobat diferències significatives amb el control amb 0,2 M.

Amb MgCl₂ i Na₂SO₄ hi arriba a haver diferències significatives amb el control a 0,3 M on s'obté un valor bastant més elevat de T₅₀, i molt elevat en el cas de Na₂SO₄ a 0,4 M.

Amb NaCl aquest augment significatiu del T₅₀ es produeix a 0,4 M.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions no afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=21,411$; $gl=15$; $p=0,124$) (Taula 6.75).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,1 M	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0	97,7 ± 2,3
0,2 M	98,3 ± 1,7	100 ± 0,0	100 ± 0,0	98,6 ± 1,4
0,3 M	98,9 ± 1,1	100 ± 0,0	100 ± 0,0	97,7 ± 1,4
0,4 M	97,9 ± 2,1	96,9 ± 1,0	100 ± 0,0	96,8 ± 1,1

Taula 6.75. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(En el cas on la germinació ha estat del 100 % no s'ha determinat (n.d.).)

La recuperació de la germinació ha estat molt elevada en tots els casos i s'obtenen valors propers al 100% en tots els tractaments.

Aquestes dades tan elevades de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda als factors de potencial osmòtic (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que no hi ha diferències significatives entre els distints tractaments de sals i concentracions a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=24,519$; $gl=16$; $p=0,079$) (Taula 6.76).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	99,0 ± 1,0	99,0 ± 1,0	99,0 ± 1,0	99,0 ± 1,0
0,1 M	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0	99,0 ± 1,0
0,2 M	99,0 ± 1,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0	99,0 ± 1,0
0,3 M	99,0 ± 1,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0	98,0 ± 1,2
0,4 M	98,0 ± 2,0	96,9 ± 1,0	100 ± 0,0	97,0 ± 1,0

Taula 6.76. Germinació total (% ± e.s.).

En tots els casos la germinació arriba a nivells similars al control.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.129).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada únicament per efectes de potencial osmòtic de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.130).

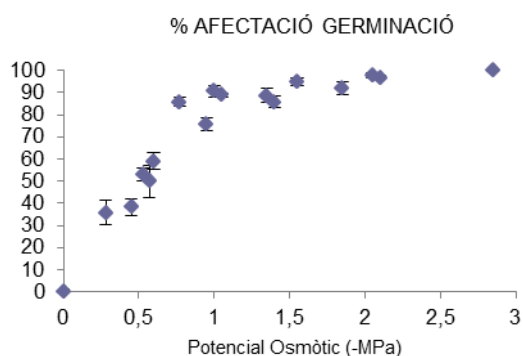


Figura 6.129. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

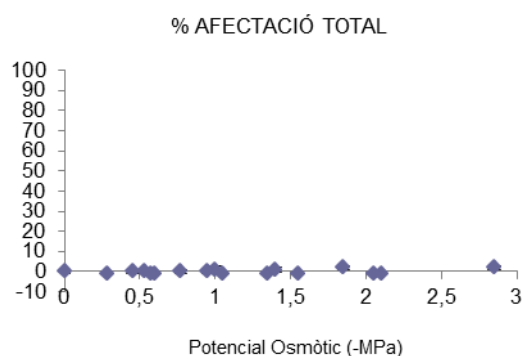


Figura 6.130. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

Diversos autors indiquen el mateix comportament per diverses espècies del gènere *Limonium*, per exemple: *L. barceloi* (Khan *et al.*, 2013), *L. cossonianum* (de Paz, 2011; Giménez Luque *et al.*, 2013), *L. delicatulum* (de Paz, 2011), *L. insigne* (Delgado Fernández *et al.*, 2015), *L. mansanetianum* (Alfonso, 2010), *L. stocksii* (Zia & Khan, 2002, 2004, 2008; Hameed *et al.*, 2014), *L. tabernense* (Pedrosa, 2013 i Delgado Fernández *et al.*, 2016). Tots aquests treballs fan referència a què les sals fan disminuir la germinació i la seva velocitat, proporcionalment a la concentració, i quan aquest factor desapareix les llavors recuperen la seva capacitat germinativa, arribant a nivells iguals al control.

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 1: si la germinació ocorre és inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells importants, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

***Limonium minutum* (L.) Chaz.**

Statice minuta L.

Statice virgata Willd. var. *minuta* Knoch

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta perenne de 3-15 cm, generalment glabra, de rizoma llenyós i tortuós. Fulles de fins a 7 mm de longitud, imbricades, espatulades, obtuses, uni-nervades, pubescents, revolutes, formant roseta basal. Tiges no floríferes generalment nombroses; les floríferes de 2-12 cm, amb les cimes disposades en panícula petita, corimbiforme, amb les branques una o varies vegades bifurcades, esteses, erectes. Címules



Foto 6.38 Planta en plena floració.



Foto 6.37. Diàspora de *Limonium minutum*.

contigües d'1-4 flors. Calze de 4-5 mm, amb el limbe més llarg que el tub. $2n=18$ cromosomes (Erben, 1993).

És una espècie molt adaptable i molt plàstica en quant a forma. Això ha provocat que hagi sigut determinada com a diferents espècies.

1.2 COROLOGIA

Aquesta espècie és un endemisme de Mallorca i Menorca.

1.3 HÀBITAT

Viu en litorals rocosos i és característica de les comunitats de *Crithmo-Limonietea*. Se la pot trobar principalment dins el *Limonietum caprariensis* i més rarament se la troba dins el *Launaeetum cervicornis*.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Espècie amb una pol·linització entomòfila, a través d'himenòpters, dípters i lepidòpters (Gil, 1994). La floració es produeix entre els mesos de juny a octubre.

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix a mesura que s'incrementa la concentració de cadascuna de les sals.

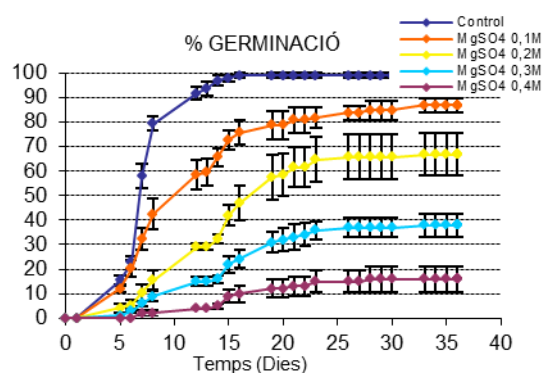


Figura 6.131. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

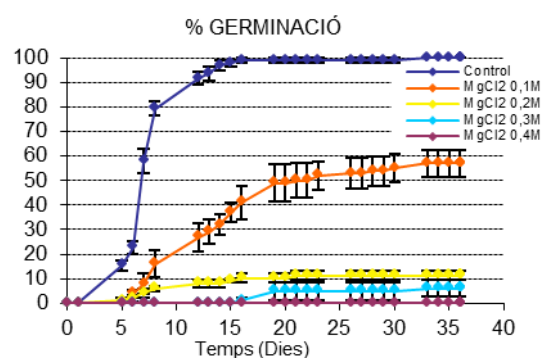


Figura 6.132. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

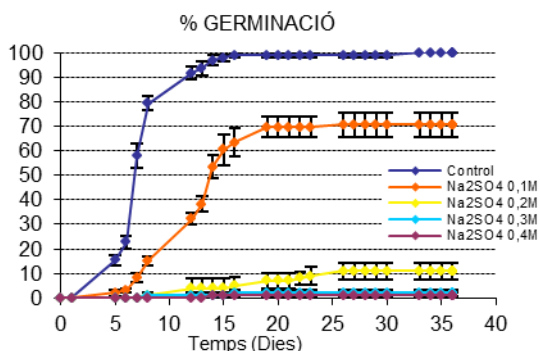


Figura 6.133. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

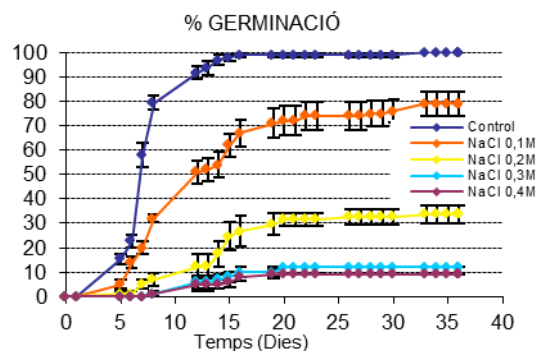


Figura 6.134. Germinació acumulada amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=62,832$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals (Taula 6.77).

Concentració	MgSO_4	MgCl_2	Na_2SO_4	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA
0,1 M	86,8 ± 3,1 aB	57,0 ± 5,5 cB	70,6 ± 4,8 bcB	79,0 ± 5,0 abB
0,2 M	66,9 ± 8,6 aB	11,3 ± 1,9 cC	11,0 ± 3,4 cC	33,7 ± 3,5 bC
0,3 M	38,0 ± 4,8 aC	6,1 ± 3,4 bcCD	2,0 ± 1,2 cD	12,1 ± 0,1 bD
0,4 M	16,0 ± 5,2 aD	0 ± 0 bD	1,0 ± 1,0 bD	9,2 ± 2,6 aD

Taula 6.77. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.). (Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En totes les sals es produeix un descens de la germinació directament proporcional a la concentració. A 0,1 M de totes les sals ja es produeix una disminució significativa respecte del control. En el cas de MgSO_4 i NaCl aquest descens no és tant bruscat com amb MgCl_2 i Na_2SO_4 . Cal destacar que a la màxima concentració de MgCl_2 es produeix una completa inhibició de la germinació.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, F=4,931; gl=15; p<0,000) a les proves a les quals s'ha obtingut germinació (Taula 6.78).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	6,8 ± 0,1 a	6,8 ± 0,1 a	6,8 ± 0,1 a	6,8 ± 0,1 a
0,1 M	8,7 ± 0,6 abc	12,0 ± 1,5 abcde	12,2 ± 0,3 abcde	9,7 ± 0,3 abcd
0,2 M	13,9 ± 2,1 bcde	7,8 ± 0,9 ab	17,6 ± 2,9 de	13,7 ± 1,7 bcde
0,3 M	14,7 ± 0,5 cde	22,0 ± 4,8 e	11,5 ± 4,0 cd	13,6 ± 2,2 abcde
0,4 M	16,1 ± 2,5 cde	n.d.	13,5 abcde	10,8 ± 1,5 abcde

Taula 6.78. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

En el cas de MgSO₄ a partir de 0,2 M hi ha un augment significatiu del T₅₀, a menor concentració no s'han trobat diferències amb el control.

Amb MgCl₂ l'augment significatiu del T₅₀ es produeix a 0,3 M on s'obté el valor més alt, a la màxima concentració no s'ha pogut determinar.

Amb Na₂SO₄ hi arriba a haver diferències significatives amb el control a 0,2 M, a 0,4 M no hi ha diferències significatives amb el control, però de les quatre repeticions només hi va haver germinació a una, i per tant no s'hauria de tenir en compte aquest resultat.

Amb NaCl s'intueix aquest augment del T₅₀, però arriba a ser poc significatiu.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions no afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, chi²=19,585; gl=15; p=0,189) (Taula 6.79).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,1 M	93,8 ± 6,3	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0
0,2 M	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0
0,3 M	97,1 ± 2,9	100 ± 0,0	98,0 ± 1,0	100 ± 0,0
0,4 M	100 ± 0,0	97,9 ± 1,2	99,0 ± 1,0	100 ± 0,0

Taula 6.79. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(En el cas on la germinació ha estat del 100 % no s'ha determinat (n.d.).)

La recuperació de la germinació ha estat molt elevada en tots els casos i s'obtenen valors propers al 100% en tots els tractaments.

Aquestes dades tan elevades de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda als factors de potencial osmòtic (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que no hi ha diferències significatives entre els resultats de germinació total dels diferents tractaments i concentracions per a aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=221,348$; $gl=16$; $p=0,166$) (Taula 6.80).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0
0,1 M	99,0 ± 1,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0
0,2 M	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0	100 ± 0,0
0,3 M	98,0 ± 2,0	100 ± 0,0	98,0 ± 1,2	100 ± 0,0
0,4 M	100 ± 0,0	97,9 ± 1,2	99,0 ± 1,0	100 ± 0,0

Taula 6.80. Germinació total (% ± e.s.).

En tots els casos la germinació arriba a nivells del 100%, similars al control, i per tant els tractaments amb les diverses sals i concentracions no han afectat a la capacitat germinativa total d'aquesta espècie.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -2,1 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.135).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada per efectes de potencial osmòtic de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.136).

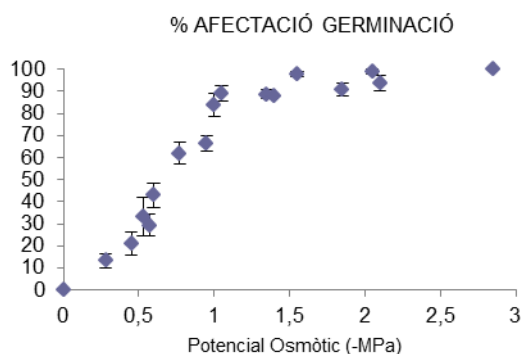


Figura 6.135. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

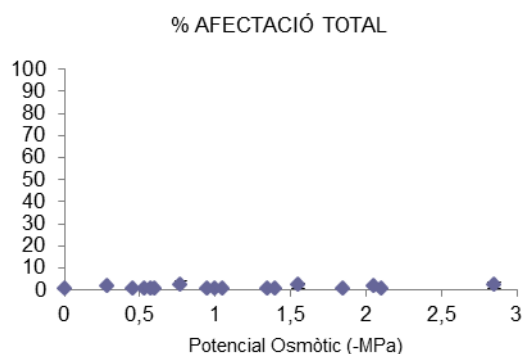


Figura 6.136. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

Diversos autors indiquen el mateix comportament per diverses espècies del gènere *Limonium*, per exemple: *L. barceloi* (Khan *et al.*, 2013), *L. cossonianum* (de Paz, 2011; Giménez Luque *et al.*, 2013), *L. delicatulum* (de Paz, 2011), *L. insigne* (Delgado Fernández *et al.*, 2015), *L. mansanetianum* (Alfonso, 2010), *L. stocksii* (Zia & Khan, 2002, 2004, 2008; Hameed *et al.*, 2014), *L. tabernense* (Pedrosa, 2013). Tots aquests treballs fan referència a què les sals fan disminuir la germinació i la seva velocitat, proporcionalment a la concentració, i quan aquest factor desapareix les llavors recuperen la seva capacitat germinativa, arribant a nivells iguals al control.

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 1: si la germinació ocorre és inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells importants, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

***Limonium virgatum* (Willd.) Fourr.**

Statice virgata Willd.

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ



Foto 6.39. Diàspora de *Limonium virgatum*.

Planta perenne de 5-80 cm, glabra. Fulles d'1-7 cm x 2-9 mm, totes basals, presents, encara que generalment seques durant l'antesi, oblanceolades, lanceolades o linear-espatulades, agudes o subagudes, glabres, planes o lleugerament plegades en "V", amb un nervi mitjà molt marcat. Inflorescència de 10-60 cm, mitjanament rígida. Ramificacions sortint de la base del 2on (3er) article, estèrils les 2-12 inferiors, diverses de les quals poden estar subramificades. Cimes de 10-60 mm, terminals, amb 3-5 címules per centímetre, cada una amb 1-5 flors. Bràctea interna de la címula de 5-6 mm, obtusa, sub-coriàcia, estretament escarisosa en els marges. Bràctea externa de 0,8-2 mm, cobrint $\frac{1}{4}$ de la interna. Calze de 5,5-

6,5 mm, major que la bràctea interna, lleugerament pubescent en la part basal dels nervis; dents de 0,4-0,6 mm, subobtuses. Corol·la de 6-8 mm, blavosa, violàcia o purpúria. $2n=27$ cromosomes (Erben, 1993; Castro & Rosselló, 2007).

1.2 COROLOGIA

Aquesta espècie té una distribució mediterrània. A Balears se la pot trobar present en les cinc illes majors, encara que a Pitiüses es troba en una sola localitat.

1.3 HÀBITAT

És una espècie característica de *Crithmo-Limonietea*, encara que penetra amb facilitat en comunitats d'*Euphorbio-Ammophiletea*, de *Juncetea maritimi*, i de *Salicornietea*. Abunda en les àrees arenoses dels salobrars, en dunes i sobre molasses poroses i disgregades. És una de les espècies que millor pot resistir la sequera estival, comportant-se com a malacòfila. Pot considerar-se que a Balears té un comportament, més o menys, sabulícola (Gil, 1994).



Foto 6.40. Hàbitat de l'espècie.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Espècie amb una pol·linització apomíctica i que és visitada per himenòpters, alguns dípters i, més ocasionalment per lepidòpters (Gil, 1994). La floració es produeix entre els mesos de juny a octubre.

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix a mesura que s'incrementa la concentració de cadascuna de les sals.

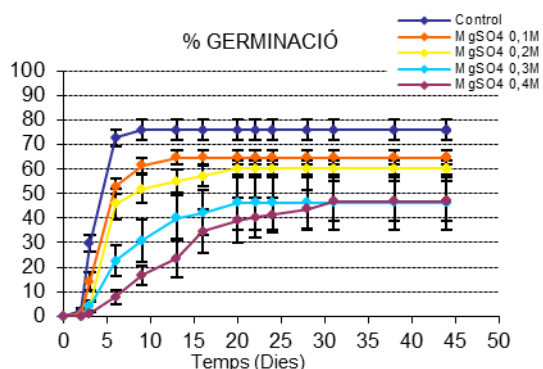


Figura 6.137. Germinació acumulada amb diferents concentracions de MgSO₄.

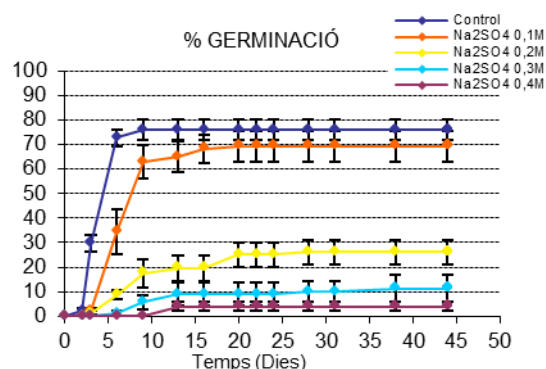


Figura 6.138. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na₂SO₄.

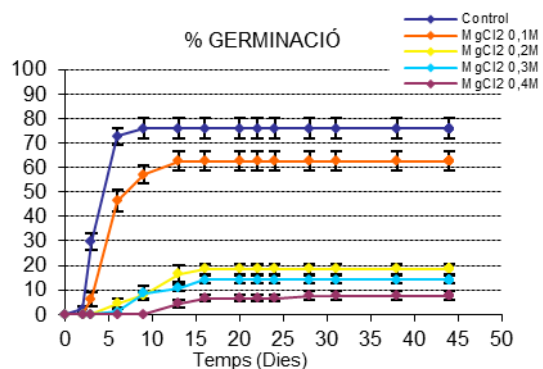


Figura 6.139. Germinació acumulada amb diferents concentracions de MgCl₂.

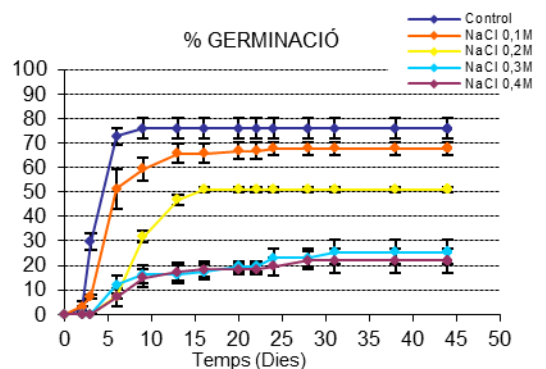


Figura 6.140. Germinació acumulada amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=58,426$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals (Taula 6.81).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	76,0 ± 4,3 aA	76,0 ± 4,3 aA	76,0 ± 4,3 aA	76,0 ± 4,3 aA
0,1 M	64,7 ± 3,1 aAB	62,7 ± 3,7 aA	69,3 ± 6,4 aA	67,8 ± 2,7 aA
0,2 M	60,2 ± 3,6 aAB	18,5 ± 2,2 bB	26,2 ± 4,8 bB	51,0 ± 1,1 aB
0,3 M	46,4 ± 11,3aAB	14,1 ± 1,6 bBC	11,2 ± 5,5 abBC	25,4 ± 5,0 abC
0,4 M	47,0 ± 8,2 aB	7,7 ± 2,2 cC	4,1 ± 1,6 bcC	22,1 ± 2,8 bC

Taula 6.81. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En totes les sals es produeix un descens de la germinació directament proporcional a la concentració. A 0,1 M de totes les sals no es produeix una disminució significativa respecte del control.

En el cas de MgSO₄ no es produeixen diferències significatives entre les diferents concentracions i el control fins a arribar a la concentració de 0,4 M que és significativament menor, encara que arriba al voltant del 50%.

Amb MgCl₂ i Na₂SO₄ aquest descens significatiu es produeix a 0,2 M, i a concentracions superiors la germinació es veu molt reduïda.

I per últim amb NaCl també es produeix una disminució de la germinació significativa a 0,2 M, així i tot, a concentracions superiors arriba a nivells superiors al 20%.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, $F=7,253$; $gl=16$; $p<0,000$) (Taula 6.82).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	3,5 ± 0,2 a	3,5 ± 0,2 a	3,5 ± 0,2 a	3,5 ± 0,2 a
0,1 M	4,4 ± 0,2 ab	4,9 ± 0,2 abc	7,3 ± 1,6 abcd	5,0 ± 0,4 abc
0,2 M	5,0 ± 0,4 abc	9,1 ± 1,5 bcd	9,1 ± 1,8 bcd	8,3 ± 0,2 bcd
0,3 M	6,9 ± 1,1 abcd	9,3 ± 1,0 cd	8,4 ± 1,4 bcd	9,6 ± 2,9 bcd
0,4 M	12,8 ± 1,5 d	12,6 ± 0,7 d	11,0 ± 0,0 d	7,1 ± 0,8 abcd

Taula 6.82. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; $p < 0,05$)).

En totes les sals es produeix un augment del T_{50} directament proporcional a la concentració. A 0,1 M de totes les sals no es produeix un augment significatiu respecte del control.

En el cas de $MgSO_4$ no és fins a 0,4 M on hi ha un augment significatiu del T_{50} , a menor concentració no s'han trobat diferències amb el control.

Amb $MgCl_2$ i Na_2SO_4 l'augment significatiu del T_{50} es produeix a 0,2 M.

Amb $NaCl$ també hi ha un augment significatiu a 0,2 i a 0,3 M, però el valor de T_{50} davalla a 0,4 M sense diferències significatives amb el control.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=56,520$; $gl=16$; $p<0,000$) (Taula 6.83).

Concentració	$MgSO_4$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$NaCl$
0,0 M	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA
0,1 M	16,6 ± 9,2 aAB	3,1 ± 3,1 aA	11,7 ± 4,0 aA	9,1 ± 5,5 aAB
0,2 M	3,1 ± 3,1 aAB	67,6 ± 1,7 bB	56,0 ± 6,8 bB	23,9 ± 2,0 cB
0,3 M	8,9 ± 2,1 aB	43,6 ± 9,8 bB	56,5 ± 6,9 bB	64,1 ± 2,7 bC
0,4 M	47,2 ± 7,7 aC	61,3 ± 2,4 aB	66,8 ± 3,3 aB	58,4 ± 5,8 aC

Taula 6.83. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

La recuperació de la germinació ha estat molt elevada en els casos de concentracions altes. Una excepció és el $MgSO_4$ a 0,2 M i a 0,3 M on s'obtenen valors de recuperació baixos, això pot ser degut a què la germinació amb la sal ja ha estat prou alta i significativament igual al control.

Aquestes dades elevades de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda als factors de potencial osmòtic (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que no hi ha diferències significatives entre els diferents tractaments de sals i concentracions per a aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=25,746$; $gl=16$; $p=0,058$) (Taula 6.84).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	76,0 ± 4,3	76,0 ± 4,3	76,0 ± 4,3	76,0 ± 4,3
0,1 M	70,1 ± 4,9	63,8 ± 4,1	73,5 ± 4,7	70,9 ± 2,5
0,2 M	61,2 ± 4,4	73,6 ± 1,4	67,3 ± 5,4	62,7 ± 1,1
0,3 M	50,5 ± 11,3	51,6 ± 8,6	62,5 ± 3,4	73,1 ± 3,0
0,4 M	73,0 ± 3,7	64,4 ± 2,0	68,0 ± 3,5	67,1 ± 5,8

Taula 6.84. Germinació total (% ± e.s.).

En tots els casos la germinació arriba a nivells similars al control i per tant els tractaments amb les diverses sals i concentracions no han afectar a la capacitat germinativa total d'aquesta espècie.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -2,9 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.141).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada per efectes de potencial osmòtic de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.142).

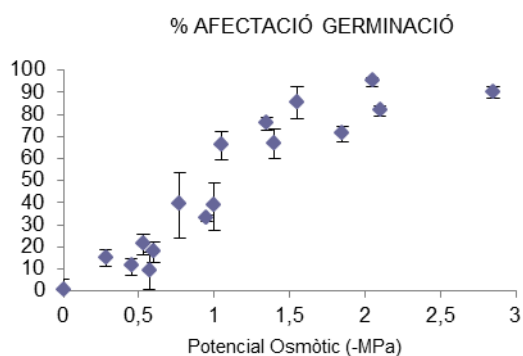


Figura 6.141. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

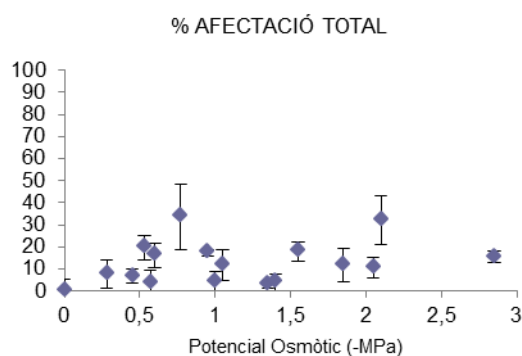


Figura 6.142. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

Diversos autors indiquen el mateix comportament per diverses espècies del gènere *Limonium*, per exemple: *L. barceloi* (Khan *et al.*, 2013), *L. cossonianum* (de Paz, 2011; Giménez Luque *et al.*, 2013), *L. delicatulum* (de

Paz, 2011), *L. insigne* (Delgado Fernández *et al.*, 2015), *L. mansanetianum* (Alfonso, 2010), *L. stocksii* (Zia & Khan, 2002, 2004, 2008; Hameed *et al.*, 2014), *L. tabernense* (Pedrosa, 2013). Tots aquests treballs fan referència a què les sals fan disminuir la germinació i la seva velocitat, proporcionalment a la concentració, i quan aquest factor desapareix les llavors recuperen la seva capacitat germinativa, arribant a nivells iguals al control.

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 1: si la germinació ocorre és inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells importants, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

***Lotus cytisoides* L.**

Lotus creticus L. subsp. *cytisoides* (L.) Arcang.

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ



Foto 6.41. Llavor de *Lotus cytisoides*.

Planta herbàcia perenne, de color verd grisenc o blanquinós, pruïnosa o sedosa, de rizoma llenyós. Tiges de 10-40 cm, postrades o ascendents, nues a la base. Fulles quasi sèssils, amb els folíols transovats o oblong-cuneiformes, una mica carnosos principalment en les fulles inferiors, de 6-16 x 2-7 mm. Estípules ovals o lanceolades, iguals o un poc més llargues que el pecíol. Flors de 8-12 mm, grogues, 2-8, sobre peduncles dues vegades més llargs que la fulla, amb tres bractèoles tan llargues com el calze, o una mica més curtes. Calze de 6-8 mm, bilabiat, amb les dents carenades a l'apex, desiguals, les dues laterals del llavi inferior més curtes i obtuses. Estandard orbicular;

ales oblongues-transovades que no recobreixen totalment la carena; freqüentment de color violaci a l'apex. Llegum de 20-50 x 2-3 mm, estret, linear-comprimit, recte o corbat, patent, amb les valves enrotllant-se en espiral després de la dehiscència. $2n=14$ (28) cromosomes (Valdés, 2000).

1.2 COROLOGIA

La distribució d'aquesta espècie és circummediterrània. A Balears se la pot trobar a totes les illes.

1.3 HÀBITAT

L'espècie es desenvolupa preferentment a les dunes, d'on és espècie característica de les comunitats de l'*Ammophillion australis*; i als roquissars litorals (*Crithmo-Limonion*). Pel seu caràcter sabulícola se la pot trobar en zones interiors (cunetes de carretera, etc...) amb sòls arenosos.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Aquesta espècie té una pol·linització totalment entomòfila, fonamentalment a través d'himenòpters i algun lepidòpter (Gil, 1994). La floració es produeix entre els mesos de març a juliol.

Té un elevat nombre de llavors dures, la qual cosa fa que tingui una baixa germinació. Així i tot aquesta espècie és una bona primo-colonitzadora de terrenys oberts amb sòl arenós. Tot això és degut tant a la quantitat de llavors que formen part del banc de llavors del sòl, com a la capacitat que té de poder-se multiplicar vegetativament a través d'estolons i rizomes.



Foto 6.42. Detall de la inflorescència.

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 TEMPS ÒPTIM D'ESCARIFICACIÓ AMB H_2SO_4

El temps de tractament per l'escarificació amb H_2SO_4 concentrat (96%) no té efecte significatiu sobre la germinació posterior d'aquesta espècie (ANOVA, $F=2,694$; $gl=3$; $p=0,093$). (Taula 6.85).

Temps (min.)	% de germinació ± e.s.	T ₅₀ ± e.s.
5	76,0 ± 2,8	1,3 ± 0,0 a
10	84,0 ± 1,6	0,9 ± 0,1 ab
20	87,0 ± 1,9	0,6 ± 0,1 b
30	86,0 ± 4,8	1,3 ± 1,2 a

Taula 6.85. Efecte del temps d'escarificació amb àcid sobre la germinació i el T₅₀ (dies ± e.s.).

El valors més alts de germinació es troben als tractaments de 20 i de 30 minuts, sense haver-hi diferències significatives entre cap dels tractaments.

El T₅₀ es veu afectat pel temps d'escarificació amb àcid (ANOVA, F=10,674; gl=3; p=0,001), essent el menor l'aconseguit a 20 (Taula 6.85).

Per tot això, es considera que el temps d'escarificació amb àcid per aconseguir una òptima germinació seria de 20 minuts.

2.2 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix a mesura que s'incrementa la concentració de cadascuna de les sals.

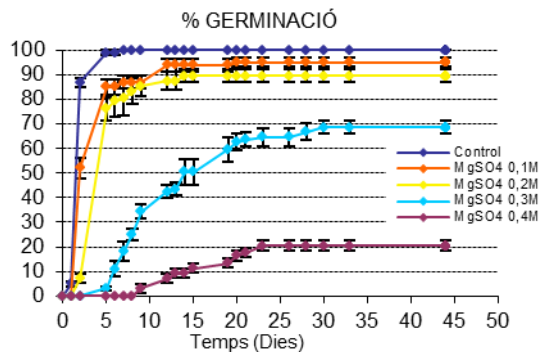


Figura 6.143. Germinació acumulada amb diferents concentracions de MgSO₄.

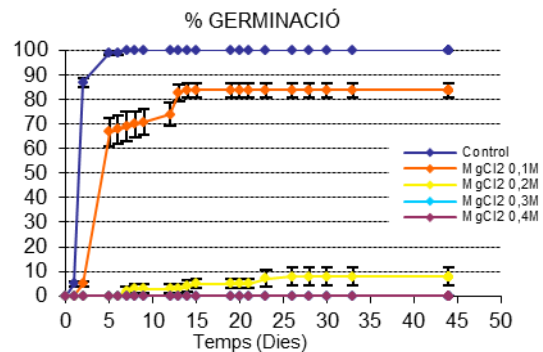


Figura 6.144. Germinació acumulada amb diferents concentracions de MgCl₂.

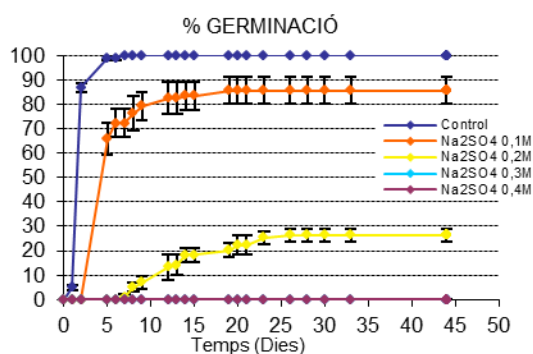


Figura 6.145. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na₂SO₄.

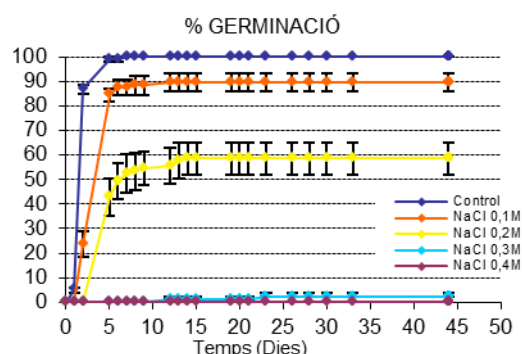


Figura 6.146. Germinació acumulada amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=64,485$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals (Taula 6.86).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA
0,1 M	95,0 ± 1,9 aAB	83,8 ± 2,8 aB	85,6 ± 5,5 aA	89,6 ± 3,6 aA
0,2 M	89,6 ± 2,7 aB	8,0 ± 3,7 dC	26,3 ± 2,8 cB	58,6 ± 6,7 bB
0,3 M	68,7 ± 2,6 aC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	2,0 ± 2,0 bC
0,4 M	20,5 ± 2,0 aD	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC

Taula 6.86. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.). (Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO₄ no es produeixen diferències significatives entre les diferents concentracions i el control fins a arribar a la concentració de 0,2 M que és significativament menor, encara que arriba al voltant del 90%. A 0,4 M encara s'obté una germinació acceptable.

Amb MgCl₂ el descens significatiu es produeix a 0,1 M, i a partir de 0,2 M pràcticament no hi ha germinacions.

Amb Na₂SO₄ s'obtenen uns resultats similars a l'anterior, encara que el descens de la germinació no es fa significatiu fins el tractament amb 0,2 M. Amb concentracions més elevades la inhibició ha estat completa.

I per últim amb NaCl també es produeix una disminució de la germinació significativa a 0,2 M. A concentracions superiors, la germinació de les llavors és nul·la o pràcticament nul·la.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=40,032$; $gl=11$; $p<0,000$) (Taula 6.87).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	1,5 ± 0,0 aA	1,5 ± 0,0 aA	1,5 ± 0,0 aA	1,5 ± 0,0 aA
0,1 M	2,0 ± 0,2 aB	3,8 ± 0,2 bcB	4,0 ± 0,1 bB	3,0 ± 0,2 cB
0,2 M	3,6 ± 0,1 aC	11,7 ± 2,4 abB	12,2 ± 1,7 bC	4,1 ± 0,2 aC
0,3 M	9,7 ± 0,7 aD	n.d.	n.d.	12,0 aABC
0,4 M	13,3 ± 0,6 E	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.87. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.). (En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO₄ a 0,1 M, l'augment del T₅₀ es fa significatiu, i segueix augmentant fins a la màxima concentració.

Amb MgCl₂ i Na₂SO₄ l'augment significatiu del T₅₀ es produeix a 0,1 M.

Amb NaCl també hi ha un augment significatiu des de 0,1 M a 0,3 M.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=51,118$; $gl=15$; $p<0,000$) (Taula 6.88).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,1 M	16,7 ± 16,7 aABC	32,5 ± 11,1 aAB	59,5 ± 16,2 aA	21,7 ± 11,7 aABC
0,2 M	0 ± 0 aA	55,8 ± 3,9 bA	70,3 ± 5,0 bcA	81,8 ± 7,2 cB
0,3 M	61,8 ± 8,5 aB	8,0 ± 2,8 bB	1,0 ± 1,0 bB	83,9 ± 5,8 aB
0,4 M	27,3 ± 4,8 aC	6,0 ± 1,2 bB	0 ± 0 cB	0 ± 0 cC

Taula 6.88. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).

(En el cas on la germinació ha estat del 100 % no s'ha determinat (n.d.). Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO₄ la recuperació ha estat prou bona a 0,3 M, en canvi a 0,2 M no s'ha obtingut cap recuperació.

Amb MgCl₂ i amb Na₂SO₄ la recuperació va disminuint inversament proporcional a la concentració, i a partir de 0,3 M s'obtenen uns resultats de recuperació molt baixos.

Amb NaCl a 0,2 M i 0,3 M s'obtenen unes recuperacions de la germinació elevades, en canvi a 0,4 M aquesta recuperació és nul·la.

Aquestes dades elevades de recuperació de la germinació a concentracions mitjanes i molt baixes a concentracions altes indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda als factors de potencial osmòtic a concentracions mitjanes i a factors de toxicitat iònica a concentracions altes (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística dels resultats de la germinació total indiquen que el tipus de sal i la seva concentració produeix diferències significatives per a aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=60,493$; $gl=16$; $p<0,000$) (Taula 6.89).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA
0,1 M	96,0 ± 1,6 aAB	88,8 ± 2,6 aB	94,7 ± 2,8 aAB	92,7 ± 2,6 aAB
0,2 M	89,6 ± 2,7 bcB	60,0 ± 4,3 aC	78,9 ± 4,4 abB	96,8 ± 1,1 cAB
0,3 M	88,8 ± 2,1 aB	8,4 ± 2,9 bD	1,0 ± 1,0 bC	84,8 ± 5,6 aB
0,4 M	43,2 ± 2,9 aC	6,0 ± 1,1 bD	0 ± 0 cC	0 ± 0 cC

Taula 6.89. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO₄ la germinació disminueix de forma inversament proporcional a la concentració, així i tot a 0,4 M hi ha una germinació del voltant del 40%.

Amb MgCl₂ i Na₂SO₄ el comportament és similar, però a 0,3 M la germinació total és molt baixa o pràcticament nul·la.

Amb NaCl a 0,3 M es produeix un descens significatiu i ja a 0,4 M no s'observa cap tipus de germinació.

AFFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1,4 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.147).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que l'afectació disminueix en els tractaments mitjans, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada per efectes de toxicitat iònica, sobre tot a potencials osmòtics baixos i alts de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.148).

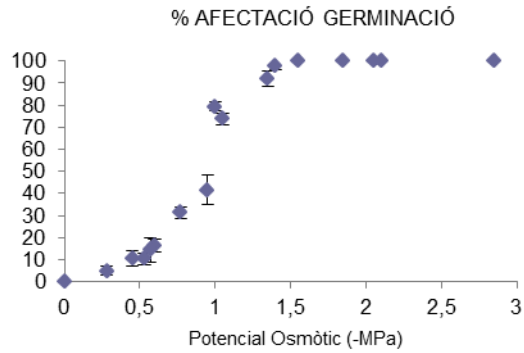


Figura 6.147. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

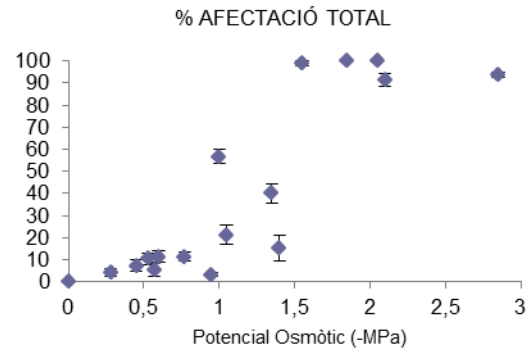


Figura 6.148. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

El comportament d'aquesta espècie és molt similar al de *Lotus creticus* (López Valiente *et al.*, 2007) on la germinació amb 0,2 M de NaCl es manté força elevada. També Rejili *et al.* (2010) treballaren sobre aquesta mateixa espècie i trobaren diferències significatives entre el comportament davant diverses concentracions de NaCl i la localitat de procedència de les llavors.

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 1: si la germinació ocorre és inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells importants, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

***Matthiola sinuata* (L.) R. Br.**

Cheiranthus sinuatus L.

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta biennial o perenne, gris tomentosa, de fins a 50 cm de altura. Fulles basals nombroses i en roseta, de marge sinuat; les caulinars, lanceolades i senceres. Flors en raïms amb pètals oblongs de color rosa porpra, ocasionalment blancs, molt fragants i sobre pedicels de 2 cm. Fruit en síliqua, glandulosa, d'uns 8 cm de longitud, amb nombroses llavors alades. $2n=14$ cromosomes (Valdés, 1993).



Foto 6.43. Llavor de *Matthiola sinuata*.



Foto 6.44. Planta florida al seu hàbitat característic.

1.2 COROLOGIA

Areal mediterrani que s'estén cap a les costes atlàntiques europees. A les Balears se la troba a Mallorca, Menorca, Eivissa i Formentera.

1.3 HÀBITAT

Se la troba en terrenys litorals arenosos del *Medicagini marinae*-*Ammophiletum australis*.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

La floració d'aquesta espècie comença a finals d'abril fins al juliol.

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 TEMPERATURA ÒPTIMA DE GERMINACIÓ

La temperatura té efecte sobre la germinació d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=16,423$; $gl=4$; $p=0,003$) (Taula 6.90).

Temperatura	% de germinació \pm e.s.	T ₅₀ \pm e.s.
5°C	78,5 \pm 4,8 a	23,4 \pm 1,0 a
15°C	93,8 \pm 2,5 b	2,4 \pm 0,2 bcd
18°C	100 \pm 0,0 b	2,8 \pm 0,0 b
20°C	100 \pm 0,0 b	2,2 \pm 0,0 c
23°C	100 \pm 0,0 b	2,4 \pm 0,0 d

Taula 6.90. Efecte de la temperatura sobre la germinació i el T₅₀ (dies \pm e.s.). (Lletres diferents indiquen una diferència significativa (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

Com es pot observar, la germinació és força elevada a qualsevol temperatura, si bé a 5°C la germinació mostra un descens significatiu (Taula 6.90). La temperatura òptima de germinació per a la realització de les proves de sals serà un interval de 15°C a 23°C.

El T₅₀ també es veu afectat per la temperatura (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=15,289$; $gl=4$; $p=0,004$), essent el menor l'aconseguit a 20°C (Taula 6.90).

Per tot això, es considera que la temperatura òptima de germinació està en un interval de 15°C a 23°C per aquesta espècie. Diverses espècies d'aquest

gènere, com per exemple *Matthiola tricuspidata* (Thanos *et al.*, 1994) o *Matthiola incana* i la mateixa *Matthiola sinuata* (Pérez-García *et al.*, 2007), germinen en un rang de temperatures de 15°C a 25°C similar al que s'ha obtingut per aquesta espècie.

Aquesta temperatura òptima de germinació indica que aquesta espècie pot tenir una bona germinació a tardor.

2.2 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació descendeix a mesura que s'incrementa la concentració de cadascuna de les sals.

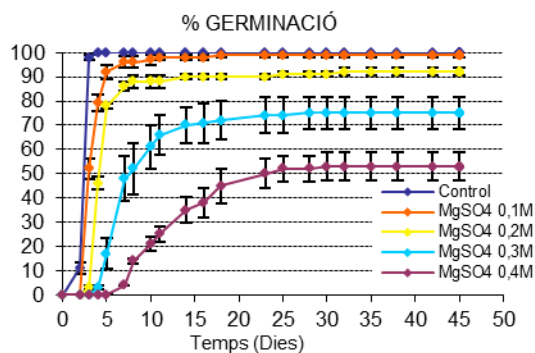


Figura 6.149. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

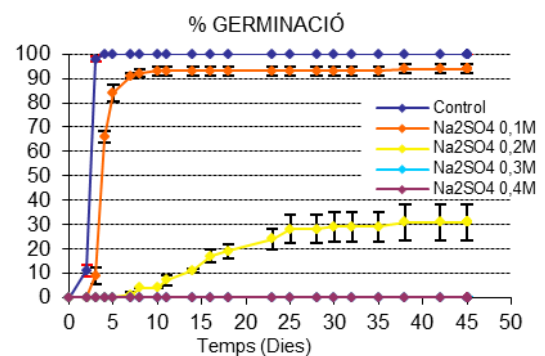


Figura 6.150. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

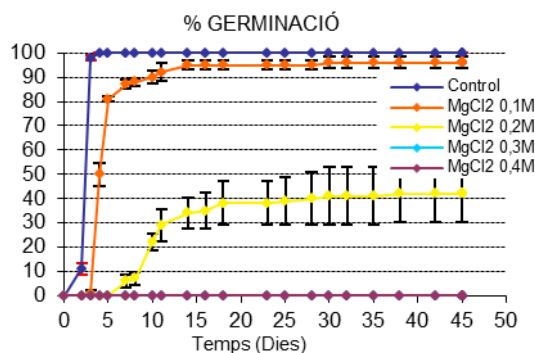


Figura 6.151. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

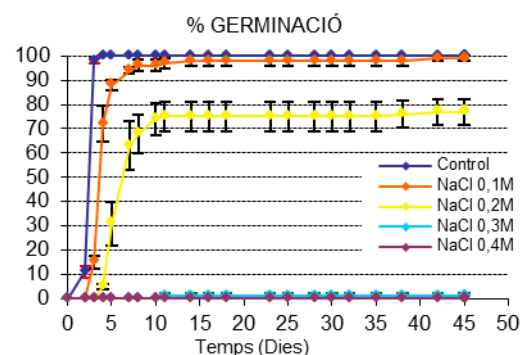


Figura 6.152. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $NaCl$.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=64,568$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals (Taula 6.91).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA
0,1 M	99,0 ± 1,0 aA	96,0 ± 2,3 aA	94,0 ± 2,0 aB	99,0 ± 1,0 aA
0,2 M	92,0 ± 1,6 aB	42,0 ± 11,5 bcB	31,0 ± 7,4 cC	77,0 ± 5,3 abB
0,3 M	75,0 ± 6,6 aBC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bD	1,0 ± 1,0 bC
0,4 M	53,0 ± 5,7 aC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bD	0 ± 0 bC

Taula 6.91. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

Amb concentracions iguals o superiors a 0,2 M de MgSO₄ es produeix un descens del percentatge de germinació, aquest descens és molt lleu a 0,2 M, i més acusat a 0,4 M, en canvi a la concentració de 0,1 M no hi ha diferències significatives amb el control.

Amb MgCl₂ es produeix una inhibició total de la germinació a 0,2 M i a concentracions superiors ja no germina, mentre que a concentracions inferiors no s'observen diferències significatives amb el control.

Amb Na₂SO₄ el comportament és similar al de la sal anterior, si bé a 0,1 M el percentatge és significativament diferent del control.

Amb NaCl a 0,1 M no hi ha diferències significatives amb el control, mentre que a concentracions més elevades la germinació es va reduint fins arribar a 0,3 M on la germinació pràcticament es veu inhibida.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=42,738$; $gl=11$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut un menor T₅₀ ha estat el control i fins i tot les més mínimes concentracions afecten a la velocitat de germinació (Taula 6.92).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	2,4 ± 0,0 aA	2,4 ± 0,0 aA	2,4 ± 0,0 aA	2,4 ± 0,0 aA
0,1 M	3,0 ± 0,1 aB	4,0 ± 0,1 cB	3,7 ± 0,0 bB	3,6 ± 0,1 bcB
0,2 M	4,0 ± 0,1 aC	9,7 ± 0,4 cC	15,2 ± 1,3 dC	5,6 ± 0,4 bC
0,3 M	6,5 ± 0,4 aD	n.d.	n.d.	10,5 aABC
0,4 M	11,6 ± 0,6 E	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.92. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; p < 0,05)).

En totes les proves amb sals, el T₅₀ és significativament més elevat que el de la prova control. En tots els casos s'observa un increment del T₅₀ a mesura que augmenta la concentració de sals.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=23,402$; gl=13; p=0,037) (Taula 6.93).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,1 M	n.d.	75,0 ± 25,0 aABC	33,3 aA	n.d.
0,2 M	83,3 ± 16,7 aA	98,6 ± 1,4 aA	87,7 ± 2,9 aA	71,9 ± 16,4 aA
0,3 M	66,2 ± 7,2 aA	79,0 ± 1,9 aB	81,0 ± 4,1 aA	80,8 ± 7,6 aA
0,4 M	57,9 ± 7,7 abA	46,0 ± 8,3 aC	71,0 ± 8,5 abA	89,0 ± 6,0 bA

Taula 6.93. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat 96% o superior no s'ha determinat (n.d.). Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; p < 0,05)).

La recuperació de la germinació ha estat molt elevada en tots els casos. Cal destacar MgCl₂ a 0,4 M on s'obté una recuperació significativament menor que per a la resta de sals.

Aquestes dades tan elevades de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda en gran mesura al potencial osmòtic i no a efectes de toxicitat iònica, encara que les dades de

MgCl₂ indiquen que pot tenir toxicitat iònica a altes concentracions (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

L'anàlisi estadística indica que les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=49,881$; $gl=16$; $p<0,000$) (Taula 6.94).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA
0,1 M	99,0 ± 1,0 aAB	99,0 ± 1,0 aA	98,0 ± 2,0 aAB	99,0 ± 1,0 aA
0,2 M	99,0 ± 1,0 aAB	99,0 ± 1,0 aA	92,0 ± 1,6 bBC	94,0 ± 4,8 abA
0,3 M	92,0 ± 2,8aBC	79,0 ± 1,9 bB	81,0 ± 4,1abC	81,0 ± 7,5 abA
0,4 M	80,0 ± 4,3 aC	46,0 ± 8,2 bB	71,0 ± 8,5 abC	89,0 ± 6,0 aA

Taula 6.94. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En els casos de MgSO₄, MgCl₂ i Na₂SO₄ es pot veure com la germinació total es veu afectada de manera inversament proporcional a la concentració de la sal. En canvi amb NaCl no hi ha aquest comportament i a totes les concentracions no es troben diferències significatives amb el control. Per aquests resultats es pot deduir que el NaCl no produeix toxicitat iònica a aquesta espècie, en canvi les altres sals sí que podrien donar aquesta toxicitat.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1,4 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.153).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa una disminució en l'afectació, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada per efectes de disminució de potencial osmòtic de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.154), si bé en potencials inferiors a -2 MPa hi ha un cert percentatge de toxicitat iònica.

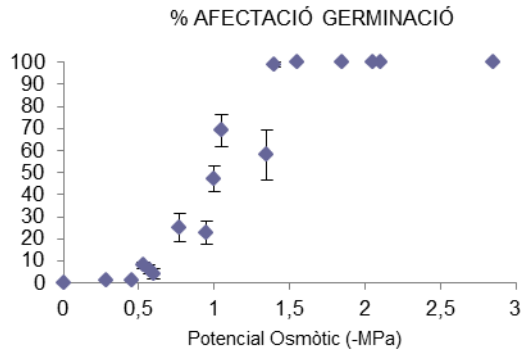


Figura 6.153. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

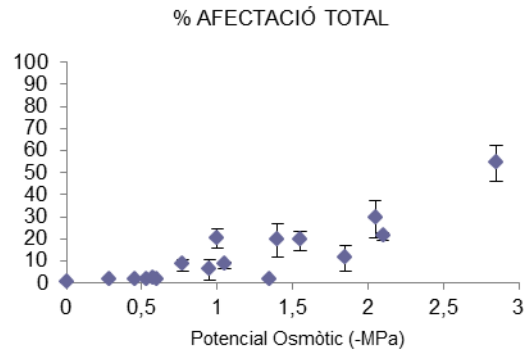


Figura 6.154. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie es pot apreciar com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, la velocitat de la germinació també baixa, i en canvi, la recuperació en quasi totes les sals i concentracions és bona arribant a nivells comparables amb el control. Pareix ser que *Matthiola incana* es veu més afectada per la sal que *M. sinuata*, arribant a disminuir molt la germinació amb 0,075 M de NaCl (Rodríguez *et al.*, 2006). Aquest fet és conseqüent amb els diferents hàbitats que ocupen ambdues espècies ja que *M. incana* és una espècie rupícola, si bé pot ocupar a vegades penyes relativament properes a la mar.

Aquest comportament germinatiu pot donar avantatges ecològics, ja que permet una germinació ràpida després de la pluja, i el conseqüent rentat de sals al sòl, i permet evitar condicions extremes de salinitat per les plàntules, a més de colonitzar sòls nus abans que ho facin altres espècies (Vicente *et al.*, 2009).

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 2: La germinació és fortament inhibida fins i tot a baixes salinitats. La recuperació de la germinació arriba a ser igual a la germinació amb aigua dolça.

***Medicago citrina* (Font Quer) Greuter**

Medicago arborea L. subsp. *citrina* (Font Quer) O. Bolòs & Vigo

Medicago arborea L. var. *citrina* Font Quer

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Arbust ramificat, amb branques molt llenyoses. Tiges 200-300 cm, les adultes anguloses, d'un blanc sèric. Fulles trifoliolades, amb folíols de 9-18 x 8,5-13 mm, un poc més llargs que amples, obcordats, sencers, emarginats a

1 mm



Foto 6.45. Llavor de *Medicago citrina*.

l'apex, sense apicle, revers sèric i anvers cobert d'una franja de pèls al centre; estípules 6-7 mm, ovades-lanceolades, senceres, sèriques; pecíols 10-20 mm, aplanats, sèrics. Raïms amb 4-10 flors, laxes; peduncle 5-11 mm, molt menor que el pecíol de la fulla contigua, sèric; pedicel 5-9 mm, generalment molt més llarg que el calze, sèric. Calze 5 mm, sèric; dents 2 mm, estretament lanceolats, més curts que el tub. Color-la 11-14(15) mm, de un groc llimona; estendard de la longitud de la carena o una mica més llarg. Fruit 17-19 mm de diàmetre, estipitat, pla, amb més d'1(2) voltes i que deixa un orifici central de 1-1,5 mm, amb 6-7 llavors; espira amb els marges

engruixits, reticulats, amb 15-20(24) venes del reticle que arriben al marge ventral; estípit 4,5-9 mm, molt més llarg que el calze, sèric. Llavors 3,5-4 x 5-6 mm, reniformes, brunes. 2n=48 cromosomes (Sales & Hedge, 2000).

1.2 COROLOGIA

Aquesta espècie és endèmica d'alguns illots d'Eivissa i Cabrera, de les illes Columbrets (Castelló) i de l'illot de la Mona, al Parc Natural del Montgó (Alacant).

1.3 HÀBITAT

És una espècie característica de *Medicagini citrinae-Lavaterion arboreae*. Forma part de l'associació *Medicagini citrinae-Lavateretum arboreae* a les Columbrets i de la *Beta marcosii-Medicaginetum citrinae* a les formacions balears. Són comunitats arbustives, ornitocopròfiles i halòfites, que es desenvolupen en els penya-segats costaners on s'instal·len colònies d'aus marines.



Foto 6.46. Detall de l'espècie amb un pol·linitzador.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

La floració d'aquesta espècie es produeix entre els mesos d'abril i maig.

Planta amb al·logàmia, pol·linitzada principalment per himenòpters, que provoquen l'alliberament explosiu de la columna estaminal. Ocasionalment es produeix aquest alliberament de forma espontània, motiu pel qual es registra cert percentatge d'autogàmia (Bañares *et al.*, 2008), encara que no arriba a ser molt representatiu (Pérez-Bañón, *et al.* 2003). S'observa una extraordinària producció de raïms de flors que fructifiquen en abundància (Bañares *et al.*, 2008). Sembla que pot tenir certa dispersió zoòcora (Juan *et al.* 2004). Les llavors són dures i passen a formar part del banc de llavors del sòl, poden tardar fins a 10 anys en germinar.

1.5 PROTECCIÓ

Està catalogada com Sensible d'Alteració del Seu Hàbitat al Catàleg Nacional d'Espècies Amenaçades (Real Decreto 439/1990). Està considerada com En Perill Crític (Sáez & Rosselló, 2001, Bañares *et al.*, 2004).

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 TEMPS ÒPTIM D'ESCARIFICACIÓ AMB H₂SO₄

Els temps de tractament per l'escarificació amb H₂SO₄ concentrat (96%) no tenen efecte sobre la germinació posterior d'aquesta espècie (ANOVA, F=1,959; gl=4; p=0,153) (Taula 6.95). Tot i això, s'observa que els valors més alts de germinació s'assoleixen entre 20 i 40 minuts.

Temps (min.)	% de germinació ± e.s.	T ₅₀ ± e.s.
10	71,0 ± 1,9	2,5 ± 0,1 a
20	84,0 ± 2,8	2,3 ± 0,1 a
30	80,0 ± 5,2	1,4 ± 0,2 b
40	87,0 ± 3,0	1,0 ± 0,1 b
60	79,0 ± 6,8	1,4 ± 0,0 b

Taula 6.95. Efecte del temps d'escarificació amb àcid sobre la germinació i el T₅₀ (dies ± e.s.).

(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

Per contra, el T₅₀ sí que es veu afectat pel temps d'escarificació amb àcid (ANOVA, F=26,402; gl=4; p<0,000), essent el menor l'aconseguit a 40 minuts (Taula 6.95).

Per tot això, es considera que el temps d'escarificació amb àcid per aconseguir una òptima germinació seria de 40 minuts.

2.2 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix a mesura que s'incrementa la concentració de cadascuna de les sals.

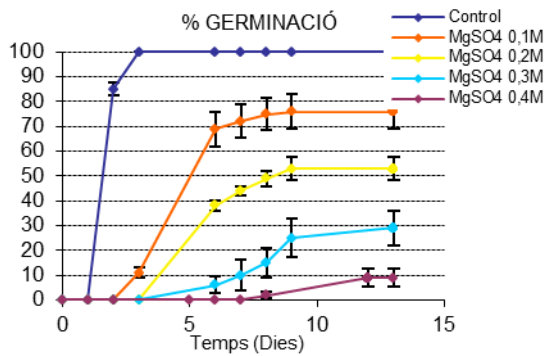


Figura 6.155. Germinació acumulada amb diferents concentracions de MgSO₄.

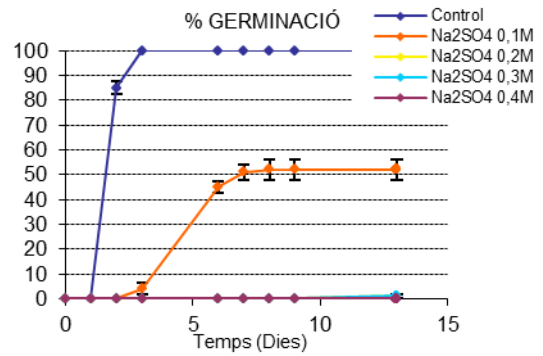


Figura 6.156. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na₂SO₄.

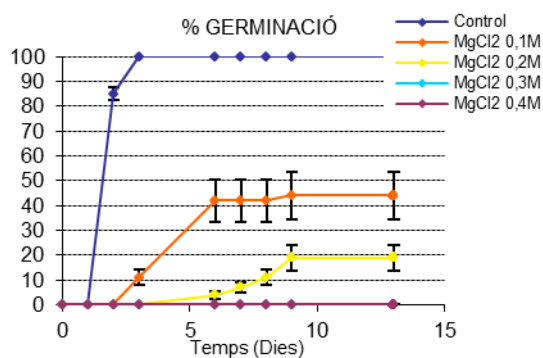


Figura 6.157. Germinació acumulada amb diferents concentracions de MgCl₂.

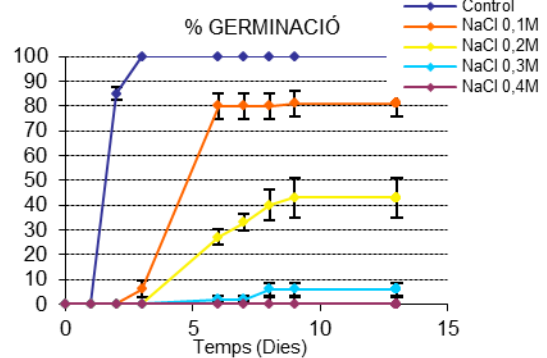


Figura 6.158. Germinació acumulada amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=63,357$; $gl=16$; $p<0,001$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals (Taula 6.96).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA
0,1 M	76,0 ± 7,1 abB	44,0 ± 9,4 bB	52,0 ± 4,0 bB	81,0 ± 5,0 aB
0,2 M	53,0 ± 4,4 aB	19,0 ± 5,3 bB	1,0 ± 1,0 cC	43,0 ± 8,1 abC
0,3 M	29,0 ± 6,8 aC	0 ± 0 bC	1,0 ± 1,0 bC	6,0 ± 2,6 bD
0,4 M	9,0 ± 3,8 aC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bD

Taula 6.96. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En tots els casos, la prova control difereix de forma significativa de les proves amb diferents concentracions de sals.

En el cas de MgSO₄ es produeix germinació a totes les concentracions. El percentatge disminueix fins a arribar al 9% a 0,4 M.

Amb MgCl₂ la inhibició de la germinació és més elevada que a la resta de sals, de tal manera que a 0,1 M el percentatge ja davalla del 50%. A concentracions iguals o superiors a 0,3 M ja no hi ha germinació.

Amb Na₂SO₄ l'efecte a 0,1M és similar a la sal anterior, però a concentracions de 0,2M o superior la germinació és gairebé nul·la o inexistent.

Amb NaCl es comporta de forma semblant a MgSO₄ si bé a 0,1M mostra una germinació una mica superior. A concentracions superiors el percentatge és significativament menor i a 0,4M la inhibició de la germinació és total.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=40,349$; $gl=12$; $p<0,001$). El tractament on s'ha obtingut un menor T₅₀ ha estat el control i fins i tot les concentracions més baixes afecten a la velocitat de germinació (Taula 6.97).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	1,6 ± 0,0 aA	1,6 ± 0,0 aA	1,6 ± 0,0 aA	1,6 ± 0,0 aA
0,1 M	4,4 ± 0,1 aB	4,0 ± 0,1 aB	4,6 ± 0,1 aB	4,4 ± 0,1 aB
0,2 M	5,1 ± 0,2 aC	7,3 ± 0,5 bC	n.d.	5,4 ± 0,3 abB
0,3 M	7,8 ± 0,5 aD	n.d.	n.d.	6,0 ± 0,9 aB
0,4 M	9,3 ± 0,6 D	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.97. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.). (En els casos on el percentatge de germinació ha estat menor del 1% no s'ha determinat (n.d.). Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; p < 0,05)).

En totes les proves amb sals, el T₅₀ és significativament més elevat que el de la prova control. En tots els casos s'observa un increment del T₅₀ a mesura que augmenta la concentració de sals, si bé no és igualment significatiu en totes les proves.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions no afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=20,994$; gl=15; p=0,137) (Taula 6.98).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,1 M	3,1 ± 3,1	0 ± 0	3,8 ± 2,2	0 ± 0
0,2 M	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
0,3 M	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
0,4 M	1,3 ± 1,3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

Taula 6.98. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.). (En els casos on el percentatge de germinació ha estat 100% no s'ha determinat (n.d.). Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; p < 0,05)).

La recuperació de la germinació ha estat ínfima en tots els casos, i no s'han trobat diferències significatives entre cap dels tractaments.

Aquestes dades tan baixes de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda a efectes de

toxicitat iònica que afecten greument a les llavors impossibilitant-ne la germinació (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=63,314$; $gl=16$; $p<0,001$) (Taula 6.99).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA
0,1 M	77,0 ± 6,8 abB	44,0 ± 9,4 bB	54,0 ± 3,5 bB	81,0 ± 5,0 aB
0,2 M	53,0 ± 4,4 aB	19,0 ± 5,3 bB	1,0 ± 1,0 cC	43,0 ± 8,1 abC
0,3 M	29,0 ± 6,8 aC	0 ± 0 bC	1,0 ± 1,0 bC	6,0 ± 2,6 bD
0,4 M	10,0 ± 4,8 aC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bD

Taula 6.99. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En totes les sals la germinació total va disminuint de manera proporcional a la concentració.

En el cas de MgSO₄ a 0,4 M encara hi ha alguna germinació.

Amb MgCl₂ la germinació total es fa nul·la a partir de 0,3 M.

Amb Na₂SO₄ ja a partir de de 0,2 M la germinació és pràcticament inexistent.

I amb NaCl pràcticament no es troben germinacions a partir de 0,3 M.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1,9 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.159).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que no hi ha una disminució en l'afectació, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada per efectes de la toxicitat iònica de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.160).

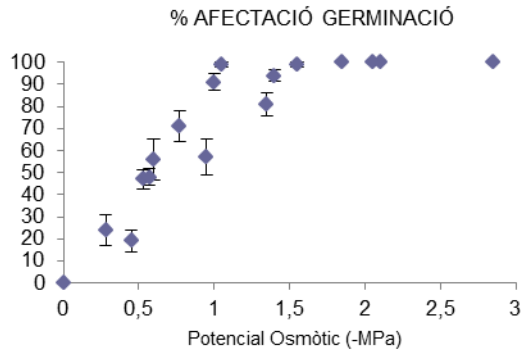


Figura 6.159. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

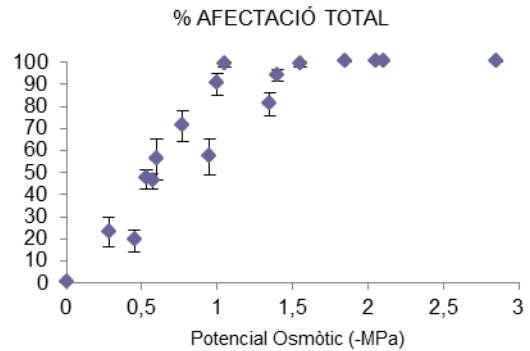


Figura 6.160. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie es pot apreciar com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, la velocitat de la germinació també baixa, i la recuperació de la germinació és molt baixa en totes les sals i concentracions.

Les llavors de les lleguminoses, caracteritzades per la presència de cobertes dures impermeables, es veuen protegides dels efectes de la toxicitat iònica per mor de la impossibilitat d'absorbir aigua mentre es mantingui la duresa. Una vegada es romp la duresa, els efectes es poden produir, aleshores es denoten les diferències entre espècies. En el cas de *Medicago citrina* es veu més afectada per les sals que l'espècie anual *Medicago polymorpha* que pot aguantar sense baixar la germinació fins a 0,24 M (Nichols *et al.*, 2009).

La germinació es produeix en aquestes espècies a partir de tardor quan la majoria de les llavors produïdes a la primavera (principis d'estiu) anterior han perdut aquesta impermeabilitat de la coberta. Aleshores, amb les pluges de tardor es produeix un doble efecte: la rentada de sals (disminuint l'efecte de toxicitat iònica) i la imbibició de l'embrió. És el moment menys perillós per germinar i augmentar el percentatge de supervivència de les plàntules (Vicente *et al.*, 2009). El comportament germinatiu de *Medicago citrina* en front a les sals és similar al seu parent *Medicago arborea* (Nedjimi *et al.*, 2014) i de diversos cultivars de *Medicago sativa* que a 0,15 M davallen la seva germinació (Li *et al.* 2010).

Les comunitats de *Medicagini citrinae-Lavaterion arborea* s'han descrit com halonitròfiles (Juan & Crespo, 1999) i també *Medicago citrina* s'ha indicat com a tolerant a la sal (Arraouadi *et al.*, 2012). Segons les dades, la terminologia d'halòfit no és massa encertada, ja que una de les espècies clau d'aquestes comunitats, així com ja s'ha vist també a *Euphorbia marginaliana*, no es comporta com a tal a l'hora de germinar (Cortés, TFG, inèdit).

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 1: si la germinació ocorre és inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells destacables, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

***Medicago marina* L.**

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta perenne, alba-tomentosa, d'arrel llenyosa, llarga, ramificada.



Foto 6.47. Llavor de *Medicago marina*

Rizoma llarg i ramificat. Tiges de 20-50 cm, densament foliades, postrades o ascendents. Fulles trifoliades, petites, peciolades, amb els folíols obovats-cuneiformes, denticulats a l'apex i cuneats a la base, de 4-9 x 3-6 mm; estípules ovals, acuminades, ordinàriament enteres i amb nervis patents. Flors de color groc clar, de 5-8 mm, 3-15, disposades sobre glomèruls curtament pedunculats amb peduncles no arestats, tan llargs com la fulla (2-10 mm); pedicels més curts que el tub del calze. Calze pubescent, de 4 mm, amb 5 dents, que cobreix la meitat de la corol·la. Corol·la de 6-



Foto 6.48. Detall de l'espècie florida.

8 mm; estandard més llarg que la carena, i aquesta més curta que les ales. Llegum de 4-8 mm, tomentós, cilíndric, dextors amb 2-3 voltes poc atapeïdes que deixen un clar orifici axial, de voreres amples i obtuses, proveïdes d'espines espartigades, curtes, corbades cap a dins, freqüentment reduïdes a tubercles amagats entre els pèls. Llavors reniformes, llises. $2n=16$ cromosomes (Sales & Hedge, 2000).

1.2 COROLOGIA

La distribució d'aquesta espècie es eurimediterrània, abarca les costes del sud i oest d'Europa, nord d'Àfrica i sud-oest d'Àsia. A Balears se la pot trobar a totes les illes excepte Cabrera.

1.3 HÀBITAT

És una espècie característica d'*Euphorbio-Ammophiletea* on ocupa preferentment els espais oberts del primer front dunar formant part de l'associació *Medicagini marinae-Ammophiletum australis*.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Aquesta espècie té una pol·linització entomòfila, fonamentalment a través d'himenòpters i algun lepidòpter (Gil, 1994). La floració es produeix entre els mesos d'abril i juny.

Té un elevat percentatge de llavors dures, la qual cosa fa que tingui una baixa germinació. S'ha observat germinació al camp a finals de setembre i novembre, després de les primeres pluges de tardor (Gil, 1994).

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 TEMPS ÒPTIM D'ESCARIFICACIÓ AMB H_2SO_4

Els temps utilitzats en aquests tractaments per l'escarificació amb H_2SO_4 concentrat (96%) no tenen efecte sobre la germinació posterior d'aquesta espècie (ANOVA, $F=0,286$; $gl=3$; $p=0,835$) (Taula 6.100).

Temps (min.)	% de germinació ± e.s.	T_{50} ± e.s.
15	98,0 ± 1,2	1,56 ± 0,01 a
20	99,0 ± 1,0	1,58 ± 0,00 ab
30	98,0 ± 1,2	1,59 ± 0,02 ab
40	99,0 ± 1,0	1,65 ± 0,02 b

Taula 6.100. Efecte del temps d'escarificació amb àcid sobre la germinació i el T_{50} (dies ± e.s.).

En canvi el T_{50} sí que es veu afectat pel temps d'escarificació amb àcid (ANOVA, $F=4,445$; $gl=3$; $p=0,026$), essent el menor l'aconseguit a 15 minuts (Taula 6.100).

Per tot això, es considera que el temps d'escarificació amb àcid per aconseguir una òptima germinació seria de 15 minuts.

2.2 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix a mesura que s'incrementa la concentració de cadascuna de les sals.

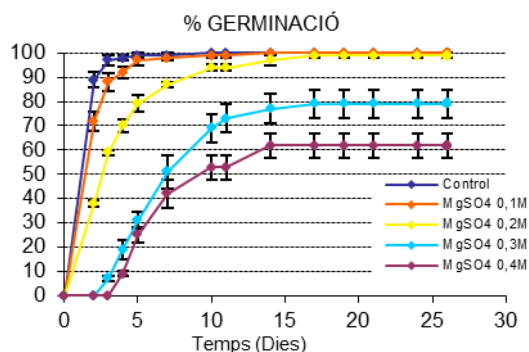


Figura 6.161. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

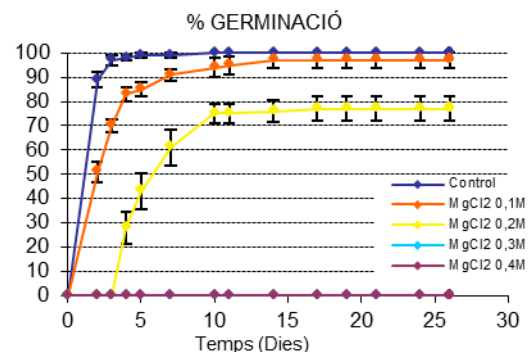


Figura 6.162. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

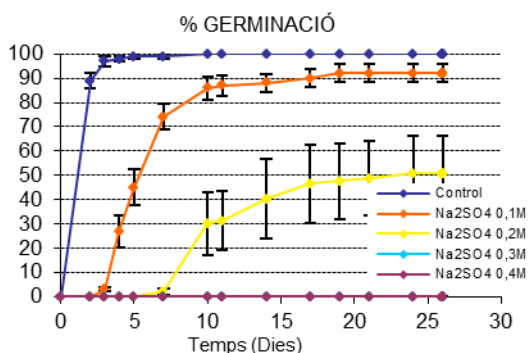


Figura 6.163. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

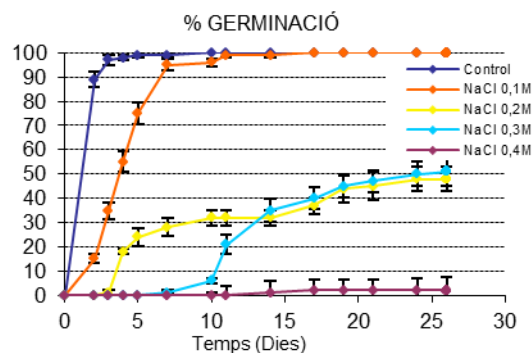


Figura 6.164. Germinació acumulada amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=64,273$; $gl=16$; $p<0,001$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals (Taula 6.101).

Concentració	MgSO_4	MgCl_2	Na_2SO_4	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA
0,1 M	100 ± 0,0 aA	97,0 ± 3,0 aA	92,0 ± 3,7 aA	100 ± 0,0 aA
0,2 M	99,0 ± 1,0 aA	77,0 ± 5,0 bB	50,8 ± 15,6 bcB	48,0 ± 5,2 cB
0,3 M	79,0 ± 5,7 aB	0 ± 0 cC	0 ± 0 cC	51,0 ± 5,7 bB
0,4 M	62,0 ± 5,0 aB	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	2,0 ± 2,0 bC

Taula 6.101. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO_4 no és fins a 0,3 M on es produeixen diferències significatives amb el control, i així tot a 0,4 M s'obté una germinació força important.

Amb MgCl_2 i Na_2SO_4 es produeix una disminució significativa de la germinació a 0,2 M. A concentracions superiors la germinació es veu inhibida totalment.

Amb NaCl a 0,2 M i 0,3 M hi ha diferències significatives amb el control, mentre que a 0,4 M la germinació es pràcticament nul·la.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, F=112,132; gl=12; p<0,001). El tractament on s'ha obtingut un menor T₅₀ ha estat el control i fins i tot les concentracions més mínimes afecten a la velocitat de germinació (Taula 6.102).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	1,1 ± 0,0 a	1,1 ± 0,0 a	1,1 ± 0,0 a	1,1 ± 0,0 a
0,1 M	1,4 ± 0,1 ab	1,9 ± 0,1 bc	5,0 ± 0,4 de	3,7 ± 0,2 d
0,2 M	2,6 ± 0,0 c	4,7 ± 0,4 de	10,6 ± 1,7 f	5,5 ± 0,4 e
0,3 M	6,0 ± 0,4 e	n.d.	n.d.	11,9 ± 0,7 f
0,4 M	6,0 ± 0,4 e	n.d.	n.d.	14,0 f

Taula 6.102. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

En totes les proves amb sals, el T₅₀ és significativament més elevat que el de la prova control, a excepció de MgSO₄ a 0,1 M. S'observa un increment del T₅₀ directament proporcional a la concentració de sals.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, chi²=40,294; gl=13; p<0,001) (Taula 6.103).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,1 M	n.d.	33,3 aAB	52,8 ± 23,7 aA	n.d.
0,2 M	100 aA	57,2 ± 12,8 aA	54,7 ± 17,6 aA	69,2 ± 6,8 aA
0,3 M	15,6 ± 5,2 aA	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	88,7 ± 5,0 bA
0,4 M	0 ± 0 aA	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	41,6 ± 20,7 aA

Taula 6.103. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat 100% no s'ha determinat (n.d.). Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; p < 0,05)).

La recuperació de la germinació ha estat relativament elevada a baixes concentracions, en canvi a altes concentracions hi ha molt poca recuperació de la germinació, a excepció de NaCl.

Aquestes dades de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda a efectes de potencial osmòtic a baixes concentracions de sals i a la toxicitat iònica en els tractaments amb altes concentracions (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=63,314$; $gl=16$; $p<0,001$) (Taula 6.104).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA
0,1 M	100 ± 0,0 aA	98,0 ± 2,0 aAB	95,0 ± 3,0 aAB	100 ± 0,0 aA
0,2 M	100 ± 0,0 aA	92,0 ± 1,6 bB	73,9 ± 18,0 bB	84,0 ± 4,3 bBC
0,3 M	83,0 ± 4,1 aB	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	95,0 ± 1,9 aAB
0,4 M	62,0 ± 5,0 aC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	42,0 ± 20,9 abC

Taula 6.104. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En les concentracions baixes no hi ha diferències significatives amb el control, en canvi a altes concentracions sí que existeixen.

En el cas de MgSO₄ s'obté un 100% de germinació fins a 0,3 M, i a 0,4 M encara hi ha un valor destacable de germinació total.

Amb MgCl₂ i Na₂SO a 0,2 M s'obté un valor significativament menor que el control.

I amb NaCl pràcticament no hi ha diferències significatives amb el control fins a 0,4 M on encara hi ha un valor destacable de germinació total.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1,5 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.165).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que una disminució en l'afectació només en alguns potencials osmòtics mitjans, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada per efectes de la toxicitat iònica a potencials baixos, i a efectes de disminució del potencial osmòtic a potencials alts de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.166).

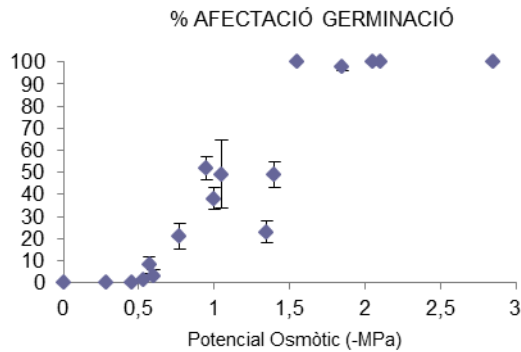


Figura 6.165. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

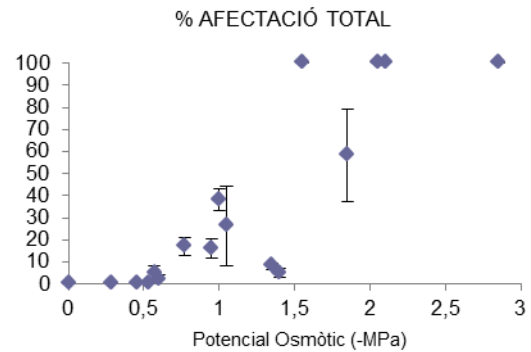


Figura 6.166. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie es pot apreciar com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals. La velocitat de la germinació també baixa, i la recuperació de la germinació és molt alta a baixes concentracions i baixa en altes concentracions.

Les llavors de les lleguminoses, caracteritzades per la presència de cobertes dures impermeables, es veuen protegides dels efectes de la toxicitat iònica per mor de la impossibilitat d'absorbir aigua mentre es mantingui la duresa. Una vegada es romp la duresa, els efectes es poden produir, aleshores es denoten les diferències entre espècies. En el cas de *Medicago marina* tenim un comportament similar a l'espècie anual *Medicago polymorpha* que pot aguantar sense baixar la germinació fins a 0,24 M (Nichols *et al.*, 2009). La germinació es produeix en aquestes espècies a partir de tardor quan la majoria de les llavors produïdes a la primavera (principis d'estiu) anterior han perdut aquesta impermeabilitat de la coberta. Aleshores, amb les pluges de tardor es produeix un doble efecte: la rentada de sals (disminuint l'efecte de toxicitat iònica) i la imbibició de l'embrió. És el moment menys perillós per germinar i augmentar el percentatge de supervivència de les plàntules (Vicente *et al.*, 2009). També hi ha referències sobre la germinació amb NaCl i Na₂SO₄ de diversos cultivars de *Medicago sativa* que a 0,15 M davallen la seva germinació (Li *et al.* 2010) Això indica que *Medicago marina* és un dels *Medicago* que millor pot tolerar la salinitat.

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 1: si la germinació ocorre és inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells destacables, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

***Ononis ramosissima* Desf.**

Ononis hispanica L. fil. subsp. *ramosissima* (Desf.) Förther & Podlech

Ononis natrix L. subsp. *ramosissima* (Desf.) Batt.

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

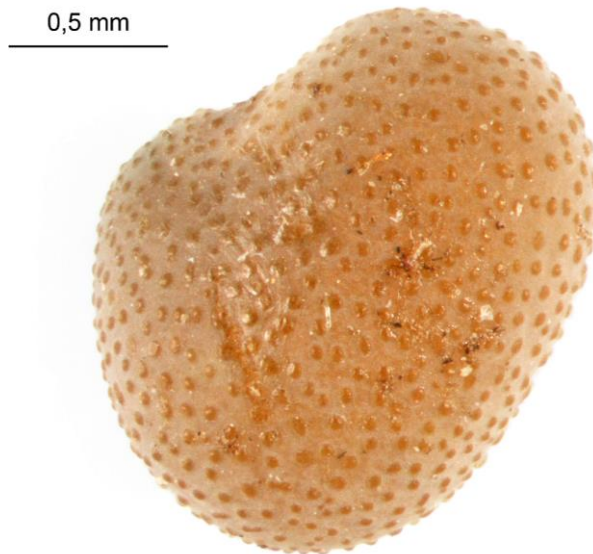


Foto 6.49. Llavor d'*Ononis ramosissima*.

Planta vivaç o perenne, de 30-50 cm, sufruticosa, viscosa-pubescent, de tiges erectes molt ramificades. Fulles caulinars peciolades, quasi totes trifoliades (les florals a vegades unifoliades), de folíols de (5-)8-15(-25) x 3-6 mm, un poc coriacis, oblongs, dentats en la seva meitat superior. Estípules linears-lanceolades, un poc més curtes que el pecíol. Flors grans, grogues, el doble més llargues que el calze, l'estendard amb estries vermelloses, disposades en raïms terminals densos.



Foto 6.50. L'espècie al seu hàbitat dunar.

Pedicels arestats, articulats, tan llargs o més que les bràctees florals. Calze de 4-6,5(7) mm, amb glàndules subsentades o puberulentes-glanduloses, a vegades amb pels eglandulars gràcils; dents de 2,7-5 mm, 2-3 vegades més llargues que el tub. Corol·la de (9-)10-15(-18) mm, només un terç més llarga que el calze. Llegum de 10-15 mm amb 2-8 llavors, exsert, pèndol, quasi cilíndric, pilós. Llavors globuloses, petites, finament tuberculoses. $2n=32$ cromosomes (Cardona, 1983).

1.2 COROLOGIA

Aquesta espècie es distribueix per l'oest de la mediterrània, arribant a les illes Canàries i al centre de Portugal. A les Balears se la troba a Mallorca, Eivissa i Formentera, en canvi a Cabrera i Menorca se troba *O. crispa*, que viu a hàbitats semblants.

1.3 HÀBITAT

L'espècie presenta un comportament oportunista i lleugerament nitròfil. A Mallorca ocupa generalment les àrees una mica mòbils de les dunes, en particular aquelles que presenten una disposició oblíqua respecte al litoral. Aquesta espècie se la troba dins la comunitat *Fumano laevis-Scrophularietum ramosissimae* que ocupa zones del sistema dunar on l'arena, una vegada empentada pel vent i fixada pels vegetals, retrocedeix per efecte del pendent. A Menorca, la *O. crispa* ocupa una comunitat vicariant: *Ononido crispae-Scrophularietum minoricensis*.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Espècie amb una pol·linització majoritàriament entomòfila, fonamentalment a través d'himenòpters (Gil, 1994). La floració es produeix entre els mesos d'abril i setembre.

Aquesta espècie pot variar el percentatge de llavors dures produït cada any, presumiblement, com a conseqüència de les condicions hídriques del any. Així, en anys secs la planta disposa de menys recursos i madura les llavors amb cutícules no endurides, mentre que en anys humits formaria llavors dures creant un banc de llavors que quedaria com a reservori per preservar la població (Gil, 1994). S'ha observat germinació al camp des de principis de tardor fins a maig.

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 TEMPS ÒPTIM D'ESCARIFICACIÓ AMB H₂SO₄

Els temps utilitzats en aquests tractaments per l'escarificació amb H₂SO₄ concentrat (96%) tenen efecte sobre la germinació posterior d'aquesta espècie (ANOVA, F=41,213; gl=4; p<0,000) (Taula 6.105).

Temps (min.)	% de germinació ± e.s.	T ₅₀ ± e.s.
15	30,0 ± 5,3 a	3,2 ± 0,3 a
20	55,6 ± 8,4 b	2,6 ± 0,1 b
30	73,0 ± 1,9 b	1,7 ± 0,1 b
40	97,0 ± 1,0 c	1,6 ± 0,0 c
60	97,0 ± 1,0 c	1,6 ± 0,0 c

Taula 6.105. Efecte del temps d'escarificació amb àcid sobre la germinació i el T₅₀ (dies ± e.s.).

(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

Hi ha diferències significatives amb els diferents temps d'escarificació que s'han utilitzat en aquesta prova. El temps que dona com a resultat major germinació és el comprés entre els 40 i els 60 minuts.

També el T₅₀ es veu afectat pel temps d'escarificació amb àcid (ANOVA, F=32,418; gl=4; p<0,000), essent el menor l'aconseguit a l'interval des 40 a 60 minuts (Taula 6.105).

Per tot això, es considera que el temps necessari d'escarificació amb àcid per aconseguir una òptima germinació seria de 40 minuts, per ser conservatius i poder tenir garantia de no danyar cap llavor.

2.2 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix a mesura que s'incrementa la concentració de cadascuna de les sals.

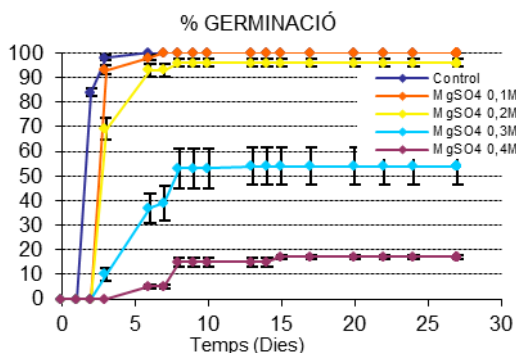


Figura 6.167. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

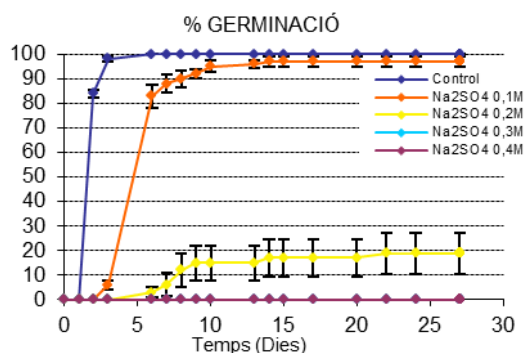


Figura 6.168. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

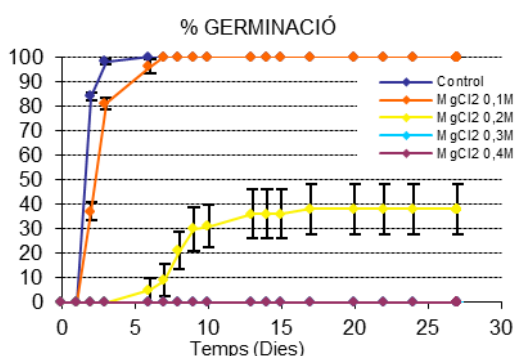


Figura 6.169. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

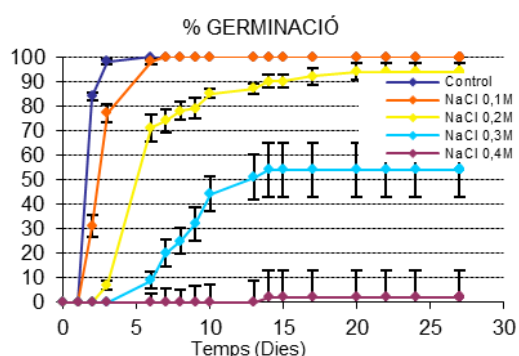


Figura 6.170. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $NaCl$.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=64,656$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals (Taula 6.106).

Concentració	$MgSO_4$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$NaCl$
0,0 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA
0,1 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	97,0 ± 1,9 aA	100 ± 0,0 aA
0,2 M	96,0 ± 1,6 aA	38,0 ± 10,4 bB	19,0 ± 8,4 bB	94,0 ± 3,5 aA
0,3 M	54,0 ± 7,4 aB	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	54,0 ± 10,9 aB
0,4 M	17,0 ± 1,0 aC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	2,0 ± 1,2 bC

Taula 6.106. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de $MgSO_4$ i $NaCl$ no és fins a 0,3 M on es produeixen diferències significatives amb el control, i així tot a 0,4 M s'obté una mica de germinació amb $MgSO_4$ i pràcticament gens amb $NaCl$.

Amb $MgCl_2$ i Na_2SO_4 es produeix una disminució significativa de la germinació a 0,2 M. A partir de 0,3M la inhibició de la germinació és total.

COMPORTAMENT DEL T_{50}

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T_{50} (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=47,020$; $gl=12$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut un menor T_{50} ha estat el control i fins i tot les concentracions més mínimes afecten a la velocitat de germinació (Taula 6.107).

Concentració	$MgSO_4$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$NaCl$
0,0 M	1,6 ± 0,0 aA	1,6 ± 0,0 aA	1,6 ± 0,0 aA	1,6 ± 0,0 aA
0,1 M	2,5 ± 0,0 aB	2,3 ± 0,1 bB	4,7 ± 0,1 cB	2,4 ± 0,1 bB
0,2 M	2,7 ± 0,1 aC	7,9 ± 0,2 cC	7,9 ± 0,3 cC	4,9 ± 0,2 bC
0,3 M	4,9 ± 0,3 aD	n.d.	n.d.	8,3 ± 0,5 bD
0,4 M	7,1 ± 0,4 aE	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.107. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T_{50} (dies ± e.s.). (En els casos on el percentatge de germinació ha estat menor del 2% no s'ha determinat (n.d.). Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En totes les proves amb sals, el T_{50} és significativament més elevat que el de la prova control. S'observa un increment del T_{50} directament proporcional a la concentració de sals.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions no afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=40,294$; $gl=13$; $p<0,000$) ja que s'obtenen uns valors molt baixos en tots els tractaments (Taula 6.108).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,1 M	n.d.	n.d.	0 ± 0	n.d.
0,2 M	0 ± 0	3,1 ± 3,1	0 ± 0	8,3 ± 8,3
0,3 M	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
0,4 M	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

Taula 6.108. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat 100% no s'ha determinat (n.d)).

Aquestes dades pràcticament nul·les de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda a efectes de toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=64,689$; $gl=16$; $p<0,000$) (Taula 6.109).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA
0,1 M	100 ± 0,0 aA	100 ± 0,0 aA	97,0 ± 1,9 aA	100 ± 0,0 aA
0,2 M	96,0 ± 1,6 aA	39,0 ± 11,4 bB	19,0 ± 8,4 bB	95,0 ± 2,5 aA
0,3 M	54,0 ± 7,4 aB	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	54,0 ± 10,9 aB
0,4 M	17,0 ± 1,0 aC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	2,0 ± 1,2 bC

Taula 6.109. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En les concentracions baixes no hi ha diferències significatives amb el control, en canvi a altes concentracions sí que existeixen.

En el cas de MgSO₄ s'obté quasi un 100% de germinació fins a 0,2 M, i a 0,4 M encara hi ha un valor destacable de germinació total.

Amb MgCl₂ i Na₂SO a 0,2 M s'obté un valor significativament menor que el control.

I amb NaCl pràcticament no hi ha diferències significatives amb el control fins a 0,3 M on encara hi ha un valor destacable de germinació total.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1,5 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.171).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que no hi ha disminució de l'afectació, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada per efectes de la toxicitat iònica de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.172).

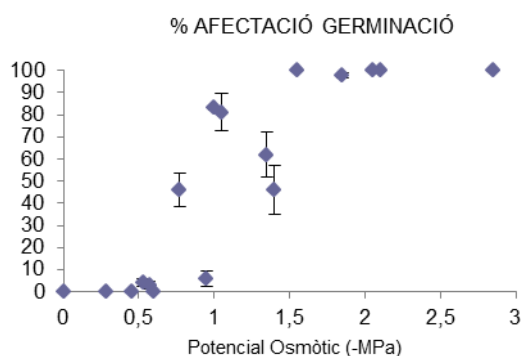


Figura 6.171. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

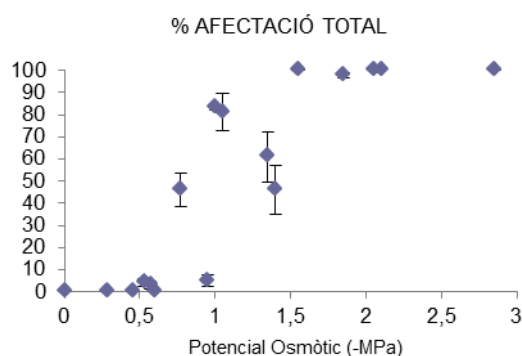


Figura 6.172. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie es pot apreciar com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals. La velocitat de la germinació també baixa, i la recuperació de la germinació és pràcticament nul·la en tots els tractaments.

S'ha comprovat com la psammòfila anual *Ononis serrata* Forssk. és capaç de germinar fins un potencial osmòtic de -1,0 MPa (Ashraf, 2009), que correspondria a uns 0,25 M de NaCl, és a dir que tindria un comportament similar a *O. ramosissima*. També per *O. sicula* s'ha descrit que les condicions ambientals afecten la morfologia i la capacitat germinativa de l'espècie variant la gruixa de la coberta (Gutterman, 1993), això també passa a *O. ramosissima* que pot variar el percentatge de llavors dures d'un any a un altre segons les condicions ambientals de l'any (Gil, 1994). *Medicago polymorpha* també té una coberta dura que la protegeix dels efectes de toxicitat iònica, no deixant imbibir la llavor, i per tant germinar, fins que la salinitat és rentada amb les pluges de tardor i ja no ofereix un perill per la supervivència de les plàntules (Nichols *et al.*, 2009).

Això pot donar avantatges ecològics, ja que permet una germinació molt ràpida després de les pluges de tardor i hivern de les llavors amb cutícula fina, i permet evitar condicions extremes de salinitat per les plàntules, a més de

colonitzar sòls nus abans que ho facin altres espècies (Vicente *et al.*, 2009) i al mateix temps disposaria d'un banc de llavors al sòl de llavors dures, resistents a la toxicitat iònica, per preservar la població.

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 1: si la germinació ocorre és inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells destacables, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

***Pancratium maritimum* L.**

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta herbàcia, bulbosa de 25-50 cm d'altura. Bulb esfèric, de 5-7 x 4-5 cm, cobert exteriorment per túniques membranoses brunes. Fulles de fins 60 x 1,5 cm, glauques, disposades en roseta. Escapus de fins a 45 cm. Inflorescència umbel·liforme. Flors grans, de 7-12 cm de longitud, blanques, curtament pedunculades. Tub del periant de 5-8 cm, estret, verdós. Tèpals de 3-5 cm, linears-el·líptics, erectes-patents, amb nervi mig dorsal verd. Corol·la de 2,5-3 cm, obcònica, amb 12 dents triangulars. Sis estams. Anteres



Foto 6.52. Floració de l'espècie.



Foto 6.51. Llavor de *Pancreatium maritimum*.

introrsos, grogues, de 5 mm. Llavors de 9-12 x (10-)13-16 mm, trígones-aplanades, de color negre, amb una testa esponjosa i hílum apical puntiforme. $2n= 22$ cromosomes (Aedo, 2013).

1.2 COROLOGIA

Aquesta espècie se la pot trobar al sud d'Europa, des de la desembocadura del Loira, a França, fins les costes de Bulgària; al Nord d'Àfrica des de Marroc fins a Egipte, i a l'oest d'Àsia des de Turquia fins a Israel. També és present a la costa atlàntica de Nord-Amèrica. Se la troba a totes les costes de la Península Ibèrica, i de les Illes Balears.

1.3 HÀBITAT

Es tracta d'una espècie característica del litoral arenós, en especial dels sistemes dunars, tant actuals com fòssils. Té un caràcter de colonitzador dunar. Es desenvolupa habitualment en el *Medicagini marinae-Ammophiletum australis*, del qual és espècie característica. Se situa, preferentment, en els primers fronts dunars encara que pot arribar a desenvolupar-se en els clars de les comunitats post-dunars de les aliances *Rosmarino-Ericion* o de l'*Oleo-Ceratonion*, i fins i tot a vegades en l'orla d'alguns arbusts.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Aquesta espècie s'ha descrit que té una pol·linització entomòfila a través de lepidòpters nocturns. La floració es produeix entre els mesos de juny a setembre. Les llavors disposen d'una testa esponjosa, aerènquima, que permet que siguin dispersades pel vent i les donen flotabilitat en l'aigua del mar (Gil, 1994).

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie figura en el Catàleg Balear d'Espècies Amenaçades com a d'especial protecció amb caràcter general (Decret 75/2005).

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix segons augmenta la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

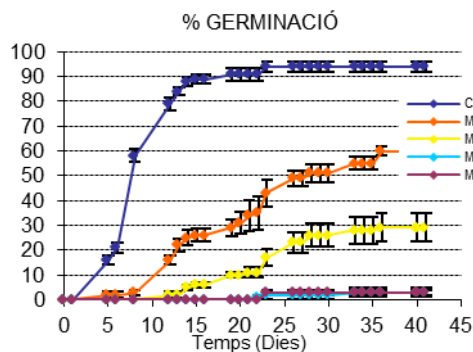


Figura 6.173. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

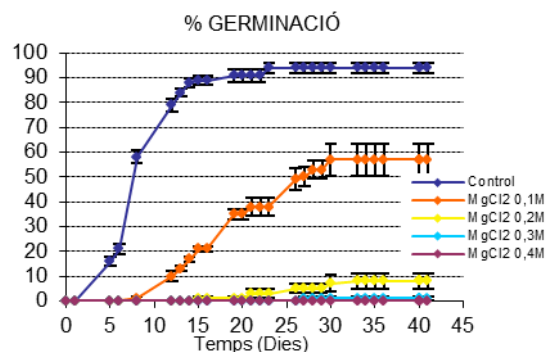


Figura 6.174. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

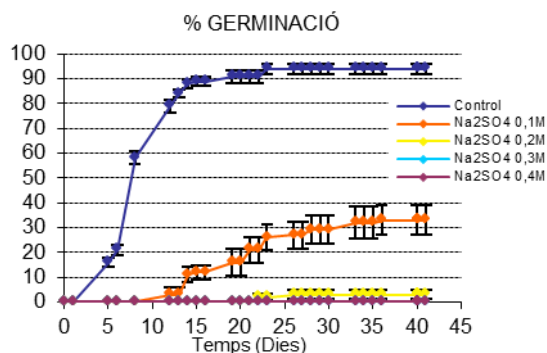


Figura 6.175. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na₂SO₄.

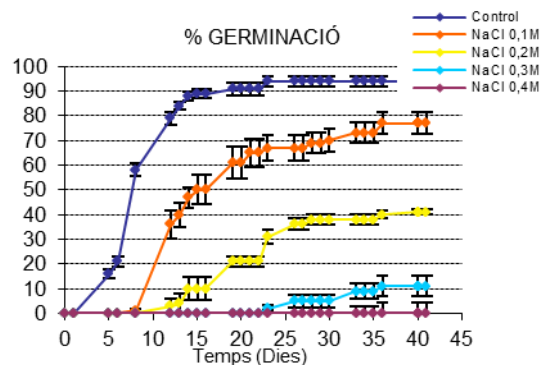


Figura 6.176. Germinació acumulada amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=61,732$; $gl=16$; $p<0,001$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control i els de concentracions menors de cada una de les quatre sals (Taula 6.110).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	94,0 ± 2,0 aA	94,0 ± 2,0 aA	94,0 ± 2,0 aA	94,0 ± 2,0 aA
0,1 M	60,0 ± 1,6 bB	57,0 ± 6,6 abcB	33,0 ± 6,0 cB	77,0 ± 4,4 aB
0,2 M	29,0 ± 5,7 bC	8,0 ± 3,3 bcC	3,0 ± 1,9 cC	41,0 ± 1,0 aC
0,3 M	3,0 ± 1,9 abD	1,0 ± 1,0 abC	0 ± 0 bC	11,0 ± 4,1 aD
0,4 M	3,0 ± 1,0 aD	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	2,0 ± 1,2 aE

Taula 6.110. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.). (Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO₄ a 0,1 M ja hi ha una disminució significativa de la germinació en referència al control, aquesta disminució segueix fins arribar al tractament amb màxima concentració on pràcticament no s'ha obtingut cap germinació.

Amb MgCl₂ i Na₂SO₄ també a 0,1 M hi ha una diferència significativa amb el control, encara que a 0,3 M ja no s'obtenen pràcticament germinacions.

I amb NaCl la disminució de la germinació a 0,1 M no és tan gran com amb les altres sals.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, F=9,557; gl=12; p<0,001). El tractament on s'ha obtingut un menor T₅₀ ha estat el control i fins i tot les concentracions més mínimes afecten a la velocitat de germinació (Taula 6.111).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	7,4 ± 0,1 a	7,4 ± 0,1 a	7,4 ± 0,1 a	7,4 ± 0,1 a
0,1 M	18,3 ± 1,8 bc	18,2 ± 1,9 b	18,6 ± 1,8 bc	12,7 ± 0,6 ab
0,2 M	20,5 ± 2,1 bcd	24,2 ± 1,8 cd	21,8 ± 0,3 bcd	18,4 ± 1,9 bc
0,3 M	26,8 ± 4,8 cd	26,5 cd	n.d.	27,7 ± 2,3 d
0,4 M	22,5 ± 0,0 cd	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.111. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05))

El T₅₀ de tots els tractaments amb sals es veu afectat significativament fins i tot a la mínima concentració, encara que el cas de NaCl és una excepció i no es troben diferències significatives amb el control a 0,1 M. S'observa un increment del T₅₀ directament proporcional a la concentració de sals.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, chi²=35,945; gl=16; p=0,003) (Taula 6.112).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA
0,1 M	12,3 ± 4,8 aA	8,0 ± 3,2 aA	4,4 ± 3,0 aA	15,6 ± 9,7 aAB
0,2 M	4,6 ± 3,0 abA	0 ± 0 bA	2,0 ± 1,2 bA	23,7 ± 6,3 aB
0,3 M	1,0 ± 1,0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	11,0 ± 5,2 aAB
0,4 M	2,0 ± 2,0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA	0 ± 0 aA

Taula 6.112. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; p < 0,05)).

En quasi tots els tractaments la recuperació de la germinació ha estat molt baixa. Cal destacar el valor de NaCl a 0,2 M on s'ha obtingut un valor significativament elevat.

Aquestes dades baixes de recuperació de la germinació indiquen que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda, sobretot, a efectes de toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=62,813$; $gl=16$; $p<0,001$) (Taula 6.113).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	94,0 ± 2,0 aA	94,0 ± 2,0 aA	94,0 ± 2,0 aA	94,0 ± 2,0 aA
0,1 M	65,0 ± 1,9 bB	61,0 ± 5,3 abB	36,0 ± 5,9 cB	81,0 ± 3,4 aB
0,2 M	32,0 ± 6,9 bC	8,0 ± 3,3 bcC	5,0 ± 1,9 bC	55,0 ± 3,8 aC
0,3 M	4,0 ± 2,3 abD	1,0 ± 1,0 bC	0 ± 0 bC	21,0 ± 5,0 aD
0,4 M	5,0 ± 1,0 aD	0 ± 0 bC	0 ± 0 bC	0 ± 0 bE

Taula 6.113. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO₄ s'obtenen diferències significatives amb el control a 0,1 M i la germinació total segueix disminuint de forma inversament proporcional a la concentració.

Amb MgCl₂ a 0,1 M també hi ha diferències significatives amb el control i a 0,2 M pràcticament ja no s'observen germinacions.

Amb Na₂SO₄ la disminució de la germinació a 0,1 M és significativament major que amb les altres sals.

I amb NaCl encara s'obté una germinació total considerable a 0,3 M.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1,5 MPa de potencial osmòtic (Fig. 6.177).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que hi ha una lleugera disminució de l'afectació, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada principalment per efectes de la toxicitat iònica de les diferents sals de cada tractament (Fig. 6.178).

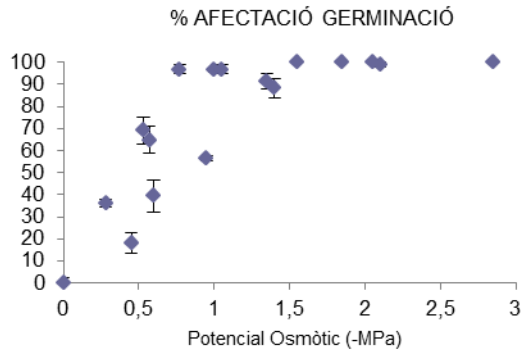


Figura 6.177. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

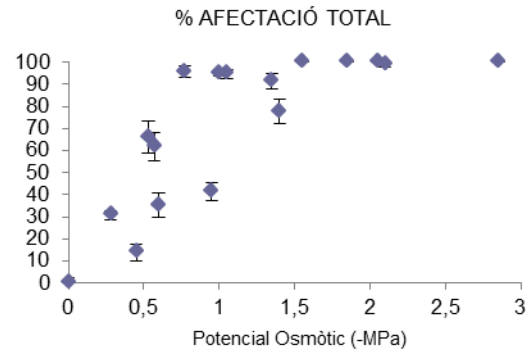


Figura 6.178. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie es pot apreciar com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, la velocitat de la germinació també baixa, i la recuperació de la germinació és molt baixa en tots els tractaments.

Balestri & Cinelli (2004) indiquen que el *Pancratium maritimum* pot germinar fins amb un 25% d'aigua de la mar, la qual cosa correspondria a una concentració de 0,1 M de NaCl. En canvi Keren & Evenari (1974) indiquen que amb 0,2 M de NaCl s'obté un 85% de germinació. Els resultats presentats aquí es troben entre les dades d'aquests dos treballs citats anteriorment, i indiquen que a 0,2 M encara s'obté una germinació considerable, i a 0,3 M encara es troben algunes germinacions. Aquestes variacions de comportament germinatiu front a la sal poden ser degudes a diferències poblacionals. De fet ja s'han observat diferències poblacionals en altres caràcters de l'espècie com la longitud de l'estigma respecte dels estams i el percentatge d'autogàmia (Eisikowitch, 1970; Gil, 1994; Medrano *et al.*, 2000).

La inhibició de la germinació front a les sals pot donar avantatges ecològics a aquesta espècie, evitant que germini després de les pluges ocasionals de finals d'estiu (Balestri & Cinelli, 2004), i no deixant germinar fins que les pluges han rentat la capa superficial del sol, i permet a aquesta espècie colonitzar sòls nus abans que ho facin altres espècies (Vicente *et al.*, 2009).

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 1: si la germinació ocorre és inversament proporcional a la salinitat. Quan les llavors són passades a aigua destil·lada, la germinació passa a nivells destacables, però les llavors exposades a les salinitats majors tenen una menor germinació total.

***Santolina magonica* (Bolòs et al.) Romo**

Santolina chamaecyparissus L. subsp. *magonica* Bolòs, Molinier et Montserrat

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta perenne, molt aromàtica, que forma petites mates de forma arrodonida, de color gris. Tiges de 20-60 cm, llenyoses, ramificades, erectes, més o menys tomentoses. Fulles una mica carnosos, linears, peciolades, de raquis gruixut, pinnatífides, amb quatre sèries de lòbuls curts, des de la base fins a l'apex, de 2 mm, obovades. Capítols subglobulosos, de grandària variable, 8-10 mm, disposats sobre peduncles lleugerament inflats a l'apex. Involucre d'esquames desiguals; les exteriors lanceolades-acuminades,



Foto 6.53. Detall de la floració i d'un pol·linitzador.



Foto 6.54. Cípsela de *Santolina magonica*.

amb el dors prominent que es prolonga sobre el peduncle; les interiors còncaues, oblongues, escarioses i lacerades. Flors grogues de corol·la glandulosa i tub allargat per la part interna sobre l'ovari. Aquenis tetràgons, amb els angles laterals més prominents. Palletes del receptacle linears-oblongues, còncaues, obtuses, glabres. $2n=18$ cromosomes (Cardona & Contandriopoulos, 1983).

1.2 COROLOGIA

Santolina chamaecyparissus ha tengut una complexa situació taxonòmica, la seva distribució no es troba molt ben definida. En principi se la pot considerar com un tàxon distribuït pel mediterrani occidental i central.

Les poblacions de Mallorca i Menorca estan adscrites al taxon *S. magonica* (Carbajal *et al.*, 2017). Aquesta espècie està caracteritzada per posseir bràctees involucrals glabrescents i glanduloses en la superfície dorsal i escarioses i piloses en el marge. Alguns autors (Bolòs & Vigo, 1987) han proposat les poblacions de l'illot d'es Vedrà (Eivissa) com una entitat diferent a nivell de varietat (*S. chamaecyparissus* var. *vedranensis* O. Bolòs & Vigo), caracteritzada per ser menys aromàtica, tenir les fulles una mica diferents de la forma típica, els capítols més grossos i les bràctees amb menys pèls. Altres (Romo, 1994) l'han proposada a nivell subespecífic (*S. chamaecyparissus* subsp. *vedranense* Romo) i darrerament (Carbajal *et al.*, 2017) com una espècie (*S. vedranensis* (O. Bolòs & Vigo) L. Sáez, M. Serrano, S. Ortiz & R. Carbajal).



Foto 6.55. Hàbitat de l'espècie.

1.3 HÀBITAT

És un element molt característic de les formacions xeroacàntiques de la muntanya mallorquina, *Hypericion balearici*, així com de les comunitats litorals disposades en les proximitats del *Launaeetum cervicornis* de Mallorca i Menorca. Posseeix una gran capacitat colonitzadora per la qual cosa és relativament abundant en comunitats vegetals de tipus secundari.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Aquesta espècie té una pol·linització fonamentalment entomòfila. Produeix un elevat número de llavors per planta que són dispersades d'una manera molt lenta. És habitual que aquestes llavors siguin parasitades per

larves d'insectes. A les poblacions litorals, la floració es produeix durant el mes de maig (Gil, 1994).

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie figura en el Catàleg Balear d'Espècies Amenaçades com a d'especial protecció amb autorització obligatòria per a recol·lecció amb finalitats comercials (Decret 75/2005).

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix segons augmenta la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

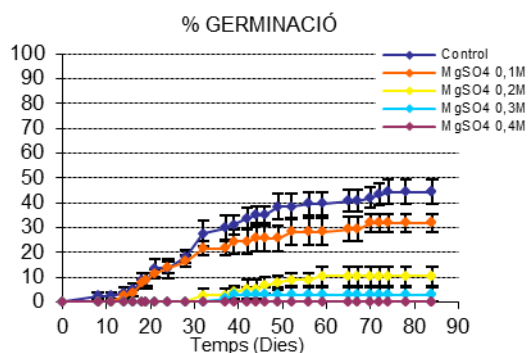


Figura 6.179. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

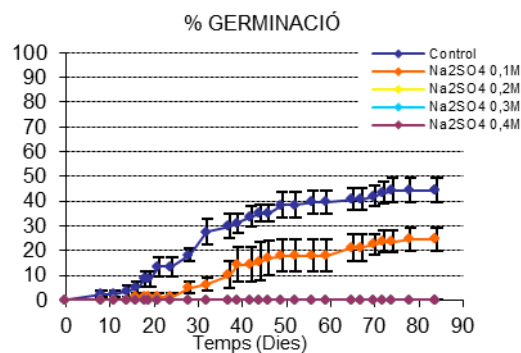


Figura 6.180. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

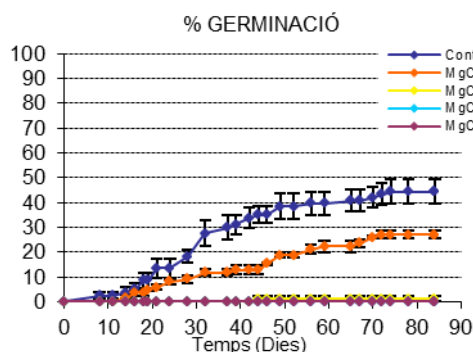


Figura 6.181. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

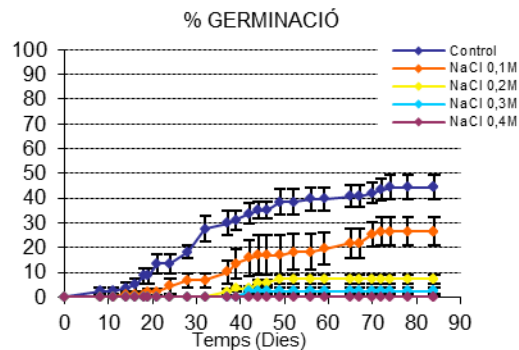


Figura 6.182. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $NaCl$.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=60,943$; $gl=16$; $p<0,000$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control (Taula 6.114).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	44,4 ± 4,9 aA	44,4 ± 4,9 aA	44,4 ± 4,9 aA	44,4 ± 4,9 aA
0,1 M	31,9 ± 3,8 aA	27,0 ± 1,6 aA	24,7 ± 4,8 aA	26,5 ± 5,7 aB
0,2 M	10,3 ± 3,8 aB	1,1 ± 1,1 bB	0 ± 0 bB	7,3 ± 1,7 aC
0,3 M	2,9 ± 2,9 aBC	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	2,3 ± 1,3 aCD
0,4 M	0 ± 0 aC	0 ± 0 aB	0 ± 0 aB	0 ± 0 aD

Taula 6.114. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).
(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de MgSO₄ a 0,2 M hi ha disminució significativa de la germinació en referència al control, aquesta disminució segueix fins arribar al tractament amb màxima concentració on no s'ha obtingut cap germinació.

Amb MgCl₂ i Na₂SO₄ a 0,1 M no hi ha diferència significativa amb el control, i a concentracions més elevades ja no s'obtenen pràcticament germinacions.

I amb NaCl a 0,1 M ja hi ha una disminució significativa en referència al control.

COMPORTAMENT DEL T₅₀

Les diverses sals i concentracions no afecten significativament al T₅₀ (ANOVA, $F=1,602$; $gl=9$; $p=0,176$) (Taula 6.115).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	30,0 ± 4,0	30,0 ± 4,0	30,0 ± 4,0	30,0 ± 4,0
0,1 M	27,4 ± 2,1	37,6 ± 5,0	44,8 ± 6,3	42,0 ± 5,2
0,2 M	40,9 ± 3,5	43,0	n.d.	38,4 ± 2,0
0,3 M	37,00	n.d.	n.d.	40,5 ± 0,0
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.115. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T₅₀ (dies ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.))

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions no afecten significativament a la recuperació de la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=23,777$; $gl=16$; $p=0,095$) (Taula 6.116).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	32,4 ± 8,3	32,4 ± 8,3	32,4 ± 8,3	32,4 ± 8,3
0,1 M	40,2 ± 6,1	48,1 ± 3,3	41,4 ± 4,	51,5 ± 7,7
0,2 M	47,5 ± 2,6	58,5 ± 8,6	47,6 ± 1,7	52,5 ± 7,0
0,3 M	53,3 ± 4,5	56,4 ± 3,3	54,3 ± 4,9	50,6 ± 4,1
0,4 M	33,0 ± 11,3	31,7 ± 2,5	43,3 ± 6,0	50,9 ± 3,9

Taula 6.116. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).

La recuperació de la germinació ha estat relativament elevada en tots els casos. La qual cosa indica que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda a efectes de potencial osmòtic (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=29,399$; $gl=16$; $p=0,0214$) (Taula 6.117).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	62,7 ± 4,6 aA	62,7 ± 4,6 aA	62,7 ± 4,6 aA	62,7 ± 4,6 aA
0,1 M	57,3 ± 6,5 aA	62,1 ± 2,5 aA	56,4 ± 1,7 aAC	65,2 ± 3,9 aA
0,2 M	52,7 ± 3,8 aA	57,7 ± 9,4 aAB	47,6 ± 1,7 aB	55,8 ± 7,0 aA
0,3 M	51,8 ± 6,7 aA	56,4 ± 3,3 aA	54,3 ± 4,9 aAB	51,8 ± 3,7 aA
0,4 M	31,9 ± 12,0 abA	31,7 ± 2,5 bB	43,3 ± 6,0 abBC	50,9 ± 3,9 aA

Taula 6.117. Germinació total (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En els casos de MgSO₄ i NaCl no s'obtenen diferències significatives amb el control.

Amb MgCl₂ a 0,4 M hi ha diferències significatives amb el control.

Amb Na₂SO₄ hi ha diferències significatives amb el control a 0,2 i a 0,4 M.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1,5 MPa de potencial osmòtic, si bé a partir de -1 MPa la inhibició és pràcticament total (Fig. 6.183).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que hi ha disminució de l'afectació, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada principalment per efectes de la baixada de potencial osmòtic de cada tractament (Fig. 6.184).

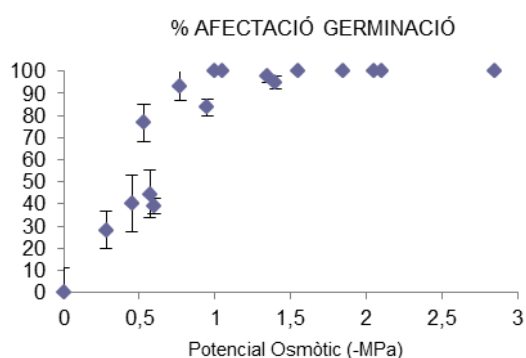


Figura 6.183. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

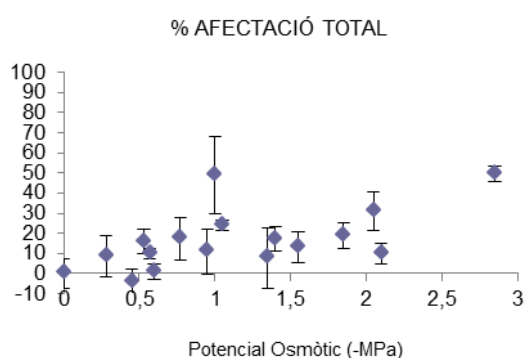


Figura 6.184. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie es pot apreciar com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, la velocitat de la germinació no es veu afectada pels tractaments, i la recuperació de la germinació és elevada, arribant a ser comparable amb el control en quasi tots els tractaments. Aquestes dades són similars a la bibliografia consultada per espècies de la mateixa família que viuen en ambients salins, com per exemple *Aster laurentianus* (Houle *et al.*, 2001) o *Scorzonera hispanica* (Silva *et al.*, 2015).

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 2: La germinació és fortament inhibida fins i tot a baixes salinitats. La recuperació de la germinació arriba a ser igual a la germinació amb aigua dolça, o una mica menor.

***Teucrium dunense* Sennen**

Teucrium dunense var. *bombycinum* (Sennen) Sennen

Teucrium maritimum (Albert & Jahand.) Sennen

Teucrium polium (L.) Tausch. subsp. *dunense* (Sennen) Sennen

Teucrium puechiae Greuter & Burdet

1 INTRODUCCIÓ

1.1 DESCRIPCIÓ

Planta multicaule, tomentosa, amb pèls simples i ramificats. Tiges erectes, de 10-40 cm. Fulles oblongues o linears, revolutes. Glomèruls en grups apicals atenuats a la base.



Foto 6.57. Detall de la inflorescència amb un dels principals pol·linitzadors d'aquesta espècie.

0,5 mm



Foto 6.56. Núcula de *Teucrium dunense*.

Corol·la blanquinosa o rosada, de 7-10 mm. Calze tomentós, amb les dents cobertes per pèls simples de 0,3-1 mm. Dents del calze cucul·lades i mucronades. Fruit en núcula, inclòs dins el calze. $2n=90$, $n=13$ cromosomes (Navarro, 2010).

1.2 COROLOGIA

Aquesta espècie es distribueix pel mediterrani occidental, i se la troba a les costes del sud de França, a les costes meridionals i orientals de la Península Ibèrica, i arriba fins al sud de Portugal. A les Balears es troba únicament a Mallorca. Sembla que pugui haver estat introduït de forma accidental, mitjançant una revegetació, a les dunes de Formentera (Gil, com. pers.)

1.3 HÀBITAT

Viu damunt l'arena dels sistemes dunars. És espècie característica de les associacions *Teucrio dunensis-Helianthemum capitis-felicis* i també de *Teucrio dunensis-Thymelaeetum velutinae*, totes dues associacions formen part de la subaliança *Halimionenion halimifolii*, que són comunitats que actuen com a matollar de substitució del savinar, encara que *Teucrium dunense* es pot trobar també integrada en comunitats del *Crucianellion maritimae*.

1.4 BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Espècie amb una pol·linització entomòfila, a través d'una elevada diversitat d'insectes, com coleòpters, dípters, himenòpters i lepidòpters (Gil, 1994). La floració es produeix entre els mesos d'abril i juny.

1.5 PROTECCIÓ

L'espècie no figura en cap catàleg de protecció d'espècies.

2 RESULTATS I DISCUSSIÓ

2.1 EFECTE DE LA SALINITAT A LA GERMINACIÓ

A les gràfiques següents es pot veure com el percentatge de germinació disminueix segons augmenta la concentració de cadascuna de les sals fins arribar a la completa inhibició de la germinació quan la concentració supera els límits tolerables per a aquesta espècie.

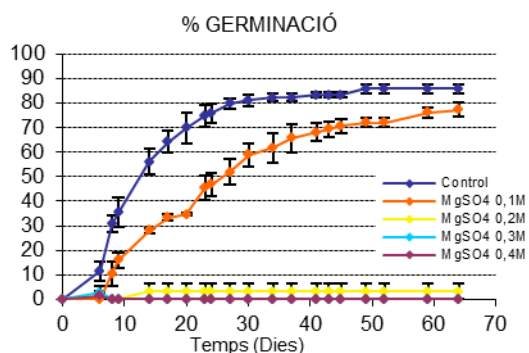


Figura 6.185. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgSO_4$.

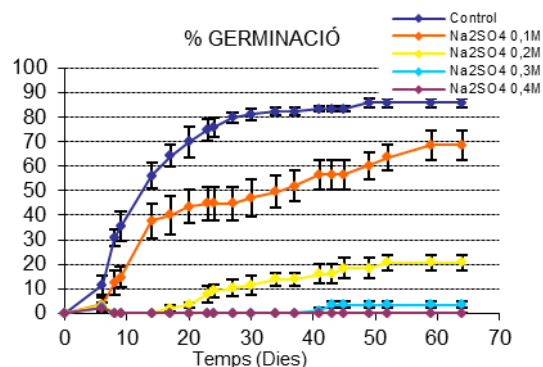


Figura 6.186. Germinació acumulada amb diferents concentracions de Na_2SO_4 .

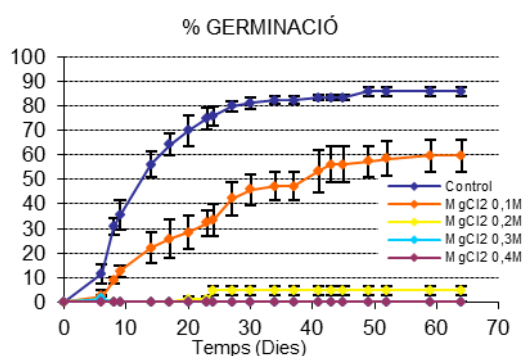


Figura 6.187. Germinació acumulada amb diferents concentracions de $MgCl_2$.

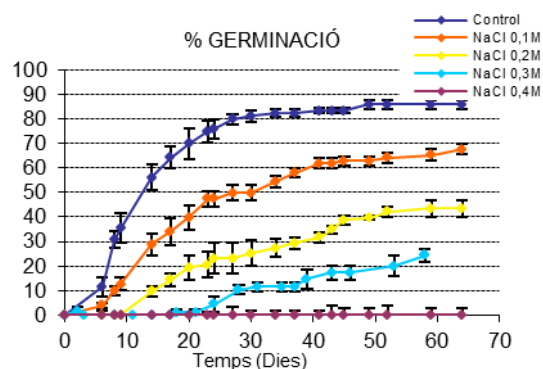


Figura 6.188. Germinació acumulada amb diferents concentracions de NaCl.

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=63,908$; $gl=16$; $p<0,001$). El tractament on s'ha obtingut una germinació més elevada ha estat el control (Taula 6.118).

Concentració	$MgSO_4$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	NaCl
0,0 M	85,8 ± 1,8 aA	85,8 ± 1,8 aA	85,8 ± 1,8 aA	85,8 ± 1,8 aA
0,1 M	77,3 ± 3,1 aA	59,8 ± 6,5 aB	68,5 ± 6,1 aA	67,7 ± 2,0 aB
0,2 M	3,1 ± 3,1 aB	4,8 ± 1,9 cC	20,7 ± 3,0 bB	43,4 ± 3,3 aC
0,3 M	0 ± 0 bB	0 ± 0 bC	3,5 ± 1,2 bC	24,3 ± 2,7 aD
0,4 M	0 ± 0 aB	0 ± 0 aC	0 ± 0 aC	0 ± 0 aE

Taula 6.118. Efecte de les sals i les concentracions sobre la germinació (% ± e.s.).

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 4 tipus de sals i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'una mateixa sal (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon; $p < 0,05$)).

En el cas de $MgSO_4$ no es troben diferències significatives fins a 0,2 M on pràcticament ja no s'obté germinació.

Amb $MgCl_2$ a 0,1 M ja hi ha una disminució significativa de la germinació i a 0,2 pràcticament ja no s'obté germinació.

Amb Na_2SO_4 a 0,2 M hi ha diferència significativa amb el control, i a concentracions més elevades ja no s'obtenen pràcticament germinacions.

I amb $NaCl$ a 0,1 M ja hi ha una disminució significativa en referència al control, aquesta disminució arriba fins a 0,3 M on encara s'obtenen algunes germinacions, mentre que a 0,4 M la germinació és nul·la.

COMPORTAMENT DEL T_{50}

Les diverses sals i concentracions afecten significativament al T_{50} (ANOVA, $F=10,841$; $gl=10$; $p<0,001$) (Taula 6.119).

Concentració	$MgSO_4$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$NaCl$
0,0 M	10,7 ± 1,1 a	10,7 ± 1,1 a	10,7 ± 1,1 a	10,7 ± 1,1 a
0,1 M	21,0 ± 2,6 bcd	20,1 ± 2,6 bcd	14,8 ± 1,5 ab	16,4 ± 2,0 abc
0,2 M	11,5 abc	22,3 ± 1,2 bcde	27,8 ± 3,0 cde	25,4 ± 3,6 bcde
0,3 M	n.d.	n.d.	41,0 ± 1,0 e	32,9 ± 4,5 de
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 6.119. Efecte de les sals i les concentracions sobre el T_{50} (dies ± e.s.).
(En els casos on el percentatge de germinació ha estat nul no s'ha determinat (n.d.). Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; $p < 0,05$)).

En el cas de $MgSO_4$ i $MgCl_2$ es troben diferències significatives amb el control a 0,1 M.

Amb Na_2SO_4 i $NaCl$ no és fins a 0,2 M on es troben diferències significatives amb el control.

COMPORTAMENT DE LA RECUPERACIÓ

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la recuperació de la germinació (ANOVA, $F=3,640$; $gl=16$; $p<0,001$) (Taula 6.120).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	8,3 ± 8,3 a	8,3 ± 8,3 a	8,3 ± 8,3 a	8,3 ± 8,3 a
0,1 M	33,3 ± 11,1 abcd	33,6 ± 8,3 abcd	47,1 ± 19,6 abcd	42,3 ± 11,8 abcd
0,2 M	16,7 ± 2,0 ab	42,6 ± 2,3 abcd	53,0 ± 7,5 bcd	20,9 ± 6,5 abc
0,3 M	33,5 ± 2,6 abcd	57,5 ± 7,8 bcd	65,0 ± 5,0 d	47,2 ± 6,9 abcd
0,4 M	27,5 ± 6,0 abcd	53,1 ± 2,4 bcd	42,3 ± 11,8 cd	34,0 ± 7,9 abcd

Taula 6.120. Recuperació de la germinació (% de recuperació ± e.s.).
(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

La recuperació de la germinació ha estat relativament elevada en tots els casos. La qual cosa indica que la inhibició de la germinació en aquesta espècie és deguda més a efectes de potencial osmòtic que no a toxicitat iònica (Ungar, 1996; Pujol *et al.*, 2000; Vicente *et al.* 2007).

COMPORTAMENT DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Les diverses sals i concentracions afecten significativament a la germinació total d'aquesta espècie (ANOVA, F=16,932; gl=16; p<0,001) (Taula 6.121).

Concentració	MgSO ₄	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	NaCl
0,0 M	86,9 ± 2,3 a	86,9 ± 2,3 a	86,9 ± 2,3 a	86,9 ± 2,3 a
0,1 M	83,9 ± 4,1 ab	73,6 ± 4,6 abcd	84,9 ± 5,6 ab	80,8 ± 4,6 abc
0,2 M	19,2 ± 4,2 i	45,3 ± 2,7 efgh	63,1 ± 5,5 abcde	55,5 ± 3,6 cdefg
0,3 M	33,5 ± 2,6 ghi	57,5 ± 7,8 cdefg	66,3 ± 4,5 abcde	59,7 ± 6,0 bcdef
0,4 M	27,5 ± 6,0 hi	53,1 ± 2,4 defgh	60,5 ± 6,2 bcde	34,0 ± 7,9 fghi

Taula 6.121. Germinació total (% ± e.s.).
(Lletres diferents indiquen una diferència significativa (HSD deTukey; p < 0,05)).

Amb MgSO₄, MgCl₂ i NaCl la concentració afecta significativament a partir de concentracions iguals o majors a 0,2 M, fent disminuir la germinació total. Disminueix una mica més a MgSO₄ que no a les altres sals.

Amb Na₂SO₄ no és fins a 0,4 M on hi ha una disminució significativa de la germinació total.

AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ I DE LA GERMINACIÓ TOTAL

Els resultats d'afectació de la germinació indiquen que la inhibició total de la germinació es produeix al voltant de -1,5 MPa de potencial osmòtic, si bé a partir de -0,5 MPa ja s'observa alguna inhibició gairebé total (Fig. 6.189).

Quan les llavors no germinades es passen novament a aigua destil·lada, s'observa que hi ha disminució de l'afectació, la qual cosa indica que aquesta espècie es veu afectada principalment per efectes de la baixada de potencial osmòtic de cada tractament i no tant per la toxicitat iònica de cada sal (Fig. 6.190).

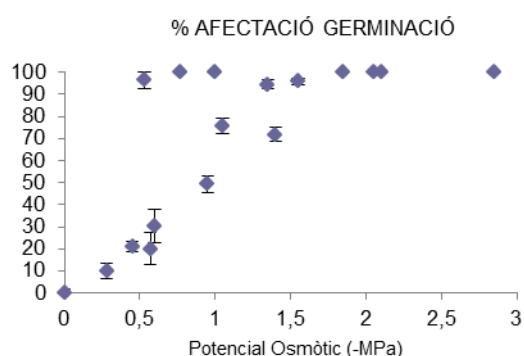


Figura 6.189. Afectació de la germinació front al potencial osmòtic.

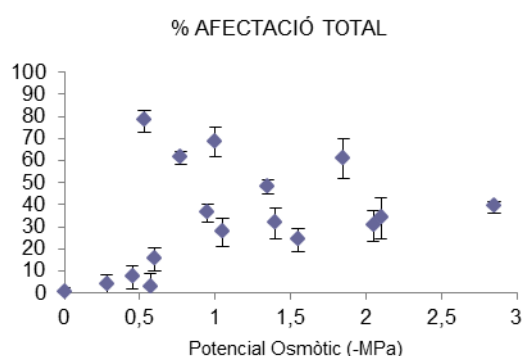


Figura 6.190. Afectació de la germinació total front al potencial osmòtic.

En el cas d'aquesta espècie es pot apreciar com la germinació es veu reduïda a mesura que augmenta la concentració de sals, la velocitat de la germinació disminueix amb la concentració de cada sal, i la recuperació de la germinació és elevada, arribant a ser comparable amb el control en els tractaments amb baixa concentració.

Dadach i Mehdadi (2016) indiquen que *Thymus fontanesii* germina en condicions de control amb un percentatge similar al que s'ha obtingut per *Teucrium dunense*. Així mateix determinen que amb una concentració de 12 g/l de NaCl (equivalent a uns 0,2 M) obtenen una germinació del 20%, mentre que amb 14 g/l ja no obtenen germinacions. Les dades presentades aquí indiquen que el *T. dunense* és capaç de germinar el doble amb aquestes mateixes concentracions, la qual cosa implica una millor adaptació als ambients litorals.

S'ha observat que la germinació a la prova control és molt més elevada que l'obtinguda tant per Gil (1994) com per Pizà (2017) per a les poblacions del sud de l'illa. Pensam que aquests resultats indiquen una gran variabilitat poblacional a la germinabilitat d'aquesta espècie, tal com ja s'ha descrit per altres espècies de la mateixa comunitat com *Crucianella maritima* (Del Vecchio *et al.*, 2012).

Segons la classificació de Woodell (1985) aquesta espècie estaria dins les del tipus 2: La germinació és fortament inhibida fins i tot a baixes salinitats. La recuperació de la germinació arriba a ser igual a la germinació amb aigua dolça, o una mica menor.

6.2 TEMPERATURA ÒPTIMA DE GERMINACIÓ

La temperatura òptima de germinació s'ha definit com la temperatura on s'obté una major germinació en el menor T₅₀. Cada espècie té un rang de temperatures òptimes de germinació. La taula 6.122 mostra els resultats obtinguts per a la temperatura òptima, el percentatge de germinació i el T₅₀:

ESPÈCIE	TEMP. (°C)	GERMINACIÓ (%)	T ₅₀ (Dies)
<i>Aetheorhiza bulbosa</i> subsp. <i>bulbosa</i>	20	100,0 ± 0,0	6,7 ± 0,2
<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>arundinacea</i>	18	66,0 ± 5,0	5,5 ± 0,1
<i>Cakile maritima</i> inferior	23	40,0 ± 4,3	2,3 ± 0,1
<i>Cakile maritima</i> superior	23	76,4 ± 6,6	4,8 ± 0,4
<i>Calystegia soldanella</i>	20	93,0 ± 5,7	4,8 ± 0,6
<i>Carduncellus balearicus</i>	23	83,8 ± 6,1	8,5 ± 0,3
<i>Crithmum maritimum</i>	15	74,8 ± 5,2	8,7 ± 0,3
<i>Crucianella maritima</i>	18	54,0 ± 2,6	13,4 ± 0,8
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>majoricus</i>	15	82,0 ± 2,9	8,5 ± 0,4
<i>Dorycnium fulgurans</i>	23	97,5 ± 2,5	4,0 ± 0,5
<i>Elymus farctus</i>	15	89,0 ± 6,2	7,6 ± 0,2
<i>Euphorbia margalidiana</i>	20	75,0 ± 6,6	6,0 ± 0,0
<i>Euphorbia paralias</i>	20	23,8 ± 2,4	3,6 ± 0,3
<i>Euphorbia pithyusa</i>	20	46,3 ± 6,6	3,1 ± 0,2
<i>Glaucium flavum</i>	5	100,0 ± 0,0	59,6 ± 0,4
<i>Helianthemum caput-felis</i>	23	100,0 ± 0,0	13,4 ± 2,1
<i>Helichrysum stoechas</i>	20	97,9 ± 2,1	5,9 ± 0,1
<i>Launaea cervicornis</i>	20	78,3 ± 4,5	5,1 ± 0,1
<i>Limonium biflorum</i>	20	99,0 ± 1,0	2,8 ± 0,1
<i>Limonium minutum</i>	18	100,0 ± 0,0	6,8 ± 0,1
<i>Limonium virgatum</i>	18	76,0 ± 4,2	3,5 ± 0,2
<i>Lotus cytisoides</i>	20	100,0 ± 0,0	1,5 ± 0,0
<i>Matthiola sinuata</i>	20	100,0 ± 0,0	2,4 ± 0,0
<i>Medicago citrina</i>	23	100,0 ± 0,0	1,6 ± 0,0
<i>Medicago marina</i>	23	100,0 ± 0,0	1,1 ± 0,0
<i>Ononis ramosissima</i>	15	100,0 ± 0,0	1,6 ± 0,0
<i>Pancratium maritimum</i>	18	94,0 ± 2,0	7,4 ± 0,1
<i>Santolina magonica</i>	23	44,4 ± 4,9	30,0 ± 4,0
<i>Teucrium dunense</i>	15	85,8 ± 1,8	10,7 ± 1,1

Taula 6.122. Temperatura òptima, germinació (% de germinació ± e.s.) i T₅₀ (dies ± e.s.).

El 60,7% de les espècies presenten una temperatura òptima de germinació entre 20 i 23°C, essent 20°C la temperatura més representada. El 35,8% germinen millor entre 15 i 18°C. Només una espècie presenta una temperatura òptima per sota dels 15°C.

Al 50,0 % de les espècies s'obtenen germinacions per sobre del 90%. Un 35,7% germinen entre el 50% i el 90% i al 10,7% s'obtenen germinacions inferiors al 50%, essent *Euphorbia paralias* l'espècie on menor germinació màxima s'ha obtingut. Un cas particular és el de *Cakile maritima*, on una de les diàspores germina per sota del 50% i l'altra entre 50 i 90%.

El 82,1% de les espècies estudiades presenten T_{50} inferiors a 10 dies, essent *Medicago marina* l'espècie que té un valor menor. En sentit contrari tenim la *Santolina magonica* on el valor és de 30 dies, i el *Glaucium flavum*, on el T_{50} s'allarga fins a arribar als 60 dies.

Aquestes dades de temperatures òptimes coincideixen amb la bibliografia, on l'interval de temperatures òptimes per les espècies mediterrànies se situa entre els 15 i 20°C (p.e. Thompson, 1973; Thanos *et al.*, 1989; Gil, 1994; Fenner & Thompson, 2005; Galmés *et al.*, 2006; Chamorro *et al.*, 2013, 2017; Fernández-Pascual *et al.*, 2017).

Per tant, la majoria d'espècies litorals tenen llavors capacitades per germinar ràpidament després de les primeres pluges de tardor. Aquesta ràpida germinació evitaria que les llavors d'espècies dunars siguin enterrades pel moviment de l'arena, i a més a més ja s'ha produït el rentat de les sals que hi podria haver al substrat, tal com ja han proposat altres autors (p.e. Gil, 1994; Martínez & Vázquez, 2002; Maun, 2009; Lai *et al.*, 2016; Fernández-Pascual *et al.*, 2017).

6.3 EFECTE DE L'ESCARIFICACIÓ AMB H_2SO_4

Les *Cistaceae*, *Convolvulaceae* i *Fabaceae* presenten llavors amb cutícula dura, que impedeix la imbibició de la llavor, i per tant impedeix que comenci el procés germinatiu. Aquest mecanisme serviria, a aquestes espècies, per impedir la germinació immediata després de la dispersió, que es produeix a primavera; una pluja tardana podria provocar una germinació que acabaria amb una mortalitat total de les plàntules. Aquesta inhibició física de la germinació es rompia degut als canvis de temperatura dia/nit i a la fricció amb l'arena que desgasta aquesta coberta impermeable (Gil, 1994; Baskin & Baskin, 2000, 2014; Fenner & Thompson, 2005; Benvenuti, 2016; Luna & Chamorro, 2016).

Per rompre aquesta inhibició s'ha utilitzat H_2SO_4 concentrat (96%) a diferents temps per tal de debilitar aquesta cutícula dura sense malmetre els embrions (Taula 6.123). El temps d'escarificació amb l'àcid ha de ser suficient per produir una obertura a la coberta, o a les estructures de la llavor que impedeixen l'entrada d'aigua, però mai superior, ja que malmetria els embrions. Aquests temps poden anar des dels pocs minuts a diverses hores (Baskin & Baskin, 2001; Ko *et al.*, 2004; Alderete-Chavez, 2010).

Els temps d'escarificació que s'han utilitzat van dels 20 fins als 90 minuts amb *Calystegia soldanella* (Ko *et al.*, 2004). Aquests temps d'escarificació amb àcid depenen de la gruixa de la cutícula de cada llavor (Baskin & Baskin, 2014).

ESPÈCIE	TEMPS (minuts)	GERMINACIÓ (%)	T ₅₀ (dies)
<i>Calystegia soldanella</i>	90	80,0 ± 4,3	4,1 ± 0,3
<i>Dorycnium fulgurans</i>	30	85,0 ± 5,0	3,8 ± 0,0
<i>Helianthemum caput-felis</i>	20	89,0 ± 3,4	8,0 ± 0,8
<i>Lotus cytisoides</i>	20	87,0 ± 1,9	0,6 ± 0,1
<i>Medicago citrina</i>	40	87,0 ± 3,0	1,0 ± 0,1
<i>Medicago marina</i>	15	98,0 ± 1,2	1,6 ± 0,0
<i>Ononis ramosissima</i>	40	97,0 ± 1,0	1,6 ± 0,0

Taula 6.123. Temps d'escarificació, germinació i T₅₀.

En tots els casos s'obtenen valors per sobre del 80% de germinació, essent *Medicago marina* i *Ononis ramosissima* les espècies que presenten un percentatge superior.

Gairebé totes les espècies presenten valors de T₅₀ inferiors a 4 dies, essent *Lotus cytisoides* la que mostra el valor més baix, per sota d'1 dia; per contra *Helianthemum caput-felis* és la més lenta amb 8 dies.

Aquests valors són semblants als que s'obtenen a la bibliografia en altres espècies (Ko *et al.*, 2004; Benvenuti, 2016; Luna & Chamorro, 2016; Martínez-Baniela *et al.*, 2016).

6.4 ÍNDEX D'AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ

S'ha calculat l'índex d'afectació de la germinació per cada una de les espècies estudiades. Aquest índex dona una idea de la capacitat de germinació de les llavors d'aquesta espècie amb les diferents sals. Els valors baixos indiquen una baixa afectació i, a mesura que s'incrementen els valors de l'índex, augmenta de forma directament proporcional el grau d'afectació.

Les espècies dunars (taula 6.124) amb menor índex d'afectació de la germinació serien *Elymus farctus*, *Aetheorhiza bulbosa* subsp. *bulbosa* i *Medicago marina*, mentre que les espècies dunars amb major índex d'afectació de la germinació serien *Euphorbia paralias*, *Cakile marítima* i *Crucianella marítima*, la qual cosa indica que aquestes darreres espècies toleren pitjor les sals a l'hora de germinar.

ESPÈCIE	lag
<i>Aetheorhiza bulbosa</i> subsp. <i>bulbosa</i>	45,5
<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>arundinacea</i>	65,4
<i>Cakile maritima</i> inferior	82,9
<i>Cakile maritima</i> superior	96,9
<i>Calystegia soldanella</i>	30,4
<i>Crucianella maritima</i>	95,9
<i>Elymus farctus</i>	41,3
<i>Euphorbia paralias</i>	97,4
<i>Glaucium flavum</i>	71,5
<i>Helianthemum caput-felis</i>	84,3
<i>Helichrysum stoechas</i>	78,1
<i>Limonium virgatum</i>	50,8
<i>Lotus cytisoides</i>	60,8
<i>Matthiola sinuata</i>	52,6
<i>Medicago marina</i>	46,4
<i>Ononis ramosissima</i>	51,8
<i>Pancratium maritimum</i>	78,3
<i>Teucrium dunense</i>	72,8

Taula 6.124. Índex d'afectació de la germinació de les espècies de dunes.

Les espècies de roquissars (taula 6.125) amb menor índex d'afectació de la germinació serien *Limonium virgatum*, *Lotus cytisoides*, i *Limonium minutum* mentre que les espècies de roquissars amb major índex d'afectació de la germinació serien *Euphorbia pithyusa*, *Euphorbia margalidiana* i *Dorycnium fulgurans*, la qual cosa indica que aquestes darreres espècies toleren pitjor les sals a l'hora de germinar.

ESPÈCIE	lag
<i>Carduncellus balearicus</i>	85,8
<i>Crithmum maritimum</i>	70,0
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>majoricus</i>	71,1
<i>Dorycnium fulgurans</i>	91,6
<i>Euphorbia margalidiana</i>	89,6
<i>Euphorbia pithyusa</i>	89,2
<i>Helichrysum stoechas</i>	78,1
<i>Launaea cervicornis</i>	86,2
<i>Limonium biflorum</i>	77,1
<i>Limonium minutum</i>	68,7
<i>Limonium virgatum</i>	50,8
<i>Lotus cytisoides</i>	60,8
<i>Medicago citrina</i>	74,1
<i>Santolina magonica</i>	81,1

Taula 6.125. Índex d'afectació de la germinació de les espècies de roquissar litoral.

Es pot observar que la mitjana de les espècies de dunes ($66,8 \pm 4,8$) és una mica menor a la de les espècies de roquissar ($76,7 \pm 3,2$), però aquestes diferències no són significatives (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=1,718$; $gl=1$; $p=0,190$).

6.5 ÍNDEX D'AFECTACIÓ TOTAL

S'ha calculat l'índex d'afectació total per cada una de les espècies estudiades. Aquesta dada dona una idea de la capacitat de les llavors de cada espècie de poder germinar amb sals una vegada són rentades amb aigua destil·lada, per la qual cosa valors baixos de l'índex indiquen una afectació baixa, i valors alts indiquen una afectació alta.

ESPÈCIE	lat
<i>Aetheorhiza bulbosa</i> subsp. <i>bulbosa</i>	4,2
<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>arundinacea</i>	53,0
<i>Cakile marítima</i> inferior	64,0
<i>Cakile marítima</i> superior	93,7
<i>Calystegia soldanella</i>	7,9
<i>Crucianella marítima</i>	65,4
<i>Elymus farctus</i>	26,5
<i>Euphorbia paralias</i>	90,1
<i>Glaucium flavum</i>	1,6
<i>Helianthemum caput-felis</i>	59,2
<i>Helichrysum stoechas</i>	13,9
<i>Limonium virgatum</i>	14,9
<i>Lotus cytisoides</i>	39,0
<i>Matthiola sinuata</i>	14,2
<i>Medicago marina</i>	21,9
<i>Ononis ramosissima</i>	35,3
<i>Pancratium maritimum</i>	72,4
<i>Teucrium dunense</i>	35,4

Taula 6.126. Índex d'afectació de la germinació total de les espècies de dunes.

En el cas de les espècies dunars (taula 6.126) es pot veure com les espècies que tenen un menor índex d'afectació total de la germinació són *Glaucium flavum*, *Aetheorhiza bulbosa* subsp. *bulbosa* i *Calystegia soldanella*. En quant a les que tenen un índex més alt es troba *Cakile marítima* i *Euphorbia paralias*.

ESPÈCIE	lat
<i>Carduncellus balearicus</i>	29,2
<i>Crithmum maritimum</i>	35,4
<i>Daucus majoricus</i>	0,3
<i>Dorycnium fulgurans</i>	28,6
<i>Euphorbia margalidiana</i>	92,0
<i>Euphorbia pithyusa</i>	43,6
<i>Helichrysum stoechas</i>	13,9
<i>Launaea cervicornis</i>	5,6
<i>Limonium biflorum</i>	-0,4
<i>Limonium minutum</i>	0,6
<i>Limonium virgatum</i>	14,9
<i>Lotus cytisoides</i>	39,0
<i>Medicago citrina</i>	65,8
<i>Santolina magonica</i>	15,7

Taula 6.127. Índex d'afectació de la germinació total de les espècies de roquissar litoral.

En el cas de les espècies de roquissar litoral (taula 6.127) es pot veure com la majoria d'índexs tenen un valor inferior als índexs de les espècies dunars. Així es troba que *Limonium biflorum*, *Daucus carota* subsp. *majoricus* i *Limonium minutum* són les espècies amb índexs menors de totes les espècies estudiades, mentre que *Medicago citrina* i *Euphorbia margalidiana* tenen els valors més alts.

La mitjana de les espècies de dunes ($39,6 \pm 6,9$) és una mica major a la de les espècies de roquissar ($27,4 \pm 7,1$), però aquestes diferències no són significatives (test de Kruskal-Wallis, $\chi^2=1,343$; gl=1; p=0,247).

6.6 COMPORTAMENT GENERAL

Per tal d'esbrinar si el comportament germinatiu front a les sals està relacionat amb la zonació dels diferents hàbitats litorals s'ha fet una anàlisi de components principals.

En aquesta anàlisi, a part dels dos índexs presentats anteriorment (lag, lat), s'han afegit altres dos factors, com són: el potencial osmòtic en el qual deixa de germinar l'espècie (POT0GER) en valor absolut i la temperatura òptima de germinació (TEMP). S'han realitzat les anàlisis per les espècies de dunes (Fig. 6.191) i per les espècies de roquissar litoral (Fig. 6.192) per separat. *Helichrysum stoechas*, *Limonium virgatum* i *Lotus cytisoides* s'han inclòs a les dues anàlisis, ja que viuen tant a dunes com a roquissars de forma indiferent.

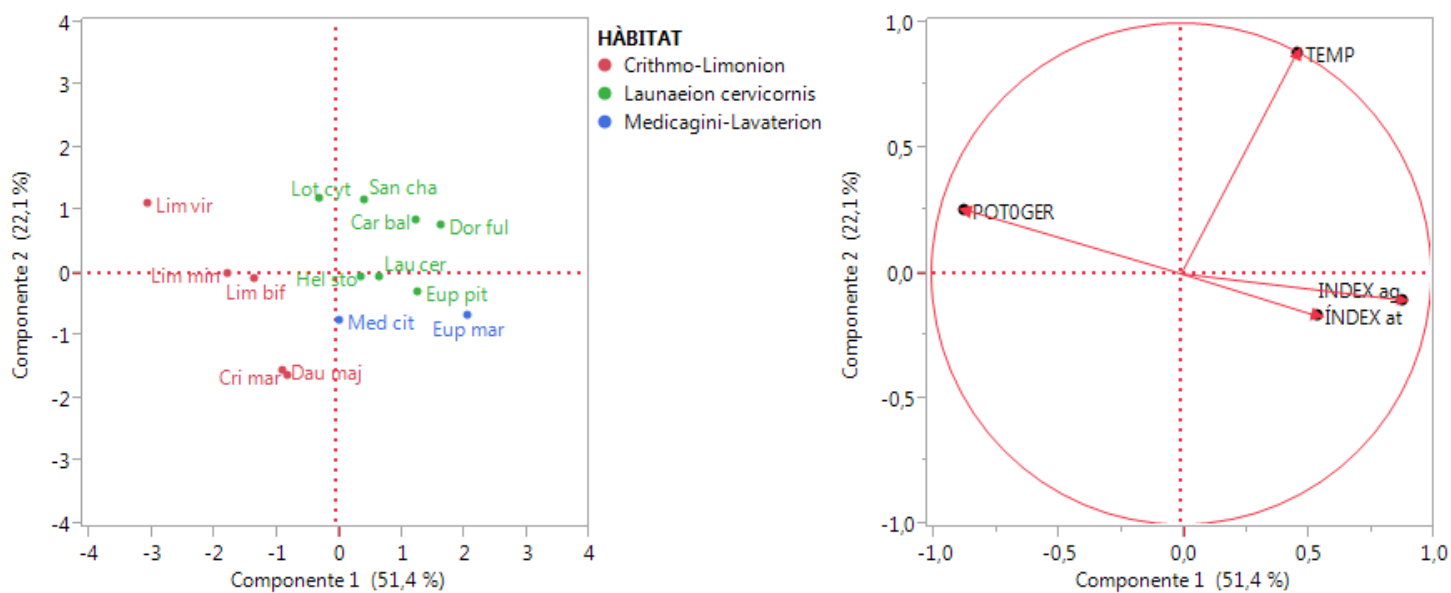


Figura 6.191. Anàlisi de components principals de les espècies de roquissar litoral.

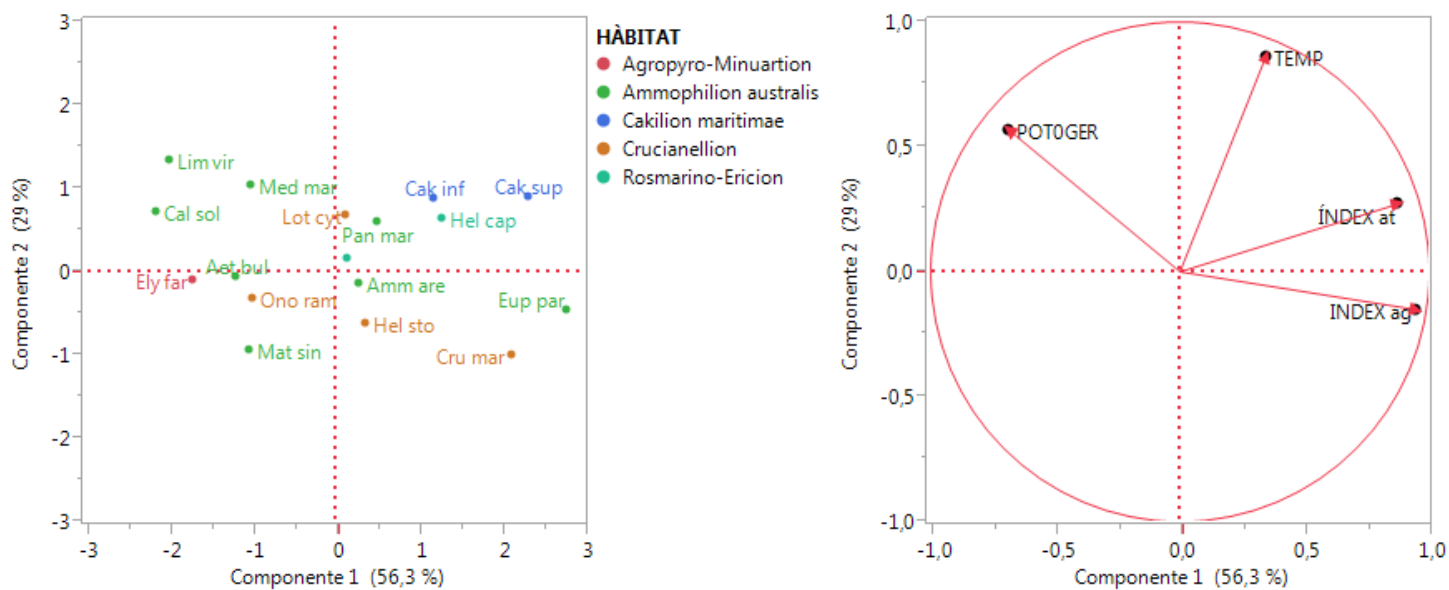


Figura 6.192. Anàlisi de components principals de les espècies de dunes.

A les espècies dunars no s'observa cap tipus d'agrupació segons els factors que s'han utilitzat per realitzar l'anàlisi de comportaments principals. En canvi, als hàbitats de roquissar litoral es pot observar com hi ha un agrupament segons els hàbitats on viuen aquestes espècies. Així es veu que les espècies de *Crithmo-Limonion* es troben agrupades a l'esquerra de la gràfica, la qual

cosa vol dir que tenen una temperatura òptima de germinació baixa i un potencial 0 de germinació en valor absolut més o menys elevat, mentre que les de *Launaenion cervicornis* es troben en el segon quadrant, la qual cosa vol dir que la temperatura òptima de germinació és més elevada, el potencial 0 de germinació en valor absolut és una mica inferior i els dos índexs una mica més alts. Per últim, les dues espècies de *Medicagini-Lavaterion* es troben en una posició més o menys intermitja, encara que amb els índexs una mica més alts.

Si a més de l'anàlisi de components principals es realitza una anàlisi de clúster jeràrquica, es pot observar el mateix comportament. A les espècies de dunes (Fig. 6.193), els clústers que s'obtenen no s'agrupen segons l'hàbitat característic de cada espècie, en canvi al roquissar litoral (Fig. 6.194) sí que hi ha una agrupació compatible amb els diferents hàbitats que ocupen aquestes espècies. Així i tot tant *Limonium virgatum* com *Lotus cytisoides* formen un clúster separat dels tres corresponents al seu hàbitat principal. Aquestes dues espècies tenen en comú la característica de ser psammòfiles, per tant són presents als roquissars litorals de substrat arenós, essent molt més rares, o inexistents, en altres tipus de sòls, per tant, pensam que, igual com veurem que ocorre a dunes, estan més influenciades pel tipus de substrat que per la tolerància germinativa a les sals.

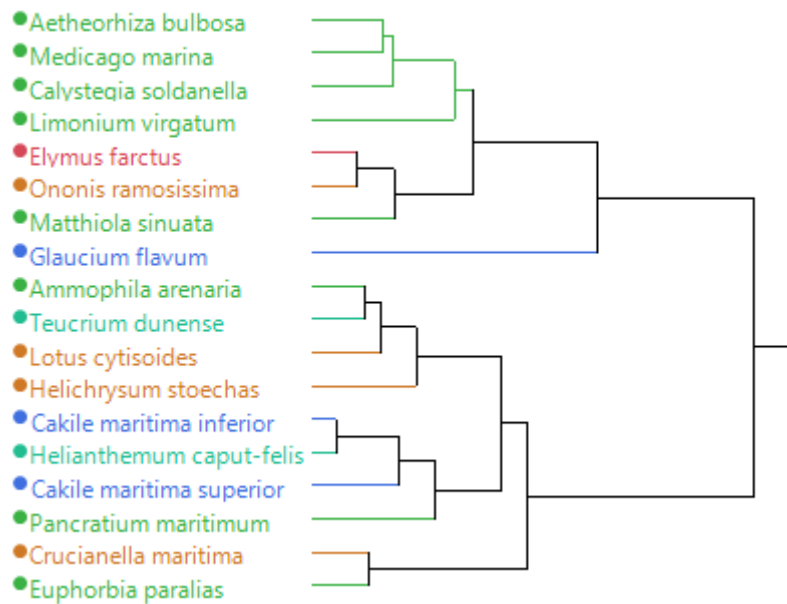


Figura 6.193. Anàlisi clúster de les espècies de dunes.

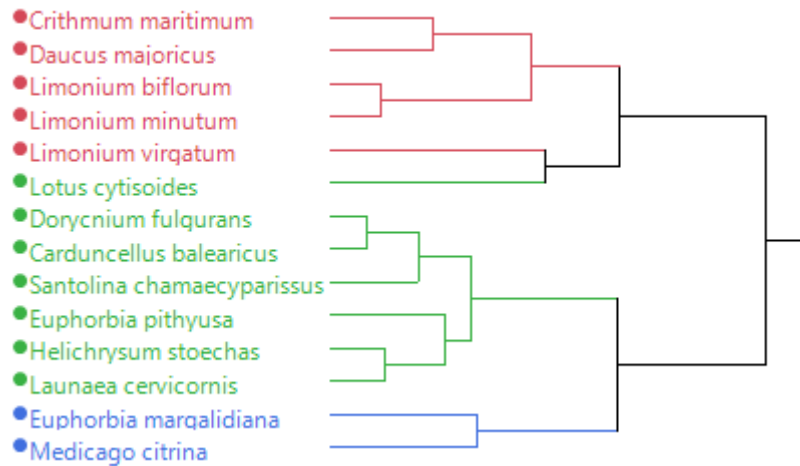


Figura 6.194. Anàlisi clúster de les espècies de roquissar litoral.

En conclusió, les característiques analitzades permeten agrupar les espècies en funció del seu hàbitat al roquissar litoral, però no a les dunes.

La zonació de les bandes de vegetació a les dunes és resultat de l'efecte de diversos factors i no tan sols de la capacitat germinativa amb sals. Aquest fet ja ha estat observat amb anterioritat (Maun & Perumal, 1999; Maun, 2009). Així, els factors ambientals que influencien aquesta zonació són l'esprai marí, la capacitat de resistir l'enterrament en arena (tant la capacitat de germinació de les llavors enterrades, com la de les plantes de sobreviure a l'enterrament), la mida i la inestabilitat de les partícules que formen el substrat, l'estrès hídric, les altes temperatures, la pobresa de nutrients i fins on arriben les onades a les tempestes (Acosta *et al.*, 2007; Alcaraz & Garre, 2008; Ogura & Yura, 2008; Maun, 2009; Fenu *et al.*, 2013; Hwang *et al.*, 2016). Encara que la salinitat del substrat i l'esprai marí és un dels factors de zonació (Wilson & Sykes, 1999) no és dels més importants i cal a dir que a les dunes la salinitat és rentada molt ràpidament i per tant no suposa un inconvenient per l'establiment de la vegetació, mentre que factors com la capacitat de ser enterrats per arena sí que ho són (Moreno-Casasola, 1986; Maun & Perumal, 1999; Maun, 2009; Benvenuti, 2016).

En canvi, la zonació de la vegetació al litoral rocós no es veu condicionada per tants factors relacionats amb el moviment i composició del seu substrat (psammofília), i per tant la capacitat germinativa amb sals de cada una de les espècies guanya importància en l'ordenació catenal al llarg del gradient mar-interior (Wilson & Cullen, 1986). També la temperatura òptima de germinació és un altre factor important a l'hora de donar lloc a aquesta zonificació litoral, i es troba que les espècies que viuen més a prop del mar solen tenir una temperatura òptima de germinació inferior a les que viuen més cap a l'interior. També les espècies de dunes tenen un níxol de temperatures òptimes de germinació més ample que les espècies de roquissar litoral

(Fernández-Pascual *et al.*, 2017). Contràriament al que ocorre a dunes, no hi ha pràcticament referències a la bibliografia respecte a la zonació en litoral rocós.

Segons les dades obtingudes, les espècies que poden viure al *Crithmo-Limonion* són aquelles que poden germinar amb qualsevol concentració de sal o, si són afectades per les altes concentracions, poden germinar amb temperatures més baixes, prioritzant la germinació amb posterioritat a les èpoques més plujoses de l'any, quan ja s'ha produït el rentat de les sals. Les espècies que no poden complir aquests requisits han de germinar a zones més allunyades de la costa, *Launaeion cervicornis*. Les espècies d'aquest hàbitat germinen generalment a la tardor (Gil, 1994) i es veuen afectades per valors mitjans de concentració de sals. Finalment, les espècies pròpies de les comunitats ornitocopròfiles, *Euphorbia margalidiana* i *Medicago citrina*, es veuen fortament afectades per la concentració de sals, amb valors de recovery molt baixos.

Segons les previsions de canvi climàtic, a la mediterrània, la mitjana de les temperatures serà major, disminuiran els dies de fred i les seques es faran més habituals (IPCC, 2014). Això farà que espècies amb un índex d'afectació de la germinació alt, hagin de desplaçar el seu nínxol ecològic a zones amb menys concentració de sals, per tant més allunyades a la mar. Aquest seria el cas de *Medicago citrina* o *Euphorbia margalidiana*, dos endemismes de microilles, que podrien veure molt afectades les seves poblacions i, fins i tot, podrien veure molt compromesa la supervivència al seu hàbitat actual.

7. CONCLUSIONS

7 CONCLUSIONS

1. S'han obtingut les temperatures òptimes de germinació de les següents espècies: *Aetheorhiza bulbosa* subsp. *bulbosa*, *Daucus carota* subsp. *majoricus* i *Matthiola sinuata*; totes elles presenten temperatures òptimes de germinació entre 15 i 20°C, que es corresponen amb els valors obtinguts per la majoria d'espècies mediterrànies.
2. S'ha obtingut un protocol òptim d'escarificació amb H₂SO₄ de les següents espècies: *Dorycnium fulgurans*, *Helianthemum caput-felis*, *Lotus cytisoides*, *Medicago citrina*, *Medicago marina* i *Ononis ramosissima*, obtenint uns temps d'escarificació d'entre 15 i 40 minuts, i uns percentatges de germinació superiors al 80% en un T₅₀ sempre inferior a 8 dies.
3. S'ha obtingut el comportament germinatiu front a la salinitat de 28 espècies característiques del litoral balear. Totes les espècies mostren una certa tolerància germinativa front a la salinitat, però cap d'elles té un comportament estrictament halòfil.
4. S'han descrit una sèrie d'índexs que permeten la comparació entre espècies que presenten percentatges de germinació i toleràncies germinatives molt diferents. Ambdós índexs permeten establir el grau d'afectació de la germinació front a la salinitat. Les espècies més tolerants presenten els valors més baixos i a la inversa.
5. S'ha establert que als roquissars litorals de Balears la tolerància germinativa a la salinitat és un factor clau en l'establiment de les catenes de vegetació. Així, les espècies de *Crithmo-Limonion* es caracteritzen per presentar una temperatura òptima de germinació baixa (15 - 20°C), un potencial 0 de germinació en valor absolut, més o menys elevat (1,05 - 2,85), uns lag entre 50,8 i 77,1 i uns lat entre -0,4 i 33,4. Per altra banda, les de *Launaenion cervicornis* mostren temperatures òptimes de germinació més elevades (20 - 23°C), el potencial 0 de germinació en valor absolut és una mica inferior (1,1 - 1,4) i els dos índexs una mica més alts (lag entre 60,8 i 91,6 i lat entre 5,6 i 43,6).
6. Les espècies dels sistemes dunars balears mostren molta heterogeneïtat front a la salinitat, de tal manera que aquesta tolerància no és el factor clau que marca l'establiment de les catenes de vegetació.
7. Les espècies pròpies de *Medicagini-Lavaterion* mostren una tolerància germinativa a la salinitat més baixa que les altres espècies estudiades, amb índexs d'afectació més elevats. Tot i que aquests hàbitats han estat descrits com a nitrohalòfils, la seva halofília és, com a mínim, discutible.

8. Segons les previsions de canvi climàtic, farà que espècies amb un índex d'afectació de la germinació alt, hagin de desplaçar el seu nínxol ecològic a zones amb menys concentració de sals, per tant més allunyades a la mar. Espècies microendèmiques o microareals com *Medicago citrina* o *Euphorbia margalidiana*, podrien veure molt afectades les seves poblacions i, fins i tot, podrien veure molt compromesa la supervivència al seu hàbitat actual. Aquests aspectes hauran de ser tinguts en compte en qualsevol pla de gestió d'aquestes espècies.

8. BIBLIOGRAFIA

8 BIBLIOGRAFIA

- Abraha, B. & Yohannes, G. (2013). The role of seed priming in improving seedling growth of maize (*Zea mays* L.) under salt stress at field conditions. *Agri Sci*, 4: 666-72.
- Acosta, A., Ercole, S., Stanisci, A., Pillar, V. D. P., & Blasi, C. (2007). Coastal vegetation zonation and dune morphology in some Mediterranean ecosystems. *Journal of Coastal Research*, 1518-1524.
- Aedo, C. (2013). *Pancratium* L. in Castroviejo, S., Aedo, C., Laínz, M., Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G., Paiva, J. & Benedí, C. (eds.). *Flora iberica* 20: 397-399. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Alcaraz, F., & Garre, M. (2008). Las adaptaciones de las plantas en las dunas litorales del sureste de España. *Anales de Biología*, 4, 11–14
- Alderete-Chavez, A., Aguilar-Martín, L., De la Cruz-Landero, N. Guerra-Santos, J.J., Brito. R., Guevara, E., & Gelabert, R. (2010). Effects of scarification chemical treatments on the germination of *Crotalaria retusa* L. seeds. *Journal of Biological Sciences* 10 (6): 541-544.
- Alfonso, L. (2010). "Efecto de la salinidad y de la temperatura en la germinación de semillas de *Limonium mansanetianum*". Trabajo Final de Carrera. Universidad Politécnica de Valencia, Gandia.
- Alomar, G., Rita, J., & Rosselló, J.A. (1988). Notas florísticas de las Islas Baleares (III). *Bull. Soc. Hist. Nat. Balears*, 32, 141-144.
- Arraouadi, S., Badri, M., Abdelly, C., Huguet, T., & Aouani, M. E. (2012). QTL mapping of physiological traits associated with salt tolerance in *Medicago truncatula* recombinant inbred lines. *Genomics*, 99(2), 118-125.
- Ashraf, M. Y. (2009). Seed germination of some desert plants from Egypt. *Journal of Applied Sciences Research*, 5(2), 144-150.
- Atia, A., K. Ben Hamed, A. Debez, & C. Abdelly. (2006). Salt and seawater effects on the germination of *Crithmum maritimum* L. In *Biosaline agriculture and salinity tolerance in plants*, ed. M. Öztürk, Y. Waisel, M.A. Khan, and G. Görk, 29-33. Switzerland: Birkhauser Verlag.
- Atia, A., Debez, A., Rabhi, M., Smaoui, A., & Abdelly, C. (2009). Interactive effects of salinity, nitrate, light, and seed weight on the germination of the halophyte *Crithmum maritimum*. *Acta Biologica Hungarica*, 60(4), 433-9.

- Atia, A., & Debez, A. (2010). Relationship Between Ion Content in Seed and Spongy Coat of the Medicinal Halophyte *Crithmum maritimum* L. and Germination Capacity. *Notulae Scientia Biologicae*, 2(2), 72-74.
- Atia, A., Debez, A., Barhoumi, Z., Smaoui, A., & Abdelly, C. (2011). Effects of different salts and mannitol on seed imbibition, germination and ion content of *Crithmum maritimum* L. (Apiaceae). *Journal of Biological Research*, 15, 37-45.
- Azcón-Bieto, J. & Talón, M. (2008). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*, segunda edición. Interamericana-McGraw-Hill, Madrid. 651 p.
- Bacchetta, G., Fenu, G., Mattana, E., Piotto, B., & Virevaire, M. (2006). *Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione ex situ del germoplasma*. APAT. Agenzie per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici. Roma. 248 p.
- Bacchetta, G., Bueno Sánchez, A., Fenu, G., Jiménez-Alfaro, B., Mattana, E., Piotto, B. & Virevaire, M. (eds). (2008). *Conservación ex situ de plantas silvestres*. Principado de Asturias / La Caixa. 378 pp.
- Balestri, E., & Cinelli, F. (2004). Germination and early-seedling establishment capacity of *Pancratium maritimum* L. (*Amaryllidaceae*) on coastal dunes in the North-Western Mediterranean. *Journal of Coastal Research*.
- Barbour, M. (1970). Seedling ecology of *Cakile maritima* along the California coast. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 97(5), 280-289.
- Barbour, M. (1978). Salt spray as a microenvironmental factor in the distribution of beach plants at Point Reyes, California. *Oecologia (Berl.)*, 32, 213-224.
- Bañares, Á., Blanca, G., Güemes, J., Moreno, J.C., & Ortiz, S. eds. (2008). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. Adenda 2008. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino)-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid, 155 pp.
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. (2000). Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. *Plant Species Biology* 15, 139-152.
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. (2001). *Seeds. Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego, USA, p. 666.
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research* 14, 1-16.

- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. (2014). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*, 2nd ed. San Diego, CA: Academic Press.
- Benedí, C., Molero, J., Simón, J. & Vicens, J. (1997). *Euphorbia* L. in Castroviejo, S., Aedo, C., Laínz, M., Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G., Paiva, J. & Benedí, C. (eds.). *Flora iberica* 8: 210-285. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Benvenuti, S. (2016). Seed ecology of Mediterranean hind dune wildflowers. *Ecological Engineering*, 91, 282-293.
- Bewley, J. (1997). Seed Germination and Dormancy. *The Plant Cell*, 9(7), 1055-1066.
- Blanca G., Cabezudo B., Cueto M., Salazar C. & Morales Torres C. (2011, eds.). *Flora Vascular de Andalucía Oriental*. 2ª Edición corregida y aumentada. 1751 p. Editan las Universidades de Almería, Granada, Jaén y Málaga.
- Bolòs, O. de & Vigo, J. (1987). Notes sobre taxonomia de plantes i nomenclatura III. *Collect. Bot.* 17(1): 89-93.
- Bolòs, O., (1996). *Vegetació de les Illes Balears. Comunitats de plantes*. Institut d'Estudis Catalans, Secció de Ciències Biològiques. Primera edició. Barcelona. 267 pàg.
- Bonafè, F. (1977). *Flora de Mallorca*. Vol. 1. Ed. Moll. Palma de Mallorca.
- Boorman, L.A. 1968. Some aspects of the reproductive biology of *Limonium vulgare* Mill. and *Limonium humile* Mill. *Annals of Botany* 32(4), 803-824.
- Boyce, S.G. (1954). The Salt Spray Community. *Ecological Monographs*, 24(1), 29-67.
- Brown, J., Colling, A., Park, D., Phillips, J., Rothery, D. & Wright, J. (1989). *Seawater: its composition, properties and behaviour*. Pergamon Press, Oxford.
- Cambrollé, J., Redondo-Gómez, S., Mateos-Naranjo, E., Luque, T. & Figueroa, M.E. (2011). Physiological responses to salinity in the yellow-horned poppy, *Glaucium flavum*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49, 186-194.
- Caperta, A.D., Espírito-Santo, M.D., Silva, V., Ferreira, A., Paes, A.P., Róis, A.S. & Arsénio, P. (2014). Habitat specificity of a threatened and endemic, cliff-dwelling halophyte. *AoB Plants*, 6, plu032.
- Cardona, M.A. (1974) Contribució a l'estudi citotaxonomíic de la flora de les Balears. II. *Col. Soc. Cat. Biol.* 10-11, 51-67.

- Cardona, M.A. & Contandriopoulos, J. (1983). In Löve A. (Ed.). "IOP Chromosome number reports 79. Taxon 32(2), 323-324.
- Carta, A., Bedini, G., Müller, J.V. & Probert, R.J. (2013) Comparative seed dormancy and germination of eight annual species of ephemeral wetland vegetation in a Mediterranean climate. *Plant Ecol.* Volume 214, Issue 2, pp 339-349.
- Castro, M. & Rosselló, J.A. (2007). Karyology of *Limonium* (Plumbaginaceae) species from the Balearic Islands and the western Iberian Peninsula. *Bot. J. of the Linn. Soc.*, 2007, 155, 257-272.
- Castroviejo, S. (1983) Números cromosómicos de plantas occidentales, 211-222. *Anales Jardín Botánico Madrid*, 39 (2)
- Castroviejo, S. (coord. gen.). (1986-2014). *Flora iberica* 1-8, 10-15, 17-18, 21. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Chamorro, D., Luna, B., & Moreno, J.M. (2013). Germination response to various temperature regimes of four Mediterranean seeder shrubs across a range of altitudes. *Plant Ecology*, 214(12), 1431-1441.
- Chamorro, D., Luna, B., Ourcival, J.M., Kavgacı, A., Sirca, C., Mouillot, F., & Moreno, J.M. (2016). Germination sensitivity to water stress in four shrubby species across the Mediterranean Basin. *Plant Biology*, 19(1), 23-31.
- Chamorro, D., Luna, B., & Moreno, JM. (2017). Germination responses to current and future temperatures of four seeder shrubs across a latitudinal gradient in western Iberia. *Amer. J. Bot.* Vol. 104 no. 1 83-91.
- Clapham, A.R. (1976): 24. *Helichrysum* Miller. - Pp. 128-131 in: Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A. (ed.), *Flora europaea*, 4. Cambridge.
- Conesa, E., Vicente, M.J., Martínez-Sánchez, J.J., Munuera, M. & Franco, J.A. (2008). Germination of *Crithmum maritimum* under saline conditions. *Acta Hort.* 782, 115-120.
- Conesa, M.A., Cardona, X., Moragues, E., Rita, J. & Mus, M. (2003). Pla de Gestió i conservació de l'espècie *Femeniasia balearica* (J.J. Rodr.) Susanna. Document inèdit. Laboratori de Botànica, Dpt. Biologia de la Universitat de les Illes Balears. Projecte LIFE 2000NAT/E/7355 del Consell Insular de Menorca. 87 p.
- Conesa, M.A., Molins, A., Mus, M., Torres, N. & Rosselló, J.A. (2005). Actuacions de conservació per a *Euphorbia margalidiana* Kühbier & Lewej. (*Euphorbiaceae*) (II). Informe inèdit per a la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears.

- Contandriopoulos, J. & Cardona, M.A. (1984). Caractère original de la flore endémiques des Baléares. *Botanica Helvetica* 94(1), 101-132.
- Cordazzo, C.V. (2006). Seed characteristics and dispersal of dimorphic fruit segments of *Cakile maritima* Scopoli (*Brassicaceae*) population of southern Brazilian coastal dunes. *Revista Brasileira de Botânica*, 29(2), 259-265.
- Dahlgren, R., Karlsson, T.H. & Lassen, P. (1971) Studies on the flora of the Balearic Islands. Chromosome numbers in Balearic angiosperms. *Bot. Not. (Lund)* 124, 249-269.
- Dadach, M., & Mehdadi, Z. (2016). Testing the effect of temperature and salinity on germination behavior of *Thymus fontanesii* Boiss. & Reut. *Advances in Natural and Applied Sciences*, 10(4), 372-378.
- Darwin, C.R. (1857). On the action of sea-water on the germination of seeds, *Journal of the Linnean Society of London*, 1, 130-140.
- Davy, A., Scott, R., & Cordazzo, C. V. (2006). Biological flora of the British Isles: *Cakile maritima* Scop. *Journal of Ecology*, 94(3), 695-711.
- Debez, A., Ben Hamed, K., Grignon, C., & Abdelly, C. (2004). Salinity effects on germination, growth, and seed production of the halophyte *Cakile maritima*. *Plant and Soil*, 262(1/2), 179-189.
- Delgado Fernández, I.C., Giménez Luque, E., Gómez Mercado, F., & Marrero, J. M. (2015). Germination Responses of *Limonium insigne* (Coss.) Kuntze To Salinity and Temperature. *Pakistan Journal of Botany*, 47(3), 807-812.
- Delgado Fernández, I.C., Giménez Luque, E., Gómez Mercado, F., & Pedrosa, W. (2016). Influence of temperature and salinity on the germination of *Limonium tabernense* Erben from Tabernas Desert (Almería, SE Spain). *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, vol: 218 pp: 68-74.
- Devesa, J.A. (2007). *Crucianella* L. in Castroviejo, S., Aedo, C., Laínz, M., Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G., Paiva, J. & Benedí, C. (eds.). *Flora iberica* 15: 30-36. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Downie, A.B. (2001). Seed Maturation, Germination, and Dormancy. In S. S. Bhojwani & W.-Y. Soh (Eds.), *Current Trends in the Embryology of Angiosperms* (pp. 375-417). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Eberle, C.A., Forcella, F., Gesch, R., Peterson & D., Eklund, J. (2014). Seed germination of calendula in response to temperature. *Industrial Crops and Products* 52. 199-204.
- Eisikowitch, D. (1970). Ecología de la polinización de la flora litoral de Israel (en hebreu). Tesis doctoral. Univ. Tel-Aviv (Israel).

- Estrelles, E., Biondi, E., Galiè, M., Mainardi, F., Hurtado, A. & Soriano, P. (2015). Aridity level, rainfall pattern and soil features as key factors in germination strategies in salt-affected plant communities. *Journal of Arid Environments* 117. 1-9.
- Erben, M. (1979). Karyotype differentiation and its consequences in Mediterranean « *Limonium* ». *Webbia, Journal of Plant Taxonomy and Geography*. Volume 34, Issue 1, 409-417.
- Erben, M. (1993). *Limonium* Mill. in: Castroviejo, S.; Aedo, C.; Cirujano, S.; Laínz, M.; Montserrat, P.; Morales, R.; Muñoz Garmendia, F.; Navarro, C.; Paiva, J.; Soriano, C. (ed.). *Flora iberica* 3: 2-143. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- Favarger, C. & Contandriopoulos, J., (1961). Essai sur l'endemisme. *Bull. Soc. Bot. Suisse* 71, 384-407.
- Fenner, M. & Thompson, K. (2005). *The Ecology of Seeds*, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Fenu, G., Carboni, M., Acosta, A.T.R. & Bacchetta, G. (2013). Environmental Factors Influencing Coastal Vegetation Pattern: New Insights from the Mediterranean Basin. *Folia Geobotanica*, 48(4), 493-508.
- Fernández-Pascual, E., Pérez-Arcoiza, A., Prieto, J. A., & Díaz, T. E. (2017). Environmental filtering drives the shape and breadth of the seed germination niche in coastal plant communities. *Annals of Botany*, 119(7), 1169-1177.
- Ferrer-Gallego, P.P., I. Ferrando, C. Gago & E. Laguna (Eds.) (2013). *Manual para la conservación de germoplasma y el cultivo de la flora valenciana amenazada*. Colección Manuales Técnicos Biodiversidad, 3. Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient. Generalitat Valenciana. Valencia.
- Flores, J., Jurado, E. & Arredondo, A. (2006). Effect of light on germination of seeds of Cactaceae from the Chihuahuan Desert, México. *Seed Sci Res* 16:149–55.
- Flores, J., Jurado, E., Chapa-Vargas, L., Ceroni-Stuva, A., Dávila-Aranda, P., Galíndez G., Gurvich, D., León-Lobos, L., Ordóñez, C., Ortega-Baes, P., Ramírez-Bullón, N., Sandoval, A., Seal, CE., Ullian, T. & Pritchard, H.W. (2011). Seeds photoblastism and its relationship with some plant traits in 136 cacti species. *Environ Exp Bot* 71:79–88.
- Flores, J., González-Salvatierra, C. & Jurado, E. (2016). Effect of light on seed germination and seedling shape of succulent species from Mexico. *J. Plant Ecol.* 9(2): 174-179.

- Flowers, T.J., & Muscolo, A. (2015). Introduction to the special issue: halophytes in a changing world. *AoB plants*, 7, plv020.
- Folch, R. (1986) *La vegetació dels Països Catalans; il·lustracions*, Eugeni Sierra i Ràfols, Josep Nuet i Badia ; pròleg d'Oriol de Bolòs. 2^a Edició. Ed. Ketres. Barcelona. 541 p.
- Forster, B.P., Gorham, J. & Miller, T.E. (1987). Salt Tolerance of an Amphiploid between *Triticum aestivum* and *Agropyron junceum*. *Plant Breeding*, 98(1), 1-8.
- Forster, B.P., Miller, T.E. & Law, C.N. (1988). Salt tolerance of two wheat - *Agropyron junceum* disomic addition lines. *Genome*, 30(4), 559-564.
- Galmés, J., Medrano, H., & Flexas, J. (2006). Germination capacity and temperature dependence in Mediterranean species of the Balearic Islands. *Investigación Agraria. Sistemas Y Recursos Forestales*, 15(1), 88–95.
- García Breijo, F.J. (2003). Parte III: Tema 17. Germinación de semillas. Universidad Politécnica de Valencia. Consultat el 20 de desembre 2016. <http://www.euita.upv.es/varios/biologia/index.htm>.
- García-Fayos, P., García-Ventoso, B. & Cerdá, A. (2000). Limitations to plant establishment on eroded slopes in southeastern Spain. *Journal of Vegetation Science*, 11(1), 77-86.
- Gil, L., (1994). *Biología reproductiva de la flora litoral de Baleares. I. Dunas y roquedos marítimos*. Tesis doctoral. Universitat de les Illes Balears. Palma.
- Gil, L.; Cardona, C.; Pons, M. & Llorens, L. (1999). Notes florístiques de les illes Balears (XII). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* 42: 79-83.
- Gil, L. (2004). *La flora del terme municipal d'Algaida: distribució en quadrícules de 5x5 Km. Col·lecció Panoràmica, nº 2. Ajuntament d'Algaida. Algaida.*
- Giménez Luque, E., Delgado Fernández, I.C. & Gómez Mercado, F. (2013). Effect of salinity and temperature on seed germination in *Limonium cossonianum*. *Botany*, 91(1), 12-16.
- Ghars, M. A., Debez, A., & Abdelly, C. (2009). Interaction between salinity and original habitat during germination of the annual seashore halophyte *Cakile maritima*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40(19-20), 3170-3180.
- Gómez-Campo, C. (2002). Long term seed preservation: the risk of using inadequate containers is very high. *Monographs ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid*, 163, 1-10.
- Gorgues, J., Estrelles, E. & Ibars, A. (2005, setembre). Germinación de *Helianthemum caput-felis* Boiss., una planta rara en la costa de la Comunidad

Valenciana. Comunicació presentada en el II Congreso de Biología de La Conservación de Plantas, Gijón, Espanya.

Gray, D. & Steckel, J.R.A. (1983). A comparison of methods for evaluating seed quality in carrots (*Daucus carota*). *Annals of Applied Biology*, 103 (2): 327-334.

Greuter, W., Oberprieler, C., & Vogt, R. (2003). The Euro + Med treatment of *Anthemideae* (*Compositae*) generic. *Flora*, (1), 37-43.

Gulzar, S., Khan, M. A., & Ungar, I. (2001). Effect of salinity and temperature on the germination of *Urochondra setulosa* (Trin.) CE Hubbard. *Seed Science and Technology*, 29(1), 21-29.

Gutterman, Y. (1993). *Seed germination in desert plants*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.

Gutterman, Y. (2000). Maternal Effects on Seeds During Development. *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*, 2nd Edition (Ed. M. Fenner), 59–84.

Hameed, A., Rasheed, A., Gul, B. & Khan, M. A. (2014). Salinity inhibits seed germination of perennial halophytes *Limonium stocksii* and *Suaeda fruticosa* by reducing water uptake and ascorbate dependent antioxidant system. *Environmental and Experimental Botany*, 107, 32-38.

Harrington, J.F. (1972) Seed storage and longevity. En *Seed Biology Vol. 3* (Ed. T.T. Kozlowski). Academic Press, Nueva York y Londres, 145–245.

Hicks, P.J. (1982). Salt and mineral nutrient levels in fruits of two strand species, *Cakile maritima* and *Arctotheca populifolia*, with special reference to the effect of salt on the germination of *Cakile*. *Annals of Botany* 50 (3): 335-343.

Houle, G., Morel, L., Reynolds, C.E. & Siégel, J. (2001). The effect of salinity on different developmental stages of an endemic annual plant, *Aster laurentianus* (*Asteraceae*). *American Journal of Botany* 88(1): 62-67.

Hwang, J., Choi, D., Choi, S., Park, H., Park, Y. & Bae, J. (2016). Relationship between the spatial distribution of coastal sand dune plants and edaphic factors in a coastal sand dune system in Korea. *Journal of Ecology and Environment*, 39 (August 2015), 17-29.

IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros multicapítulos. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización

Meteorológica Mundial, Ginebra (Suiza), 200 págs. (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso)

Jiménez-Alfaro, B., Silveira, F.A., Fidelis, A., Poschlod, P. & Commander, L.E. (2016). Seed germination traits can contribute better to plant community ecology. *Journal of Vegetation Science*.

Juan, A. & Crespo, M. B. (1999). Comportamiento fitosociológico de *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter (*Leguminosae*), endemismo mediterráneo-iberolevantino. *Acta Bot. Malacitana*, 24, 221–229.

Juan, A., Crespo, M. B., Cowan, R.S., Lexer, C. & Fay, M. F. (2004). Patterns of variability and gene flow in *Medicago citrina*, an endangered endemic of islands in the western Mediterranean, as revealed by amplified fragment length polymorphism (AFLP). *Molecular Ecology*, 13(9), 2679-2690.

Kahouli, B., Borgi, Z. & Hannachi, C. (2014). Effect of sodium chloride on the germination of the seeds of a collection of carrot accessions (*Daucus carota* L.) cultivated in the region of Sidi Bouzid. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, Vol. 10 (3), 28-36.

Keren, A. & Evenari, M. (1974). Some ecological aspects of distribution and germination of *Pancratium maritimum* L. *Isr. J. Bot.* 23: 202-215.

Khan, M.A. & Ungar, I.A. (1998). Germination of the salt tolerant shrub *Suaeda fruticosa* from Pakistan: salinity and temperature responses. *Seed Sci. Technol.* 26: 657-667.

Khan, M.A. & Gulzar, S. (2003). Germination responses of *Sporobolus ioclados*: a saline desert grass. *J. Arid Environ.*, 55 pp. 453-464.

Khan, Z., Albrecht, M. & Traveset, A. (2013). Salt application as an effective measure to control ruderal invaders threatening endangered halophytic plant species. *Applied Vegetation Science*, 16(3), 448-456.

Knees, S.G. (2003). *Crithmum* L. in Castroviejo, S., Aedo, C., Laínz, M., Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G., Paiva, J. & Benedí, C. (eds.). *Flora iberica* 10: 196-197. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

Ko, J., Park, H., Min, B. & Cha, H. (2004). Effects of various pretreatments on seed germination of *Calystegia soldanella* (*Convolvulaceae*), a coastal sand dune plant. *Journal of Plant Biology*, 47(December), 396-400.

Kuhbier, H. (1978). *Euphorbia margalidiana* spec. nov., eine neue Wolfmilchart von der Pityusen (Balearen/Spainien). *Veröff. Überseemus. Bremen, Reihe. A, Naturwiss.* 5: 25-37.

- Lai, L., Chen, L., Jiang, L., Zhou, J., Zheng, Y. & Shimizu H. (2016). Seed germination of seven desert plants and implications for vegetation restoration. *AoB PLANTS* 8: plw031; 10.1093/aobpla/plw031.
- Li, R., Shi, F., Fukuda, K. & Yang, Y. (2010). Effects of salt and alkali stresses on germination, growth, photosynthesis and ion accumulation in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Soil Science and Plant Nutrition*, 56(5), 725-733.
- Lin, J., Li, Z., Shao, S., Wang, Y. & Mu, C. (2014). Effects of various mixed salt-alkaline stress conditions on seed germination and early seedling growth of *Leymus chinensis* from songnen grassland of China. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(1), 154-159.
- Llorens, L., Gil, L., & Boira, H. (2009). Reproductive biology of *Launaea cervicornis*: A keystone species of the Balearic coastal shrublands. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 204(6), 456-462.
- Llorens, L., Gil, L., & Tebar, F.J., (2007). La vegetació de l'illa de Mallorca: Bases per a la interpretació i gestió d'hàbitats. Conselleria de Medi Ambient. Palma. 261 p.
- López González, G. (1993). *Helianthemum* Mill. in Castroviejo, S., Aedo, C., Laínz, M., Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G., Paiva, J. & Benedí, C. (eds.). *Flora iberica* 3: 365-421. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- López, G. (2012). Sobre la clasificación del complejo *Carthamus-Carduncellus*. *Acta Botanica Malacitana*, 37, 79-92.
- López Valiente, C., Estrelles, E., Soriano, P. & Picó, J. (2007). Respuesta germinativa de *Lotus creticus* a distintas temperaturas y condiciones de salinidad. *Lotus Newsletter*, 37(2), 69-70.
- Luna, B. & Chamorro, D. (2016). Germination sensitivity to water stress of eight *Cistaceae* species from the Western Mediterranean. *Seed Science Research*, 26(May), 101-110.
- Lutts, S., Benincasa, P., Wojtyla, L., Kubala, S., Pace, R., Lechowska, K., Quinet M. & Garnzczarska, M. (2016). Seed Priming: New Comprehensive Approaches for an Old Empirical Technique, New Challenges in Seed Biology - Basic and Translational Research Driving Seed Technology, Dr. Susana Araújo (Ed.), InTech. Available from: <http://www.intechopen.com/books/new-challenges-in-seed-biology-basic-and-translational-research-driving-seed-technology/seed-priming-new-comprehensive-approaches-for-an-old-empirical-technique>
- Margalef, R. (1991). *Ecología*. Ediciones Omega. Barcelona. 951 p.

- Martínez-Baniela, M., Carlón, L., Díaz, T.E., Bueno, Á. & Fernández-Pascual, E. (2016). Plant-derived smoke and temperature effects on seed germination of five *Helianthemum* (Cistaceae). *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 223, 56-61.
- Martínez-Flores, F., Crespo, M.B. & Gallardo, A.J. (2011). Nuevos datos sobre el endemismo balear *Daucus carota* L. subsp. *majoricus* A. Pujadas (*Apiaceae*) en el archipiélago de Cabrera. *Orsis*, 25, 7-28.
- Martínez Palacios A. (ed.), Morales Garcia J.L. (ed.), Guillén Rodríguez S. (ed.) (2015). Aspectos sobre el manejo y la conservación de Agaves mezcaleros en Michoacan. Morelia : Consejo Estatal de Ciencia Tecnología e Innovación, p. 63-82.
- Martínez, M. & Vázquez, G. (2002). Effects of burial by sand and inundation by fresh-and seawater on seed germination of five tropical beach species. *Journal of Botany*, 80(4), 416-424.
- Maun, M. A. & Perumal, J. (1999). Zonation of vegetation on lacustrine coastal dunes: effects of burial by sand. *Ecology Letters*, 2(1), 14-18.
- Maun, A. (2009). *The Biology of Coastal Sand Dunes*. (Oxford Biology) (Biology of Habitats Series). Oxford University Press. New York. 280 p.
- Mayer, A.M., and A. Poljakoff-Mayber. 1975. *The Germination Seeds*. 2nd ed. Pergamon Press, New York. 192.
- Medrano, M., Guitián, P. & Guitián, J. (2000). Patterns of fruit and seed set within inflorescences of *Pancratium maritimum* (*Amaryllidaceae*): nonuniform pollination, resource limitation, or architectural effects?. *Am. J. Bot.* 87(4): 493-501.
- Mejías, J.A. (1992). Reproductive biology in the Iberian taxa of the genera *Sonchus* and *Aetheorhiza* (*Asteraceae: Lactuceae*). *Fl. Medit.* 2: 15-32.
- Meot-Duros, L., & Magné, C. (2008). Effect of salinity and chemical factors on seed germination in the halophyte *Crithmum maritimum* L. *Plant and Soil*, 313(1-2), 83-87.
- Montmollin, B. De & Strah, W. (eds.) (2007). *La lista Top 50 de especies vegetales amenazadas de las islas del Mediterráneo: 50 especies silvestres al borde de la extinción, y las acciones para salvarlas*. Grupo Especialista de la IUCN/CSE en Plantas de las Islas Mediterráneas, IUCN, Gland. Suiza. 110 p.
- Moreno-Casasola, P. (1986). Sand movement as a factor in the distribution of plant communities in a coastal dune system. *Plant Ecology*, 65(2), 67-76.

- Murru, V., Santo, A., Gallo, M., Cardona, C., Boi, M. & Bacchetta, G. (2017). Comparative germination ecology and seedling growth of two Ibero-Levantine endemic species belonging to the *Silene mollissima* aggregate (*Caryophyllaceae*). *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 227(December), 10-17.
- Naik, V.V. & Karadge, B.A. (2017). Effect of NaCl and Na₂SO₄ salinities and light conditions on seed germination of purslane (*Portulaca oleracea* Linn.). *Journal of Plant Stress Physiology*, 3, 1-4.
- Narbona, E., Arista, M. & Ortiz, P.L. (2007). Seed germination ecology of the perennial *Euphorbia boetica*, an endemic spurge of the southern Iberian Peninsula. *Annales Botanici Fennici*, 44(August), 276-282.
- Navarro, T. (2010). *Teucrium* L. in Castroviejo, S., Aedo, C., Laínz, M., Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G., Paiva, J. & Benedí, C. (eds.). *Flora iberica 12*: 30-166. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Naz, F., Gul, H., Hamayun, M., Sayyed, A., Khan, H. & Sherwani, S. (2014). Effect of NaCl stress on *Pisum sativum* germination and seedling growth with the influence of seed priming with potassium (KCL and KOH). *Am-Euras. J Agric Environ Sci*. 14: 1304-11.
- Nedjimi, B., Mohammedi, N. & Belkheiri, S. (2014). Germination Responses of Medic Tree (*Medicago arborea*) Seeds to Salinity and Temperature. *Agricultural Research*, 3(4), 308-312.
- Nichols, P.G.H., Malik, A., Stockdale, M. & Colmer, T. (2009). Salt tolerance and avoidance mechanisms at germination of annual pasture legumes: importance for adaptation to saline environments. *Plant Soil* 315:241-255.
- Ogura, A. & Yura, H. (2008). Effects of sandblasting and salt spray on inland plants transplanted to coastal sand dunes. *Ecological Research*, 23(1), 107-112.
- Orlovsky, N.S., Japakova, U.N., Shulgina, I. & Volis, S. (2011). Comparative study of seed germination and growth of *Kochia prostrata* and *Kochia scoparia* (*Chenopodiaceae*) under salinity. *J. Arid Environ*. 75(6): 532-537.
- Ortiz, S. (1993). *Cakile* Mill. in Castroviejo, S., Aedo, C., Laínz, M., Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G., Paiva, J. & Benedí, C. (eds.). *Flora iberica 4*: 423-426. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Öztürk, M., Gücel, S., Sakcali, S., Dogan, Y. & Baslar, S. (2009). Effects of temperature and salinity on germination and seedling growth of *Daucus carota* cv. nantes and *Capsicum annuum* cv.sivri and flooding on *Capsicum annuum* cv.sivri. *Salinity and water stress*, Springer Science + Business Media BV., 44: 51-64.

Paiva, J. & Sales, M.F. (1986). *Glaucium* Mill. in Castroviejo, S., Aedo, C., Laínz, M., Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G., Paiva, J. & Benedí, C. (eds.). Flora iberica 1: 422-423. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

de Paz Sánchez, M.C. (2011). Influencia de distintos factores ambientales sobre la germinación de *L. cossonianum* y *L. delicatulum*: implicaciones ambientales para la restauración de áreas salinas. Proyecto final de carrera. Universidad de Almería. Almería.

Pedrosa Díaz, W. (2013). La germinación de *Limonium tabernense* Erben: implicaciones para el diseño de jardines y restauración ecológica de áreas salinas en ambientes áridos y semiáridos. Proyecto fin de carrera. Universidad de Almería. Almería.

Pereira, R.S., Nascimento, W.M. & Vieira, J.V. (2008). Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.). vol.65, n.2, 145-150.

Pérez-Bañón, C., Juan, A., Petanidou, T., Marcos-García, M.A. & Crespo, M.B. (2003). The reproductive ecology of *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter (*Leguminosae*): a bee-pollinated plant in Mediterranean islands where bees are absent. Plant Systematics and Evolution 241 (1-2), 29-46.

Pérez-García, F., González-Benito, M. E. & Gómez-Campo, C. (2007). High viability recorded in ultra-dry seeds of 37 species of Brassicaceae after almost 40 years of storage. Seed Science and Technology, 35(1), 143-153.

Pérez García, F & Pita Villamil, J.M. (2001). Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. Hojas Divulgadoras. Núm. 2112-HD. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid, 16 pp.

Pita Villamil, J.M. & Pérez García, F. (1998). Germinación de Semillas. Hojas Divulgadoras. Núm. 2090-HD. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid, 20 pp.

Pizà, B. (2017). Aspectes químico-funcionals de la flora dunar, bVocs i al-lelpatia. Tesi doctoral. Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca.

Poschlod, P., Abedi, M., Bartelheimer, M., Drobnik, J., Rosbakh, S. & Saatkamp, A. (2013). Seed Ecology and Assembly Rules in Plant Communities. In Vegetation Ecology, Second Edition. Eddy van der Maarel and Janet Franklin editors. John Wiley & Sons, Ltd. 164-202.

Pradhan, N., Prakash, P., Tiwari, S.K., Manimurugan, C., Sharma, R.P. & Singh, P.M. (2014). Osmopriming of tomato genotypes with polyethylene glycol 6000 induces tolerance to salinity stress. Trends Biosci., 7: 4412-7.

- Pujol, J.A., Calvo, J.F. & Ramirez-Diaz, L. (2000). Recovery of germination from different osmotic conditions by four halophytes from southeastern Spain. *Annals of Botany*, 85(2), 279-286.
- Rejili, M., Vadel, A., Guetet, A., Mahdhi, M., Lachiheb, B., Ferchichi, A. & Mars, M. (2010). Influence of temperature and salinity on the germination of *Lotus creticus* (L.) from the arid land of Tunisia. *African Journal of Ecology*, 329-337.
- Rivas-Martínez, S., Fernández-González, F., Loidi, J., Lousã, M. & Penas, A. (2001). "Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level". *Itinera Geobotanica* 14: 5-341.
- Rivas-Martínez, S., Díaz, Tomás E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousã, M. & Penas, A. (2002). "Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the Syntaxonomical checklist of 2001". *Itinera Geobotanica* 15 (1-2): 5-922.
- Rojas-Aréchiga, M., Orozco-Segovia, A. & Vázquez-Yanes, C. (1997). Effect of light on germination of seven species of cacti from the Zapotitlan Valley in Puebla, México. *J Arid Environ* 36:571-8.
- Rodríguez, M.F., De Grazia, J., Izaguirre, N., Scartascini, P., Seba, N. & Chiesa, A. (2006). Pretratamiento de frío y salinidad en la germinación de semillas de alelí [*Matthiola incana* (L.) R. Brown] IIIº Congreso Argentino de Floricultura. Buenos Aires.
- Romo, A.M. (1994). Flores Silvestres de Baleares. Ed. Rueda. Madrid.
- Sáez, L. & Rosselló, J.A. (2001). Llibre vermell de la flora vascular de les Illes Balears. Documents Tècnics de Conservació. 2a època. Núm. 9. Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient. Palma de Mallorca. 232 p.
- Sáez, L. & Fraga, P. (2002). Noves aportacions al coneixement de la flora balear (II). *Orsis* 17: 61-76.
- Sales, F. & Hedge, I.C. (2000). *Medicago* L. in Castroviejo, S., Aedo, C., Laínz, M., Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G., Paiva, J. & Benedí, C. (eds.). *Flora iberica* 7: 743-775. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Schütz, W. & Milberg, P. (1997). Seed germination in *Launaea arborescens*: a continuously flowering semi-desert shrub. *Journal of Arid Environments*, 36(1), 113-122.
- Seneca, E.D. (1972). Seedling Response to Salinity in 4 Dune Grasses from Outer Banks of North-Carolina. *Ecology*, 53(3), 465-471.

- Senturk, B. & Sivritepe, H.Ö. (2016). NaCl priming alleviates the inhibiting effect of salinity during seedling growth of peas (*Pisum sativum* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*. Volume 25 ± No. 10/2016, p. 4202-4208.
- Silva, L., Soveral, A. & Pires, I. (2015). Ionic effects of NaCl counter osmotic inhibition of germination and seedling growth of *Scorzonera hispanica* and subsequent plantlet growth is not affected by salt. *Botany*, 93 (8), 485-496.
- Silvestre, S. (2012). *Calystegia* R. Br. in Castroviejo, S., Aedo, C., Laínz, M., Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G., Paiva, J. & Benedí, C. (eds.). *Flora iberica* 11: 273-278. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Sivritepe, H.Ö., Sivritepe, N., Eris, A. & Turhan, E. (2005). The effects of NaCl pre-treatments on salt tolerance of melons grown under long-term salinity. *Scientia Horticulturae* 106 (2005) 568-581.
- Sokoloff, D.D. (2003). On system and phylogeny of the tribe *Loteae* DC. (*Leguminosae*). *Bull. Moscow Soc. Naturalists. Biol. Ser.* 108: 35-48.
- Tebar, F.J., (1992) *Biología reproductiva del matorral de la montaña mallorquina*. Tesis doctoral. Universitat de les Illes Balears. Palma.
- Thanos, C., Georghiou, K., Douma, D.J. & Marangaki, C.J. (1991). Photoinhibition of seed germination in Mediterranean maritime plants. *Ann. Bot.*, 68: 469-475.
- Thanos, C., Georghiou, K. & Delipetrou, P. (1994). Photoinhibition of seed germination in the maritime *Mathiola tricuspidata*. *Annals of Botany*, 73, 639-644.
- Thanos C.A. & Doussi M.A., (1995). Ecophysiology of seed germination in endemic Labiates of Crete. *Isr. J. Plant Sci.*, 43: 227-237.
- Traveset, A., Heleno, R. & Nogales, M. (2014). The Ecology of Seed Dispersal. In: *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities* edited by R.S. Gallagher CABI (the "Publishers") of Nosworthy Way, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK. 3rd. Edition. Pp. 62-93.
- Torra, J., Royo-Esnal, A. & Recasens, J. (2016). Temperature and Light Requirements for Germination and Emergence of Three Arable *Papaveraceae* Species. *Weed Science* 64 (2): 248-260.
- Torra, J., Royo-Esnal, A. & Recasens, J. (2015). Germination ecology of five arable *Ranunculaceae* species. *Weed Research* 55: 503-513.
- Sall, J.A., Lehman, A., Stephens, M. & Creighton, L. (2012). *JMP start statistics: a guide to statistics and data analysis using JMP*. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

- Susanna, A. (1987). *Femeniasia*, novus genus *Carduearum*. Collectanea Botanica (Barcelona), 17(1), 83-88.
- Susanna, A. & Vilatersana, R. (1996). Las afinidades de *Femeniasia* Susanna (*Compositae*), o rectificar es de sabios. Anales Del Jardín Botánico de Madrid, 54, 355-357.
- Sykes, M.T. & Wilson, J.B. (1989). The effect of salinity on the growth of some New Zealand sand dune species. Acta Bot. Neerl. 38(2), 173-182.
- Thompson, P.A. (1973). Geographical adaptation of seeds, pp. 31-58. In Seed Ecology, ed. Heydecker, 578 pp. Butterworths, London.
- Ungar, I.A. (1996). Effect of salinity on seed germination, growth, and ion accumulation of *Atriplex patula* (*Chenopodiaceae*). Am. J. Bot. 83, 604-607.
- Ungar, I.A. (1991). Ecophysiology of vascular halophytes. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Ushimaru, A., & Kikuzawa, K. (1999). Variation of breeding system, floral rewards, and reproductive success in clonal *Calystegia* species (*Convolvulaceae*). American Journal of Botany, 86(3), 436-446.
- Valiente, C.L., Estrelles, E., Soriano, P. & Picó, J. (2007). Respuesta germinativa de *Lotus creticus* a distintas temperaturas y condiciones de salinidad. Lotus Newsletter, 37(September), 69-70.
- Valdés, B. (1993). *Matthiola* R. Br. in Castroviejo, S., Aedo, C., Laínz, M., Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G., Paiva, J. & Benedí, C. (eds.). Flora iberica 4: 86-97. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Valdés, B. (2000). *Lotus* L. in Castroviejo, S., Aedo, C., Laínz, M., Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G., Paiva, J. & Benedí, C. (eds.). Flora iberica 7: 776-812. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Del Vecchio, S., Mattana, E., Acosta, A. & Bacchetta, G. (2012). Seed germination responses to varying environmental conditions and provenances in *Crucianella maritima* L., a threatened coastal species. Comptes Rendus Biologies, 335(1), 26-31.
- Del Vecchio, S., Marbà, N., Acosta, A., Vignolo, C. & Traveset, A. (2013). Effects of *Posidonia oceanica* beach-cast on germination, growth and nutrient uptake of coastal dune plants. PloS One, 8(7): e70607.
- Vicente, M.J., Conesa, E. & Álvarez-Rogel, J. (2007). Effects of various salts on the germination of three perennial salt marsh species. Aquatic Botany, 87(2), 167-170.

- Vicente, M.J., Conesa, E., Álvarez-Rogel, J., Franco, J.A. & Martínez-Sánchez, J.J. (2009). Relationships between salt type and seed germination in three plant species growing in salt marsh soils of semi-arid mediterranean environments. *Arid Land Research and Management*, 23(2), 103-114.
- de Villiers, A.J., van Rooyen, M.W. & Theron, G.K. (2002). Germination strategies of Strandveld Succulent Karoo plant species for revegetation purposes: I. Temperature and light requirements. *Seed Sci Technol* 30:17-33.
- Vilatersana, R., Susanna, A., & Brochmann, C. (2007). Genetic variation in *Femeniasia* (*Compositae*, *Cardueae*), an endemic and endangered monotypic genus from the Balearic Islands (Spain). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 153(1), 97-107.
- Walck, J.L., Hidayati, S.N., Dixon, K.W., Thompson, K.E.N. & Poschlod, P. (2011). Climate change and plant regeneration from seed. *Global Change Biology*, 17(6), 2145-2161.
- Wilson, J.B. & Cullen, C. (1986). Coastal cliff vegetation of the Catlins region Otago, South Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 24(4), 567-574.
- Wilson, J.B. & Sykes, M.T. (1999). Is zonation on coastal sand dunes determined primarily by sand burial or by salt spray? A test in New Zealand dunes. *Ecology letters*, 2(4), 233-236.
- Woodell, S.R.J. (1985). Salinity and seed germination patterns in coastal plants. *Vegetatio*. 61(1), 223-229.
- Yanga, J., Caoa, Y., Yanga, Z., Zhangb, W., Sund, L. & Lua, C. (2013). Morphological, physiological and biochemical responses of biofuel plant *Euphorbia lathyris* to salt stress. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, Vol. 63(4), 330-340.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical Analysis*, 4th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Zavariyan, A., Rad, M. & Asghari, M. (2015). Effect of seed priming by potassium nitrate on germination and biochemical indices in *Silybum marianum* L. under salinity stress. *Int J Life Sci.*, 9: 23-9.
- Zehra, A., Gul, B., Ansari, R., Alatar, A.A., Hegazy, A.K. & Ajmal Khan, M. (2013). Interactive effect of salt, light and temperature on seed germination and recovery of a halophytic grass - *Phragmites karka*. *Pakistan Journal of Botany*, 45(3), 725-736.
- Zia, S. & Khan, M.A. (2002). Comparative effect of NaCl and seawater on seed germination of *Limonium stocksii*. *Pakistan Journal of Botany*, 34(4), 345-350.

Zia, S. & Khan, M.A. (2004). Effect of light, salinity, and temperature on seed germination of *Limonium stocksii*. Canadian Journal of Botany, 82, 151-157.

Zia, S. & Khan, M.A. (2008). Seed germination of *Limonium stocksii* under saline conditions. Pakistan Journal of Botany, 40(2), 683-695.

9 ANNEX

9.1 ANNEX TAXONÒMIC-NOMENCLATURAL

Aetheorrhiza bulbosa (L.) Cass. subsp. *bulbosa*
Aster laurentianus Fernald (= *Symphotrichum laurentianum* (Fernald)
G.L.Nesom)
Ammophila arenaria (L.) Link subsp. *arundinacea* (Husn.) H. Lindb
Ammophila breviligulata Fernald
Cakile maritima Scop.
Calystegia soldanella (L.) R. Br.
Carduncellus balearicus (J.J. Rodr.) G. López
Crithmum maritimum L.
Crucianella maritima L.
Cucumis melo L.
Daucus carota subsp. *carota* L.
Daucus carota L. subsp. *majoricus* A. Pujadas
Dorycnium fulgurans (Porta) Lassen
Elymus farctus (Viv.) Runemark ex Melderis
Euphorbia lathyris L.
Euphorbia margalidiana Kuhbier & Lewej.
Euphorbia paralias L.
Euphorbia pithyusa L.
Glaucium flavum Crantz
Helianthemum apenninum (L.) Mill.
Helianthemum caput-felis Boiss.
Helichrysum stoechas (L.) Moench
Launaea arborescens (Batt.) Murb.
Launaea cervicornis (Boiss.) Font Quer & Rothm.
Launaea lanifera Pau
Limonium barceloi Gil & L.Llorens
Limonium biflorum (Pignatti) Pignatti
Limonium cossonianum Kuntze
Limonium delicatulum (Girard) Kuntze
Limonium formenterae Llorens

Limonium insigne (Coss.) Kuntze
Limonium mansanetianum M.B.Crespo & Lledó
Limonium minutum (L.) Chaz.
Limonium stocksii Kuntze
Limonium tabernense Erben
Limonium virgatum (Willd.) Fourr.
Lotus creticus L.
Lotus cytisoides L.
Matthiola incana (L.) R. Br.
Matthiola sinuata (L.) R. Br.
Medicago arborea L.
Medicago citrina (Font Quer) Greuter
Medicago marina L.
Medicago polymorpha L.
Medicago sativa L.
Melilotus siculus (Turra) B.D. Jacks.
Ononis crispa L.
Ononis ramosissima Desf.
Ononis sicula Guss.
Pancratium maritimum L.
Pisum sativum L.
Santolina magonica (Bolòs et al.) Romo
Santolina. vedranensis (O. Bolòs & Vigo) L. Sáez, M. Serrano, S. Ortiz & R. Carbajal
Scorzonera hispanica L.
Silybum marianum (L.) Gaertn
Solanum lycopersicum L.
Teucrium dunense Sennen
Thymus fontanesii Boiss. & Reut. (= *Thymus pallescens* Noë)
Trifolium michelianum Savi
Trifolium subterraneum L.
Trifolium tomentosum L.
Zea mays L.

9.2 ANNEX SINTAXONÒMIC

Classe *Crithmo-Limonietea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952

Aliança *Crithmo-Limonion* Molinier 1934

Associació *Crithmo-Limonietum balearici* Gil & Llorens 1995

Associació *Dauco commutati-Limonietum biflori* Gil & Llorens 1995

Associació *Dauco commutati-Limonietum marisoli* Gil & Llorens 1995

Associació *Limonietum caprariensis* O. Bolòs & Molinier 1958 em. Gil & Llorens 1995

Associació *Limonietum ebusitani* Rivas-Martínez, Costa & Loidi 1992

Associació *Limonietum majorico-gymnesici* Gil & Llorens 1995

Associació *Limonietum pseudodictyoclado-carregadorensis* Gil & Llorens 1995

Aliança *Launaeion cervicornis* (O. Bolòs & Vigo ex Gil & Llorens 1995) Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

Associació *Launaeetum cervicornis* O. Bolòs & Molinier 1958

Associació *Helichryso microphylli-Dorycnietum fulgurantis* Gil & Llorens 1995

Associació *Euphorbio pithysae-Anthemidetum maritimae* Gil, Llop & Llorens in Rivas-Martínez *et al.*, 2002.

Associació *Thymelaeo hirsutae-Asteriscetum maritimi* O. Bolòs & Molinier 1984

Associació *Santolino magonicae-Anthyllidetum hystricis* (O. Bolòs, Molinier & P.Montserrat 1970) Gil & Llorens 1995

Classe *Cakiletea maritimae* Tüxen & Preising ex Br.-Bl. & Tüxen 1952

Associació *Salsolo kali-Cakiletum aegypticae* Costa & Mansanet 1981

Associació *Hypochoerido radicatae-Glaucietum flavi*
Rivas Goday & Rivas-Martínez 1958

Classe *Euphorbio paraliae-Ammophiletea australis* Géhu & Rivas-Martínez 2011

Ordre *Ammophiletalia* Br.-Bl. 1933

Aliança *Honckenyo peploidis-Elytrigion boreoatlanticae*
Tüxen in Br.-Bl. & Tüxen 1952

Associació *Cypero mucronati-Elytrigietum junceae*
Br.-Bl. 1933

Associació *Eryngio maritimi-Sporoboletum arenarii*
(Arènes ex Géhu & Biondi) Rivas-. Martínez & Cantó 2002

Aliança *Ammophilion australis* Br.-Bl. 1921 corr. Rivas-Martínez, Costa & Izco in Rivas-Martínez, Lousã, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990

Associació *Medicagini marinae-Ammophiletum australis* Br.-Bl. 1921 corr. F. Prieto & T.E. Díaz 1991

Associació *Eryngio maritimi-Pancratietum maritimi*
Llorens & Gil prov.

Ordre *Crucianelletalia maritimae* Sissingh 1974

Aliança *Crucianellion maritimae* Rivas Goday & Rivas-Martínez 1958

Associació *Loto cretici-Crucianelletum maritimae*
Alcaraz, T.E. Díaz, Rivas-Martínez & P. Sánchez 1989

Associació *Fumano laevis-Scrophularietum ramosissimae* Llorens & Gil prov.

Associació *Ononido crispae-Scrophularietum minoricensis* O. Bolòs, Molinier & P. Montserrat 1970