



Universitat
de les Illes Balears

TREBALL FI DE GRAU

**ECOLOGIA DE LA GERMINACIÓ DE DUES
ESPÈCIES DEL LITORAL ROCÓS DE LES
BALEARS: *Beta maritima* L. ssp. *marcosii* A.
Juan & M. B. Crespo versus *Beta vulgaris* L. ssp.
maritima Arcang**

Miquel Nicolau Gayà

Grau de Biologia

Facultat de Ciències

Any Acadèmic 2020-21

**ECOLOGIA DE LA GERMINACIÓ DE DUES
ESPÈCIES DEL LITORAL ROCÓS DE LES
BALEARS: *Beta maritima* L. ssp. *marcosii* A.
Juan & M. B. Crespo versus *Beta vulgaris* L. ssp.
maritima Arcang.**

Miquel Nicolau Gayà

Treball de Fi de Grau

Facultat de Ciències

Universitat de les Illes Balears

Any Acadèmic 2020-21

Paraules clau del treball:

Beta maritima L. subsp. *marcosii*, *Beta vulgaris* L. subsp. *maritima*, Glomèrul, Clorur sòdic, Nitrat, Germinació, Dispersió, Recuperació, Afectació.

Nom Tutor/Tutora del Treball Joana Cursach Seguí

Nom Tutor/Tutora (si escau)

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació

Autor		Tutor	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Índex

RESUM	6
ABSTRACT	6
1. INTRODUCCIÓ	7
1.1. L'HÀBITAT LITORAL	7
1.2. LA LLAVOR.....	7
1.3. LA GERMINACIÓ	7
1.4. FACTORS QUE AFECTEN A LA GERMINACIÓ	8
1.5. ESPÈCIES OBJECTE DE L'ESTUDI	9
1.6. OBJECTIUS DE L'ESTUDI	11
2. MATERIALS I MÈTODES.....	11
2.1. LOTS DE LLAVORS	11
2.2. TESTS DE GERMINACIÓ	11
2.3. PARÀMETRES CALCULATS.....	12
2.4. ANÀLISIS ESTADÍSTIQUES	13
3. RESULTATS	13
3.1. PROVA DEL PES DELS GLOMÈRULS.....	13
3.2. PERCENTATGE DE GERMINACIÓ	14
3.3. VELOCITAT DE GERMINACIÓ (T_{50}).....	14
3.4. RECUPERACIÓ.....	16
3.5. GERMINACIÓ TOTAL.....	18
3.6. AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ	20
3.7. AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ TOTAL	23
4. DISCUSSIÓ	26
5. CONCLUSIONS	29
6. AGRAÏMENTS.....	29
7. BIBLIOGRAFIA.....	30

RESUM

Beta maritima L. ssp. *marcosii* A. Juan & M. B. Crespo i *Beta vulgaris* L. ssp. *maritima* Arcang. són dos tàxons de litoral rocós. El primer, de reduïda distribució, és un endemisme dels illots d'Eivissa, les Pitiüses i alguns illots de Cabrera; en canvi, *B. vulgaris* ssp. *maritima* té una distribució molt àmplia, oest i sud d'Europa, sudoest i sud d'Àsia, nord d'Àfrica i Macaronèsia. En aquest treball s'ha estudiat l'ecologia de la germinació dels dos tàxons, a partir de "catoclesios" (unitats de dispersió) procedents de poblacions de S'Espartar, Cala Comte i Es Cavall d'en Borràs, totes elles a les Pitiüses. En concret, s'ha estudiat la capacitat de germinació dels dos tàxons després de diferents temps de submersió en aigua del mar per inferir la capacitat de dispersió per aquest medi, la capacitat de germinació en diferents concentracions salines, la recuperació i l'afectació que ha sofert cadascun dels dos tàxons. Alhora s'ha avaluat la germinació en presència de nitrat per veure quin efecte té en relació amb la salinitat. Els resultats revelen que els dos tàxons tenen capacitat de dispersió a través del medi marí i que els dos tàxons són nitròfils (germinen més amb nitrat), ja que el nitrat ajuda a la germinació en concentracions salines més elevades, gràcies a la reducció de l'afectació que té la sal sobre les dues espècies. En relació amb l'afectació, els resultats reflecteixen que té un efecte osmòtic i també toxicitat iònica sobre les dues espècies. De manera que amb rentat (pluja postdispersió) possibilita la germinació, sobretot en concentracions salines baixes. Atenent als resultats es pot afirmar que són dues espècies nitròfiles i que tenen gran capacitat de dispersió per mar. Per tant, d'acord amb la capacitat de dispersió pel mar, *Beta maritima* ssp. *marcosii* podria tenir una distribució molt més àmplia de la que es coneix actualment.

ABSTRACT

Beta maritima L. ssp. *marcosii* A. Juan & M. B. Crespo i *Beta vulgaris* L. ssp. *maritima* Arcang. are two rocky littoral species. The former taxon has a narrow distributional area as it is endemic to the islets of Ibiza, Pitiüses and some islets of Cabrera. In contrast, *Beta vulgaris* subsp. *maritima* covers a wider distributional area, since it can be found in western and southern Europe, in the south and south-west of Asia, in northern Africa, and Macronesia. This study deals with the ecology of the germination of the two taxa by using glomeruli (units of dispersion) from populations of S'Espartar, Cala Comte and Es Cavall d'en Borràs, all of them located in the Pitiüses. Specifically, the germination capacity of the two taxa after different immersion times in seawater has been studied to infer the dispersal capacity through this medium. Furthermore, the germination capacity in different saline concentrations, the recovery, and the affectation experienced by each taxon have also been examined. At the same time, germination in the presence of nitrate has been evaluated to test the effect on salinity. Results reveal that both taxa have the ability to disperse through seawater. Thus, it can be stated that both taxa are nitrophilic (i.e., higher germination rates were observed under nitrate conditions, as nitrate aids germination in higher salt concentrations by reducing the effect that salt has on both taxa. In relation to affectation, results reflect have an osmotic effect as well as ionic toxicity on both taxa, since washing (i.e., simulating post-dispersal rain) allows germination especially in low salt concentrations. In light of these results, it can be inferred that they are two nitrophilic taxa with a great dispersal capacity through seawater. Therefore, this study proves that *Beta maritima* subsp. *marcosii* may have a much wider distribution than is currently documented.

1. INTRODUCCIÓ

1.1. L'HÀBITAT LITORAL

Els hàbitats litorals són la franja de transició entre el medi terrestre i el medi marí. El litoral de les Illes Balears és divers: hi ha dunes, roquissars i penya-segats. La salinitat, el vent i la falta de substrat (roquissars), entre d'altres, són factors que limiten la supervivència de les espècies vegetals. El grau de salinitat ve donat per la distància amb el mar i, com a conseqüència, la facilitat amb què saladina marina arriba amb major o menor mesura, això fa que la flora es disposi en forma de bandes paral·leles a la línia de la costa (Cardona, 2017). Aquesta flora està adaptada a través de la suculència de les seves fulles (acumulació d'aigua), també la reducció d'aquestes i presència d'estructures protectores (pubescència), entre d'altres (Llorens et al., 2007). Les dues espècies objecte d'aquest estudi, *Beta maritima* L. ssp. *marcosii* A. Juan & M. B. Crespo i *Beta vulgaris* L. ssp. *maritima* Arcang són espècies halonitròfiles, es localitzen en llocs amb presència de salinitat, nitrats i fosfats (guano) (Xarxa Natura a les Illes Balears, 2014).

1.2. LA LLAVOR

Una llavor és un òrgan de dispersió i multiplicació típic dels espermatòfits, que conté l'embrió i procedeix del primordi seminal després que s'hagi donat la fecundació. Aquesta llavor es forma mitjançant una embriogènesi zigòtica que es compon de canvis estructurals, fisiològics i d'expressió gènica (Ascón-Bieto & Talón, 2008). La llavor, a més de l'embrió, consta d'una testa o episperma i teixit nutricional. En el cas de *Beta* el teixit nutricional és el perisperma (González & Gutiérrez, 2014). La darrera estructura de la llavor és la testa, per a la protecció de la llavor (Cardona, 2017). Els fruits al gènere *Beta*, són pixidis monospermes, que formen uns agregats derivats de la concrescència de fruits de diferents flors amb les bràctees de la inflorescència anomenats "catoclesios", i que contenen 2-11 llavors. Tot i que el nombre més comú de llavors és entre 3 i 4 (Dale & Ford-Lloyd, 1985; Castroviejo, 1990; Copeland & McDonald, 2001). La dispersió de les llavors és molt important per a la perpetuació, el potencial i la regeneració de les espècies. Els principals agents de dispersió són el vent, l'aigua, la gravetat i els animals. Les adaptacions de les diàspores varien segons si l'agent dispersor és el vent (plomells, ales o pèls), l'aigua (estructures per facilitar la flotabilitat) o els animals (reserves de substàncies nutritives, estructures adhesives o ganxos) (Travesset, 2014). A través de reaccions morfogèniques i també metabòliques es desenvolupa l'embrió, que donarà lloc a una plàntula i aquesta es desenvoluparà en planta adulta (Bacchetta et al., 2008).

1.3. LA GERMINACIÓ

La germinació és una etapa clau en el desenvolupament dels vegetals i la viabilitat d'aquest procés depèn del moment en què es produeix i les condicions en què ocorre (Pujol et al., 2000). El procés de germinació comença amb la hidratació de les llavors i acaba amb l'elongació de la radícula de l'embrió (Bewley, 1997). Es divideix en tres fases (Pita & Pérez, 1998; Bewley, 1997):

-Hidratació: Es produeix una absorció d'aigua potent, sobretot dels espais apoplàstics i l'activació del procés.

-Activació metabòlica: És necessari l'oxigen i per facilitar-ne l'entrada, es redueix l'absorció d'aigua. S'activen els processos metabòlics per a la transformació de les reserves en productes bàsics per l'elongació.

-Creixement o elongació de l'embrió: Els productes metabòlics serveixen per la rotura de les cobertes per part de l'embrió (radícula) i per a la posterior formació de la plàntula.

1.4. FACTORS QUE AFECTEN A LA GERMINACIÓ

La germinació depèn de multitud de factors que es poden agrupar en dues categories: factors externs i factors interns.

-La **humitat** és el factor fonamental donat que permet l'inici de la germinació: la rehidratació dels teixits (sobretot les membranes) i l'activació enzimàtica. L'entrada de l'aigua (imbició) es dona per diferència de potencial entre l'interior i l'exterior de la llavor, però un excés resulta perjudicial donat que impedeix l'entrada de gasos essencials com ara l'oxigen. Aquest oxigen arriba a l'embrió dissolt amb l'aigua i es troba amb dificultats per travessar les cobertes seminals, degut a composts estructurals i químics. La temperatura també influeix en l'arribada d'aquest gas, la pujada de temperatura augmenta el consum, però dificulta la seva dissolució en aigua (Pita & Pérez, 1998).

-La **temperatura** dintre un rang, juntament amb la rehidratació, afavoreix l'activació dels enzims. La màxima activitat metabòlica s'aconsegueix quan s'arriba a la temperatura òptima, la qual està dintre el rang (Pita & Pérez, 1998; Eberle et.al, 2014).

-La **llum** és un altre factor que condiona i segons el comportament de les llavors enfront a aquesta es poden classificar les plantes en tres grups diferents: fotoblàstiques positives (requereixen llum per a la germinació); fotoblàstiques neutrals (germinen indiferentment amb o fora llum); fotoblàstiques negatives (necessiten obscuritat) (Flores et al., 2016, Baskin & Baskin, 2014). Aquests tres grups es distingeixen pel comportament del fitocrom que és el pigment receptor en els processos regulats per la llum: el pigment del fitocrom de les fotoblàstiques negatives té una reactivitat diferent a les diferents longituds d'ona dels vermells. La llum natural, és blanca la qual conté diferents ones de vermell (properes i llunyanes). Quan el fitocrom rep les dues longituds queda inactivat per la diferència de reactivitat entre els dos tipus de longituds. En conseqüència es produeix la inactivitat dels processos fisiològics (Orozco-Segovia, 1989).

-El **nitrat** és l'ió inorgànic més abundant, nutritiu i estimulante per a les plantes (en les herbàcies) que, juntament amb l'amoni (NH_4^+), constitueix la principal font de nitrogen que tenen les plantes. El nitrat del sòl és més determinant que el que hi ha a l'interior de la llavor per germinar, tot i haver-hi una relació positiva, entre el nitrogen interior i la capacitat germinativa (Fenner & Thompson, 2005).

-La **salinitat**, procedent de l'aigua de la mar, endureix les condicions per a la germinació de les llavors. Aproximadament un 3,3% o (0,56 M) de l'aigua del mar són sals dissoltes on la majoritària és el clorur sòdic (NaCl), però la pluja permet dissoldre els soluts i així facilitar la germinació (Fenner & Thompson, 2005). Les respostes a l'estrés es manifesten a través de dos efectes: l'efecte osmòtic i la toxicitat iònica. Aquests efectes es poden donar per separat o bé simultàniament, tot i que a altes concentracions (actuant coetàniament) és difícil determinar quin té major efecte. L'efecte osmòtic, conseqüència de la baixada de potencial osmòtic per acumulació de soluts en el substrat, impedeix l'entrada d'aigua i, per tant, inhibeix la germinació. Un rentat de les llavors per la pluja provocarà un augment del potencial osmòtic facilitant la germinació. L'altre l'efecte és la toxicitat iònica, l'acumulació dels ions dissolts en l'aigua absorbida pot dur a la mort de l'embrió o també a la part de la planta on s'acumuli, normalment les fulles (Munns et al., 2008 & Zehra et al., 2013). Per altra banda, d'acord amb Baskin & Baskin (2014), la presència de sals en la germinació pot afavorir l'aparició de fongs amb la conseqüent podridura de la unitat de germinació.

Per altra banda, els factors interns són els que corresponen a factors intrínsecs de la llavor.

-La **maduresa de la llavor**, es dona quan l'embrió i substàncies nutritives estan preparades per a dur a terme la germinació (Cardona, 2017). La maduresa de l'embrió es divideix en morfològica i fisiològica. La maduració morfològica és el període de diferenciació i desenvolupament de l'embrió i pot ocórrer sobre la planta mare o post dispersió (Baskin & Baskin, 2004; Fenner & Thompson, 2005). La maduració fisiològica és la relacionada amb el metabolisme de la llavor i consta d'una sèrie de mecanismes fisiològics que s'han de dur a terme a través d'acumulació o absència d'inhibidors (àcid abscísic, ABA) i/o potenciadors (giberel·lina GA) de la germinació. En el model d'equilibri hormonal, ABA i GA regulen de forma simultània i antagònica la latència (Baskin & Baskin 2004).

-La **viabilitat de la llavor** és la capacitat de la llavor per a germinar i formar una nova plàntula quan les condicions ambientals són favorables. Aquesta capacitat es pot perdre per motius molt diversos, com la dessecació excessiva. La longevitat fisiològica és el temps que es poden mantenir viables les llavors en unes condicions de temperatura i humitat determinades. El deteriorament de les llavors principalment és degut a l'acumulació de metabolits tòxics. Per conservar llavors a llarg termini, s'emmagatzemen a baixa temperatura i a baixa humitat segons les regles de Harrington (Cardona, 2017). Segons el comportament post dessecació hi ha dos tipus de llavors: les ortodoxes i les recalcitrants. Les ortodoxes són aquelles llavors que es poden dessecar fins a un 5-10% del seu contingut hídic; en canvi, les recalcitrants, són les que perden la seva viabilitat per davall d'un 12-30% del contingut hídic (Pérez & Pita, 2001).

1.5. ESPÈCIES OBJECTE DE L'ESTUDI

Beta maritima ssp. *marcosii* i *Beta vulgaris* ssp. *maritima* pertanyen a la família *Chenopodiaceae*. Les plantes del gènere *Beta* són herbàcies perennes, anuals o biannuals, amb les fulles alternes i glabres. Les fulles de la part basal de la tija són clarament peciolades, però les de la part apical són sèsils. Les flors són hemafrodites disposades en cimes axil·lars glomeruliformes (glomèrul, en endavant) d'1-8 flors, generalment fins a 5, conjunt del qual constitueix una inflorescència espiciforme. Les flors tenen un periant pentàmer acrescent que en la fructificació s'endureix i es solda al receptacle floral i també als periants de les flors adjacents. Les flors d'aquest gènere tenen 5 estams soldats a un disc basal carnos. El gineceu té ovari semiínfer, estil curt i de dos a tres estigmes. El fruit és un pixidi monospèrmic que s'obre a través d'un opercle (Castroviejo, 1990).

Beta vulgaris* subsp. *maritima* (Figura 2) és una herbàcia de caràcter anual o perenne, normalment glabra. Les tiges poden fer desde 20 fins a 80 cm, la forma és diversa, poden ésser erectes o prostrades. Les fulles són lanceolades o ovalo-ròmbiques, de marge suaument ondulat. Les flors reuneixen les característiques del gènere, amb bràctees lanceolades. Els glomèruls redueixen en mida cap a la part apical de la inflorescència fins a ser poc perceptibles a l'àpex. Té una distribució molt àmplia, oest i sud d'Europa, sudoest i sud d'Àsia, nord d'Àfrica i Macaronèsia, en concret a l'arxipèlag balear (Figura 1) es distribueix arreu de les illes. En el cas de les Pitiüses la seva presència no és tan generalitzada. Aquesta espècie forma part de l'associació diferent, pertany a *Medicagini citrinae-Lavateretum arborae*** (pròpia de les Illes Columbretes), sense elements endèmics de Balears. Igual que l'altra espècie acompanya a *Medicago citrina*, que juntament amb *Lavatera arborea* són les dues espècies característiques de l'associació (Juan, 2002). Aquest tàxon no té cap risc, per la qual cosa la seva categoria UICN és risc mínim (Herbari

Virtual). Relacionat amb això esmentat anteriorment tampoc està inclosa dintre el Llibre Vermell (Saéz et al., 2017).



Figura 1. Distribució a l'arxipèlag balear de *Beta vulgaris* ssp. *maritima* (Font: Bioatles).



Figura 2. Plantes de *Beta vulgaris* ssp. *maritima* obtingudes de la prova de germinació.

**Beta maritima* subsp. *marcosii* (Figura 4) presenta una tija principal de port molt baix, es manté com a roseta de fulles i no desenvolupa inflorescències. En canvi, les tiges laterals són molt més robustes i nombroses, procumbents i acaben ascendint formant inflorescències. Els fruits que esdevenen són molt més grans (1 mm més grans) que l'altre tàxon de l'estudi. Per altra banda, destaca la diferència en les associacions, pel que fa a la composició d'espècies, quan hi ha presència d'aquesta subespècie. En el cas d'aquest tàxon parlem d'endemisme per tant la seva distribució (Figura 3) es restringeix a l'Arxipèlag de Cabrera i a les Pitiüses. Forma part de l'associació *Beto marcosii-Medicaginetum citrinae*, dividida en dues subassociacions, essent *Beto marcosii-Medicaginetum citrinae betetosum marcosii*. Es diferencia de l'altra subassociació per la unió amb l'associació de *Limonietum caprariensis* (Bolós et al.,1958). L'altra subassociació és *Beto marcosii-Medicaginetum citrinae salsoletosum oppositifoliae* a Eivissa i els illots de les Pitiüses, unida amb l'associació *Limonietum ebusitani* (Juan & Crespo,1999). Aquesta espècie segons la categoria UICN està catalogada com a vulnerable, podem veure-ho a la (Figura 3) la seva distribució és molt reduïda. Apart està inclosa dintre el Llibre Vermell de la Flora Vascular de les Illes Balears (Sáez et al., 2017).

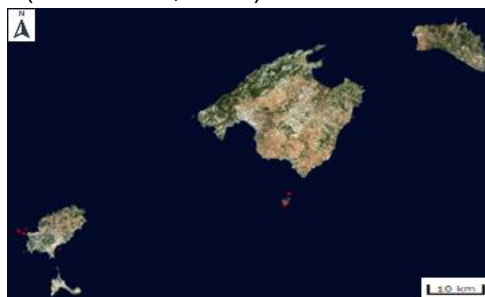


Figura 3. Distribució de *Beta maritima* subsp. *marcosii*. (Font: Bioatles).



Figura 4.Plantes de *Beta maritima* ssp. *marcosii* obtingudes de la prova de germinació

1.6. OBJECTIUS DE L'ESTUDI

L'objectiu general és estudiar l'ecologia germinativa de *Beta vulgaris* ssp. *maritima* i *Beta maritima* ssp. *marcosii*. Els objectius específics són avaluar la capacitat germinativa en diferents concentracions de salinitat i en presència de nitrats, i la capacitat de dispersió dels glomèruls fructificats per la mar. Les proves de germinació s'han fet *in vitro*, en condicions de temperatura i humitat controlades, i s'ha analitzat el percentatge de germinació, la recuperació, l'afectació en la germinació i la velocitat de germinació (T50).

2. MATERIALS I MÈTODES

2.1. LOTS DE LLAVORS

Els glomèruls fructificats es varen recollir durant l'estiu del 2019, període en què les llavors estaven en la maduresa. Els glomèruls que es van posar a germinar eren d'una sola població en el cas de *B. vulgaris* subsp. *maritima* i de dues en el cas de *B. maritima* subsp. *marcosii* per falta de material. Les dades importants de la recol·lecció dels glomèruls es troben detallades pròximament (Taula 1). La unitat de germinació varen esser les unitats de dispersió o glomèruls fructificats, formada per diversos fruits fusionats. Aquests glomèruls es van rentar, es van descartar els avortats i es van guardar dintre una càmera a 4°C (Galmés et al., 2006).

Segons Juan & Crespo (1999), *B. maritima* subsp. *marcosii* té una mida de glomèrul de 3,5 a 4,5 mm, mentre que *B. vulgaris* subsp. *maritima* tan sols mesura entre 2,5-3,5 mm de diàmetre. En aquest estudi es van comprovar les diferències dels glomèruls a través del pes. Per això, es van fer 10 pesades de 100 glomèruls de manera aleatòria per a cada tàxon.

2.2. TESTS DE GERMINACIÓ

La germinació es va dur a terme a 22°C i amb un fotoperíode de 12 h llum / 12 h fosca. Aquesta temperatura es troba en el rang on hi hauria la temperatura òptima de germinació del gènere *Beta* (Letschert, 1993). Les càmeres que es van utilitzar foren una ING CLIMAS GROW/HR de la Universitat de les Illes Balears i una DAITSU de l'empresa Planters i Ornamentals Nicolau S.A.T. Les proves de germinació es van dur a terme entre octubre de 2019 i gener de 2020. El test de germinació es va donar per finalitzat quan feia una setmana sense haver germinat cap llavor. Es va revisar tres cops per setmana; considerant germinació quan la radícula té una longitud mínima d'1 mm.

Per avaluar la capacitat de dispersió pel mar, abans de sembrar-les en placa es van fer 4 pretractaments de submersió en aigua del mar (0 hores, 48 hores, 1 setmana i 2 setmanes). L'aigua del mar es va agafar d'un lloc amb poca influència antròpica, per això es va elegir la platja de Sa Canova (Santa Margalida). Els glomèruls fructificats es varen sembrar en plaques de Petri de 9 centímetres de diàmetre amb agar 1% i amb diferents concentracions de sal i sal i nitrats (vegeu més avall). Es varen sembrar entre 10 i 15

glomèruls per placa per tal d'arribar a un mínim de 25 llavors. Per a cada tipus de prova es dugueren a terme 4 rèpliques.

Taula 1. Taula explicativa de la procedència, el recol·lector i la data de recol·lecció de mostres (glomèruls fructificats).

Espècie	Localitat	Coordenades	Recol·lector	Data de recol·lecció
<i>Beta maritima</i> L. subsp. <i>marcosii</i>	S'Espartar	38°57'29.2"N 1°11'46.8"E	Joana Cursach	12/06/2019 i 29/07/19
<i>Beta maritima</i> L. subsp. <i>marcosii</i>	Cavall d'en Borràs	38°44'20.6"N 1°25'47.6"E	Jordi Serapio	13/07/19
<i>Beta maritima</i> L. subsp. <i>maritima</i>	Cala Comte	38°57'46.6"N 1°13'14.3"E	Joana Cursach	29/07/19

Per a cada pretractament es va fer una prova per determinar la tolerància a la salinitat i també l'efecte que tenen els nitrats per ajudar a fer front a aquesta salinitat. Els tractaments amb clorur sòdic (NaCl) a cada pretractament van ser de 0 M (zona allunyada del mar) a 0,4 M (banyada o submergina en el mar) per la prova salinitat; incloent 0,1 M, 0,2 M i 0,3 M. Paral·lelament, es va utilitzar nitrat potàssic (KNO₃) a 0,02 M per determinar l'efecte que tenen els nitrats per contrarestar l'efecte perjudicial de la salinitat, amb mateixos tractaments (Murru et.al., 2015). Totes aquells glomèruls que no varen germinar a la prova amb sal, es van rentar amb aigua destil·lada (Cardona,2017). Es varen sembrar novament en plaques amb agar 1% per tal de determinar la capacitat de recuperació de l'estrès salí i l'efecte dels nitrats. Després d'acabar la prova es van xapar els glomèruls que no havien germinat, per tal de detectar la presència d'embrió en el seu interior; si n'hi havia es varen considerar sanes com les que van germinar i les buides es varen descomptar del total (Cardona,2017).

2.3. PARÀMETRES CALCULATS

***Percentatge de Germinació(G)** (Cardona, 2017):

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

Essent **a** el nombre de llavors germinades i **b** el nombre de llavors sembrades descomptant les buides.

***Velocitat de Germinació(T₅₀)** (Thanos & Doussi, 1995):

$$T_{50} = \frac{\left(\left(\frac{N}{2}\right) - 1\right) \times (T_2 - T_1)}{N_2 - N_1} + T_1$$

Essent **N** el percentatge de llavors germinades; **N₁** el percentatge de llavors germinades per sota N/2; **N₂** el percentatge de les llavors germinades per sobre N/2; **T₁** dies en ocórrer N₁ i **T₂** dies en ocórrer N₂.

***Recuperació(R)** (Gulzar, et. al., 2001):

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

És el percentatge de germinació una vegada es fa el rentat de les sals i es posen a germinar novament però sense sal. Essent **a** nombre total de llavors germinades (suma de la primera prova i les de després del rentat); **b** nombre total de llavors germinades en condicions salines i **c** nombre total de llavors.

***Germinació Total(GT)** (Cardona, 2017):

$$GT = \left(\frac{a}{b}\right) \times 100$$

Essent **a** el nombre total de llavors germinades després de la recuperació i **b** el nombre total de llavors descomptant les buides.

***Afectació de la germinació(Ag)** (Cardona, 2017):

$$Ag1 = \left(\frac{A - G1}{A}\right) \times 100$$

Essent **A** la mitjana del percentatge de germinació (G) del tractament control i **G1** és el percentatge de germinació de cada prova amb la prova de la sal.

***Afectació de la germinació total(At)** (Cardona, 2017):

$$At1 = \left(\frac{B - GT1}{B}\right) \times 100$$

Essent **B** la mitjana del percentatge de la germinació total del tractament control i **GT1** el percentatge de germinació de cada prova de la sal.

2.4. ANÀLISIS ESTADÍSTIQUES

Per a tots els paràmetres calculats es va obtenir la mitjana de les quatre rèpliques. Per testar les diferències en el pes dels glomèruls dels dos tàxons es va dur a terme una T-Student. En aquest tipus de test es va fer un test previ per comprovar que les mostres seguien una distribució normal i amb homogeneïtat de variàncies amb el test de Shapiro-Wilk i el test de Barlett, respectivament.

Per les dues proves de germinació (percentatge de germinació i germinació total), la recuperació i afectació es va dur a terme el test de Kruskal Wallis. El primer objectiu amb aquest test va esser trobar si hi havia diferències entre els pretractaments en una mateixa concentració salina. Els tests que van revelar diferències es va fer un test de Dunn, per saber les diferències o parells entre els pretractaments. L'altre va esser trobar si hi havia diferència entre el tractament de sal i el de nitrat. Per això es van comparar els dos tractaments en una mateixa concentració i un mateix pretractament (test de Wicoxon-Mann-Whitney). L'altre objectiu va ser determinar si els dos factors (tractament (sal vs. nitrat) i pretractament (0 hores, 48 hores, 1 setmana i 2 setmanes)) de l'estudi tenien interacció. Per això, es va dur a terme l'extensió del test de Kruskal (Scheirer-Ray-Hare). Tots els test estadístics es van dur a terme mitjançant el programa R (1.1.423).

3. RESULTATS

3.1. PROVA DEL PES DELS GLOMÈRULS

El pes mitjà de 100 glomèruls fructificats de *B. maritima* ssp. *marcosii* i *B. vulgaris* ssp. *maritima* va ser $4,807 \pm 0,152$ (n=10) i $2,711 \pm 0,145$ (n=10), respectivament. Els glomèruls fructificats del taxon endèmic pesen més que el de l'autòcton no endèmic (t-valor=31,647, df=18, p<0.001).

3.2. PERCENTATGE DE GERMINACIÓ

El percentatge de germinació de *B. maritima* ssp. *marcosii* en el tractament control fou $13,2\% \pm 2,5\%$ ($n=4$) (Figura 5a). S'observà germinació de llavors fins a la concentració de 0,2M (exceptuant el pretractament de 48 hores), amb major percentatge de germinació en el tractament amb nitrat. El tests estadístics revelaren que hi ha diferències significatives ($p<0,05$) entre els tractaments de sal i el del nitrat en els pretractaments d'1 Setmana i 2 Setmanes. En el cas del primer sols a la concentració de 0,1 M de forma significativa i a 0 M de forma marginalment significativa, en el segon en les concentracions de 0 M i 0,1 M. No hi va haver diferències significatives entre pretractaments i tampoc hi va haver interacció entre el tractament (Sal-Nitrat) i els pretractaments de submersió en aigua del mar. El percentatge de germinació més elevat fou en el pretractament 1 Setmana, en 0 M i Nitrat amb un valor de $45,7\% \pm 5,1\%$ ($n=4$).

El percentatge de germinació de *B. vulgaris* ssp. *maritima* en el tractament control fou $35,3\% \pm 4,7\%$ ($n=4$) i es donà germinació fins a 0,2 M en tots els pretractaments (Figura 5b). El percentatge de llavors germinades no varià segons el pretractament, ($p>0,05$). A la concentració 0,1 M no hi va haver diferències ($p>0,05$) entre els pretractaments en el tractament salí. Pel que fa al tractament nitrat tots els tractaments foren iguals que 0 Hores, tot i que hi hagué diferència ($p<0,05$) entre -0 Hores, 1 Setmana i 2 Setmanes- i 48 Hores . En la concentració 0M destacà diferències significatives ($p<0,05$) en el pretractament 2 Setmanes; a més també fou destacable la divergència que presenta el pretractament 48 Hores amb la resta, a una concentració 0,1 M del tractament nitrat. En aquest cas tampoc hi ha interacció entre els pretractaments i els tractaments ($p>0,05$). El percentatge màxim de germinació fou de $67,9\% \pm 0,9\%$ ($n=4$) del pretractament 2 Setmanes i amb el tractament amb nitrat a 0 M. Hi ha 3 casos de tractaments marginalment significatius, 0 Hores a 0 M; 48h a 0 M i 2 Setmanes a 0,1 M.

3.3. VELOCITAT DE GERMINACIÓ (T_{50})

A *B. maritima* ssp. *marcosii* el nitrat mostrà un efecte sobre la velocitat de germinació (Taula 2). Va haver-hi diferències significatives ($p<0,05$), entre els dos tractaments sal/nitrat en cada un dels pretractaments a una concentració 0 M. En aquesta mateixa concentració hi ha diferències significatives ($p<0,05$) entre 48 Hores i 1 Setmana. Els altres dos pretractaments integren similituds dels dos pretractaments diferents. A la concentració 0,1 M no entra en l'estadística el pretractament (0 Hores), la resta no es donaren diferències significatives ($p>0,05$). Tampoc destacaren diferències entre els tractaments en cap dels pretractaments ($p>0,05$).

Per a *Beta vulgaris* ssp. *maritima* no s'observaren diferències entre pretractaments en cap de les concentracions ($p>0,05$) (Taula 2). Pel que fa als tractaments Salí vs. Nitrat, el tractament amb nitrat a la concentració 0 M disminuï el T_{50} en cadascun dels pretractaments). En canvi, a la concentració 0,1 M no s'observaren diferències significatives entre tractaments ($p>0,05$).

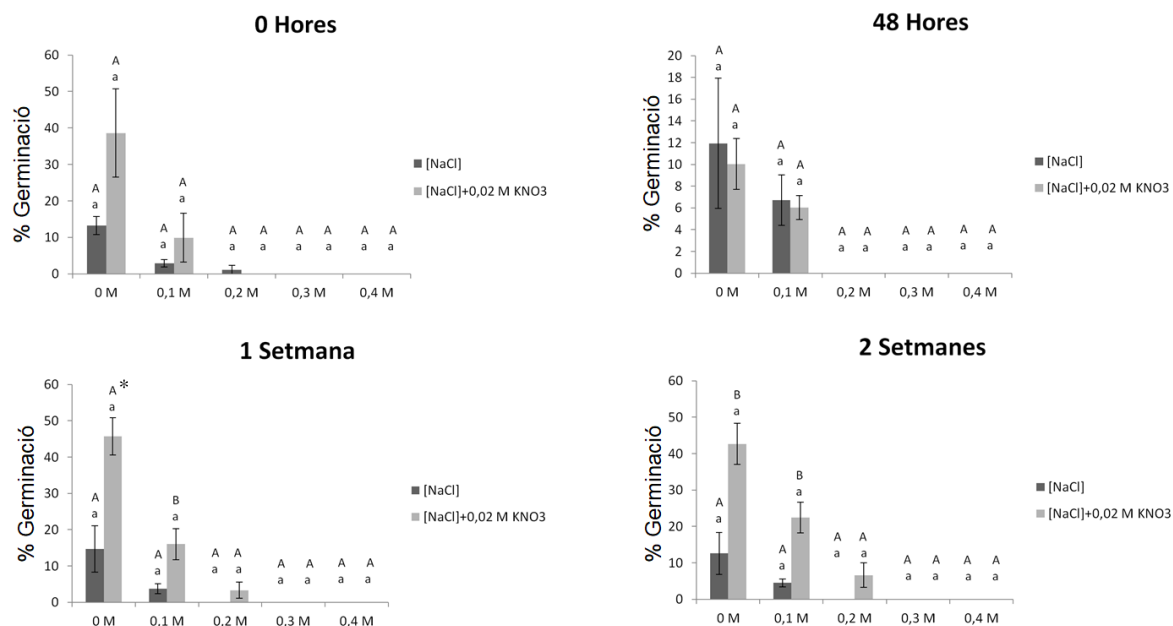


Figura 5a. Percentatge de germinació de *Beta maritima ssp. marcosii* a diferents concentracions salines (0M-0,4M) i amb tractament de KNO₃ (0,02M). Les lletres minúscules indiquen diferències entre pretractaments en una concentració (Test de Dunn). Les lletres majúscules indiquen la diferència entre (NaCl i KNO₃) dintre un mateix pretractament i mateixa concentració. Les barres d'error indiquen l'error estàndard de les mitjanes (en tots els casos n=4). * significa marginalment diferent.

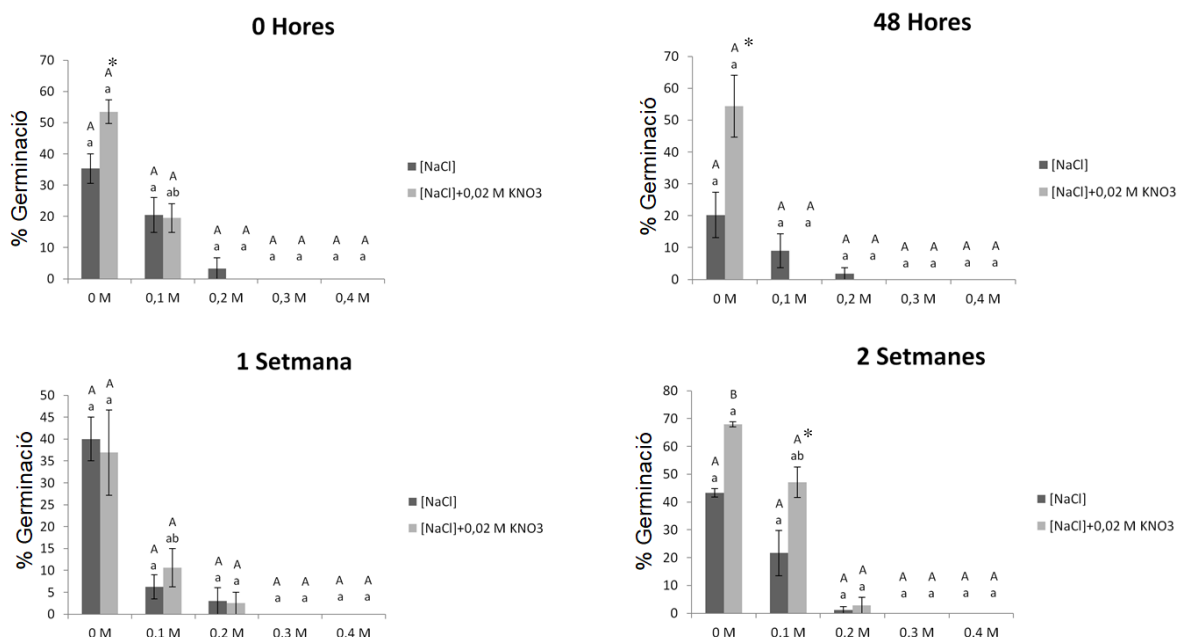


Figura 5b. Percentatge de germinació de *Beta vulgaris ssp. maritima* a diferents concentracions salines (0M-0,4M) i amb tractament de KNO₃ (0,02M). Les lletres minúscules, indiquen diferències entre pretractaments en una concentració (Test de Dunn). Les lletres majúscules indiquen la diferència entre (NaCl i KNO₃) dintre un mateix pretractament i mateixa concentració. Es presenten els errors de les mitjanes (en tots els casos n=4). * significa marginalment diferent.

Taula 2. Representació de la velocitat de germinació (T_{50}) de *Beta maritima* ssp. *marcosii* i *Beta vulgaris* ssp. *maritima* a diferents concentracions salines (0 M-0,4 M) i amb tractament de KNO_3 (0,02 M). Les lletres minúscules indiquen diferències entre pretractaments en una mateixa concentració (Test de Dunn). Les lletres majúscules indiquen la diferència entre NaCl i KNO_3 dintre un mateix pretractament i mateixa concentració. Es presenten els errors de les mitjanes (en tots els casos, n=4). n.d.: cap llavor germinada. Els asterics indiquen que el tractament no ha entrat en l'estadística per falta de germinació.

Beta maritima* subsp. *marcosii

TRACTAMENT	CONTROL		48 HORES		1 SETMANA		2 SETMANES	
	NaCl	NaCl+nitrat	NaCl	NaCl+nitrat	NaCl	NaCl+nitrat	NaCl	NaCl+nitrat
CONCENTRACIÓ	Mitjana±Error	Mitjana±Error	Mitjana±Error	Mitjana±Error	Mitjana±Error	Mitjana±Error	Mitjana±Error	Mitjana±Error
0,0 M	8,1±2,6 abA	24,3±11,6 abB	7±2,4 aA	9,6±8,1 aB	17,1±10,5 bA	33,6±1,2 abB	10,2±1,9 abA	26,9±5,8 abB
0,1 M	20,1±17,7*	14,5±9,2*	11,7±1,2 aA	23,8±15 aA	10,7±0,3 aA	17,6±4 aA	16,6±5 aA	21±12,8 aA
0,2 M	33,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	28,8±11	n.d.	27,6±5,1
0,3 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Beta vulgaris* subsp. *maritima

TRACTAMENT	CONTROL		48 HORES		1 SETMANA		2 SETMANES	
	NaCl	NaCl+nitrat	NaCl	NaCl+nitrat	NaCl	NaCl+nitrat	NaCl	NaCl+nitrat
CONCENTRACIÓ	Mitjana±Error	Mitjana±Error	Mitjana±Error	Mitjana±Error	Mitjana±Error	Mitjana±Error	Mitjana±Error	Mitjana±Error
0,0 M	19,8±7,3 aA	24,6±8,1 aB	19,8±7,3 aA	24,6±8,1 aB	25,1±6,7 aA	28,8±5,3 aB	18,7±5,1 aA	24,4±6,8 aB
0,1 M	21,1±9,7 aA	14,9±6,8 aA	21,1±9,7*	14,9±6,8*	10,3±2,8 aA	17±15,3 aA	19,6±5,5 aA	20,8±4,8 aA
0,2 M	11	n.d.	11	n.d.	18	21,5	20,5	27
0,3 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0,4 M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

3.4. RECUPERACIÓ

Els pics més elevats de recuperació de *B. maritima* ssp. *marcosii* foren 0 Hores 39,1±3,7% (n=4) a 0,3 M-; a la concentració 0,2 M a -48 Hores 9,8%±3% (n=4) i 2 Setmanes 28,8%±9,3% (n=4)- i el pretractament 1 Setmana 21,7%±4,4% (n=4) a 0M (Figura 7a). Els resultats revelaren diferències ($p<0,05$) entre els tractaments amb una major recuperació en el tractament nitrat a -0 Hores: 0,1 M i 0,3 M-; -1 Setmana: 0,1 M i 0,2 M-; -2 Setmanes: 0 M i 0,1 M- A més destacaren tractaments marginalment diferents, -0 Hores: 0 M i 0,4 M- i a 2 Setmanes: 0,4 M. Dintre el tractament salí les diferències significatives ($p<0,05$) entre pretractaments -0,3 M: 0 Hores fou diferent a -48 Hores i 2 Setmanes- que són iguals entre sí. El pretractament 1 Setmana mostrà similitud amb la resta de pretractaments-; -0,4 M: -0 Hores és diferent ($p<0,05$) al pretractament 2 Setmanes-, els altres dos pretractaments -48 Hores i 1 Setmana- foren iguals entre sí ($p<0,05$) i tenen similitud amb la resta-. El nitrat -0 M: Hi ha diferències significatives ($p<0,05$) entre -48 Hores i 0 Hores- i 1 Setmana, els darrers eren iguals ($p>0,05$). El pretractament 2 Setmanes integrà similituds ($p>0,05$) amb la resta de pretractaments-; -0,1 M el pretractament 0 Hores diferí ($p<0,05$), de -48 Hores i 1 Setmana-, que foren iguals entre sí ($p>0,05$)-.

A la (Figura 6b) *B. vulgaris* ssp. *maritima*, destaca -2 Setmanes 41,1%±2,8% (n=4), 0 M amb nitrat-, la resta de pretractaments els seus pics màxims foren -0 Hores 29%±4,1% (n=4), 0,3 M amb nitrat-. Tant 48 Hores com 1 Setmana la recuperació va ser molt baixa; en el cas del primer -10,3%±6,6%, (n=4) a 0 M amb nitrat-. El pretractament 1 setmana la recuperació fou -13,4%±5,5%, (n=4) a 0,2 M del tractament salí- (Figura 6b). Els tractaments diferiren significativament amb més recuperació del tractament nitrat ($p<0,05$) en -0 Hores: 0,3 M-; -2 Setmanes: 0 M i 0,2 M-. Destacaren també diferències de forma marginal en -48 Hores: 0M, també en favor del nitrat-, l'altre és - 1 Setmana: 0,4M, amb més recuperació del tractament salí. Les diferències significatives entre els pretractaments dintre el tractament salí -0 M: 0

Hores difereix ($p < 0,05$) de -48 Hores i 1 Setmana-, iguals entre sí ($p > 0,05$). El 2 Setmanes, presentà similituds ($p > 0,05$) amb la resta de pretractaments-; -0,4 M: La diferència ($p < 0,05$) es trobà entre 0 Hores i 48 Hores, els altres dos pretractaments foren iguals ($p > 0,05$) entre sí i tengueren similitud ($p > 0,05$) amb els diferents entre sí-. En el nitrat -0 M: diferències ($p < 0,05$) entre 48 Hores i 2 Setmanes, els altres dos foren iguals ($p > 0,05$) entre sí i integraren similituds amb els dos que diferiren-; -0,1 M: -0 Hores i 2 Setmanes- foren iguals entre sí ($p > 0,05$) i diferiren ($p < 0,05$) de 48 Hores. El pretractament 1 Setmana mostrà similituds ($p > 0,05$) amb la resta de pretractaments-; -0,2M: El pretractament 0 Hores, fou igual a tots els altres ($p > 0,05$), el 2 Setmanes va ésser el que va tenir diferències ($p < 0,05$) amb -48 Hores i 1 Setmana- iguals entre sí ($p > 0,05$). A la vegada el pretractament 0 Hores, fou igual ($p > 0,05$) que el 2 Setmanes-; -0,3 M: 0 Hores i 48 Hores mostraren diferències significatives ($p < 0,05$) entre ells. Els pretractaments -1 Setmana i 2 Setmanes- foren iguals entre sí ($p > 0,05$) i presentaren similituds amb els altres dos pretractaments ($p > 0,05$); - 0,4 M: -48 Hores i 1 Setmana- foren iguals entre sí ($p > 0,05$) i diferents ($p < 0,05$) amb 0 Hores. El pretractament 2 Setmanes integrà similituds ($p > 0,05$) amb la resta de pretractaments-.

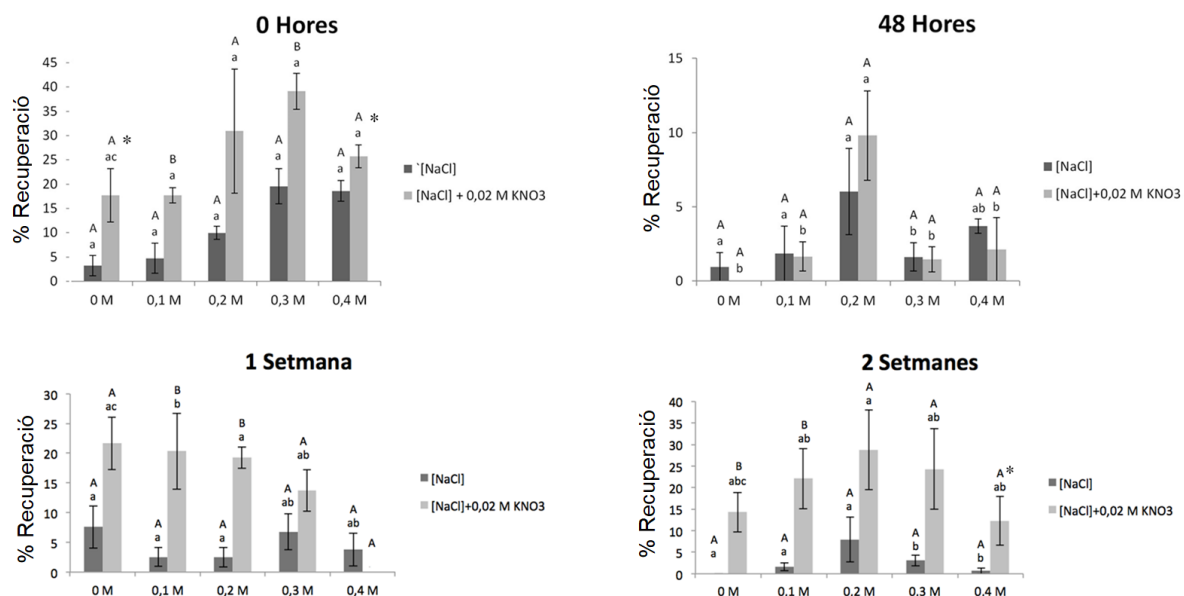


Figura 6a. Percentatge de recuperació de *Beta maritima ssp. marcosii* a diferents concentracions salines (0M-0,4M) i amb tractament de KNO₃ (0,02M). Les lletres minúscules, indiquen diferències entre pretractaments en una concentració (Test de Dunn). Les lletres majúscules indiquen la diferència entre (NaCl i KNO₃) dintre un mateix pretractament i mateixa concentració. Es presenten els errors de les mitjanes (en tots els casos n=4). * significa marginalment diferent.

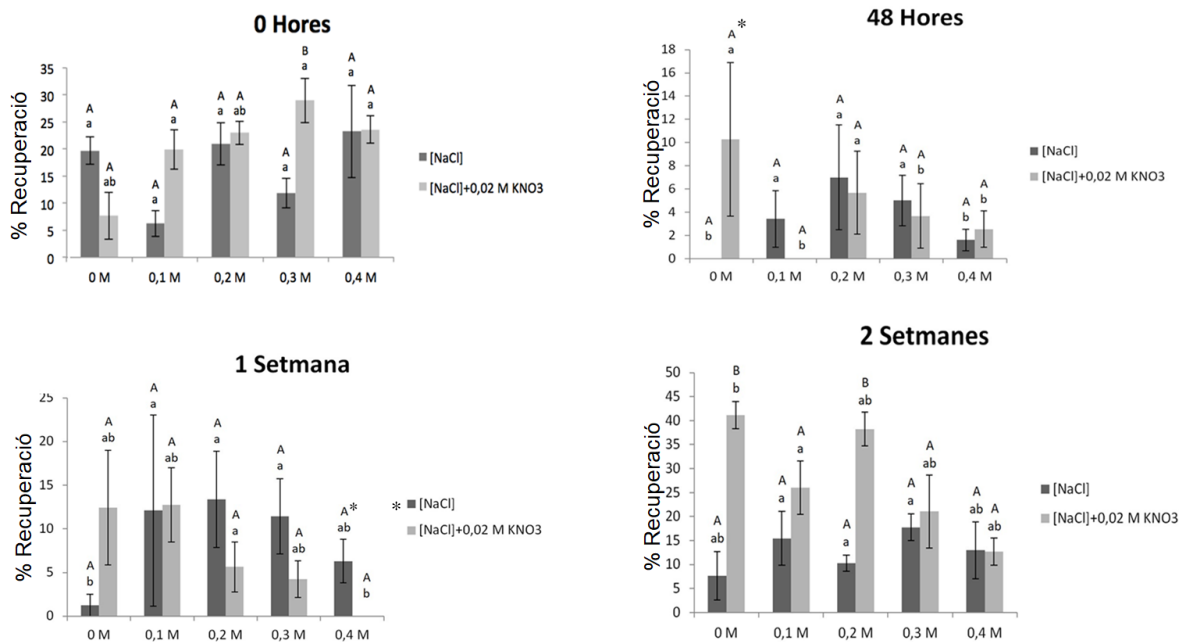


Figura 6b. Percentatge de recuperació de *Beta vulgaris ssp. maritima* a diferents concentracions salines (0M-0,4M) i amb tractament de KNO₃ (0,02M). Les lletres minúscules indiquen diferències entre pretractaments en una concentració (Test Dunn). Les lletres majúscules indiquen la diferència entre (NaCl i KNO₃) dintre un mateix pretractament i mateixa concentració. Es presenten els errors de les mitjanes (en tots els casos n=4). * significa marginalment diferent.

3.5. GERMINACIÓ TOTAL

A la germinació total en el cas de la *B. maritima ssp. marcosii*, hi va haver una major germinació en el tractament de nitrat en tots els pretractaments, excepte 48 Hores (Figura 7a). Els pics màxims de germinació foren -0 Hores: 42,9%±7% (n=4), nitrat-, -48 Hores: 13,1%±5,3% (n=4), salí-, -1 Setmana: 55,5%±5,5% (n=4), nitrat- i -2 Setmanes: 48,8%±5,6% (n=4), nitrat-. Va haver-hi diferències significatives, germinació més elevada en el tractament nitrat, ($p < 0,05$) en -0Hores: 0 M, 0,1 M i 0,4 M-; a -1 Setmana: 0,1 M i 0,2 M- i a -2 Setmanes: 0 M i 0,1 M-. Apart també destacaren -0 Hores: 0,3 M- i -1 Setmana: 0 M- foren marginalment diferents en favor del tractament nitrat. Entre pretractaments hi va haver diferències significatives tant el tractament salí com en el tractament nitrat. Pel que fa al tractament salí -0,3 M: hi hagueren diferències ($p < 0,05$) entre 0 Hores i 48 Hores, -1 Setmana i 2 Setmanes- foren iguals entre sí, i també iguals ($p > 0,05$) a -48 Hores i 0 Hores-; -0,4 M: hi hagué diferències ($p < 0,05$) entre 0 Hores i -1 Setmana i 2 Setmanes-. El pretractament 48 Hores no presentà diferències significatives ($p > 0,05$) amb la resta-. En el tractament nitrat -0 M i 0,1 M: diferí ($p < 0,05$) el pretractament 48 hores de la resta-; -0,3 M: hi va haver diferències ($p < 0,05$) entre 0 Hores i 48 Hores, -1 Setmana i 2 Setmanes- esdeveniren iguals entre sí i iguals ($p > 0,05$) a 48 Hores i 0 Hores-; -0,4 M: -1 Setmana i 48 Hores-, foren iguals ($p > 0,05$) i difereixen ($p < 0,05$) de 0 Hores. El pretractament 2 Setmanes mostrà similituds ($p > 0,05$) amb els dos grups-. No hi ha interacció ($p > 0,05$) entre tractament sal/nitrat i els pretractaments.

La germinació total a *B. vulgaris ssp. maritima* (Figura 7b), els pics màxims, tots del tractament nitrat, per pretractaments foren -0 Hores: 56,4%±2,3% (n=4)-, -48 Hores: 58±9,3% (n=4)-, -1 Setmana: 42,9%±11,1% (n=4)- i -2 Setmanes: 75,7%±0,3% (n=4)-. Els tests estadístics revelaren diferències significatives ($p < 0,05$) entre tractaments en -0 Hores: 0,3 M- i -2 Setmanes: 0 M i 0,2 M-. Destacaren també -48 Hores: 0 M-, -2 Setmanes: 0,1 M-

, foren marginalment diferents. Aquests i els que significativament foren diferents fou en favor del tractament nitrat. Destacà una altre diferència de forma marginal, però aquesta en favor del tractament salí, -1 Setmana: 0,4 M. Les diferències entre pretractaments en el tractament salí fou a -0,4M hi ha diferències ($p < 0,05$) entre 0 Hores i 48 Hores i -1 Setmana i 2 Setmanes- són iguals entre sí ($p > 0,05$) i a la vegada tengueren similitud amb els dos primers. En el tractament nitrat les diferències entre pretractaments foren a les concentracions -0 M: Hi hagué diferència ($p < 0,05$) entre 2 Setmanes i 0 Hores i també 1 Setmana. El pretractament 48 Hores presentà similitud ($p > 0,05$) amb els altres pretractaments-; -0,1 M: El pretractament 48 Hores diferí ($p < 0,05$) de la resta ja que no hi havia germinació-; -0,3 M: Destacà la diferència ($p < 0,05$) entre 0 Hores i 48 Hores, els altres dos pretractaments foren iguals entre sí ($p > 0,05$) i tengueren similitud amb -0 Hores i 48 Hores-; -0,4 M: -48 Hores i 1 Setmana- foren iguals ($p > 0,05$), però diferiren ($p < 0,05$) de 0 Hores. El pretractament 2 Setmanes mostrà similituds ($p > 0,05$) amb la resta-

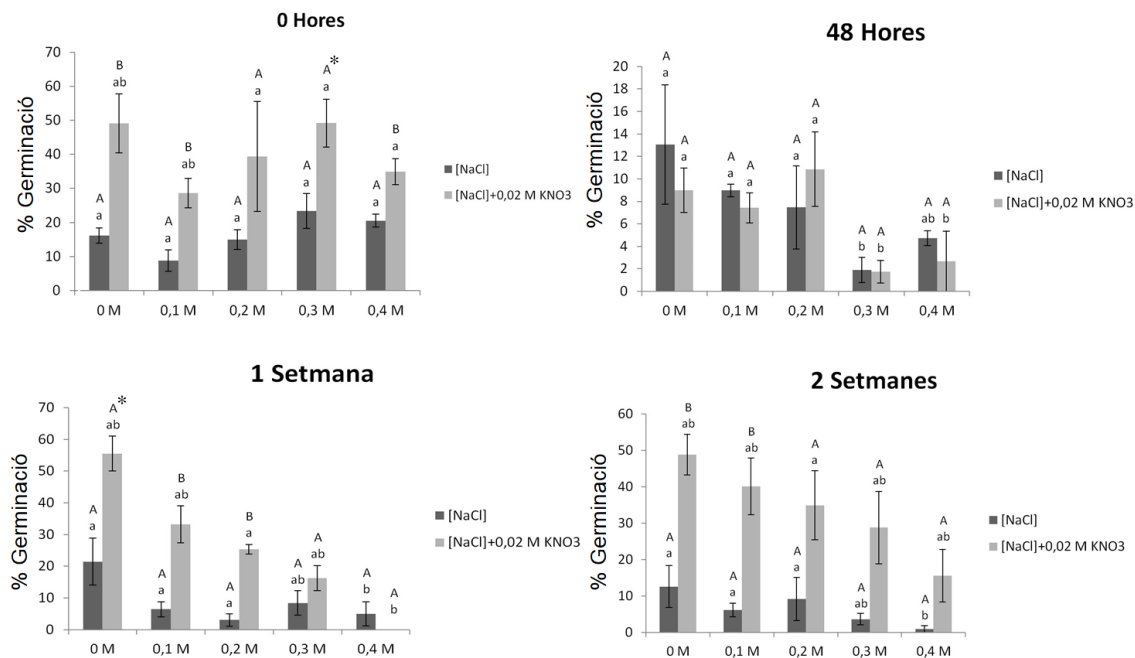


Figura 7a. Percentatge de germinació total de *Beta maritima ssp. marcosii* a diferents concentracions salines (0M-0,4M) i amb tractament de KNO₃ (0,02M). Les lletres minúscules indiquen diferències entre pretractaments en una concentració (Test de Dunn). Les lletres majúscules indiquen la diferència entre (NaCl i KNO₃) dintre un mateix pretractament i mateixa concentració. Es presenten els errors de les mitjanes (en tots els casos n=4). * significa marginalment diferent.

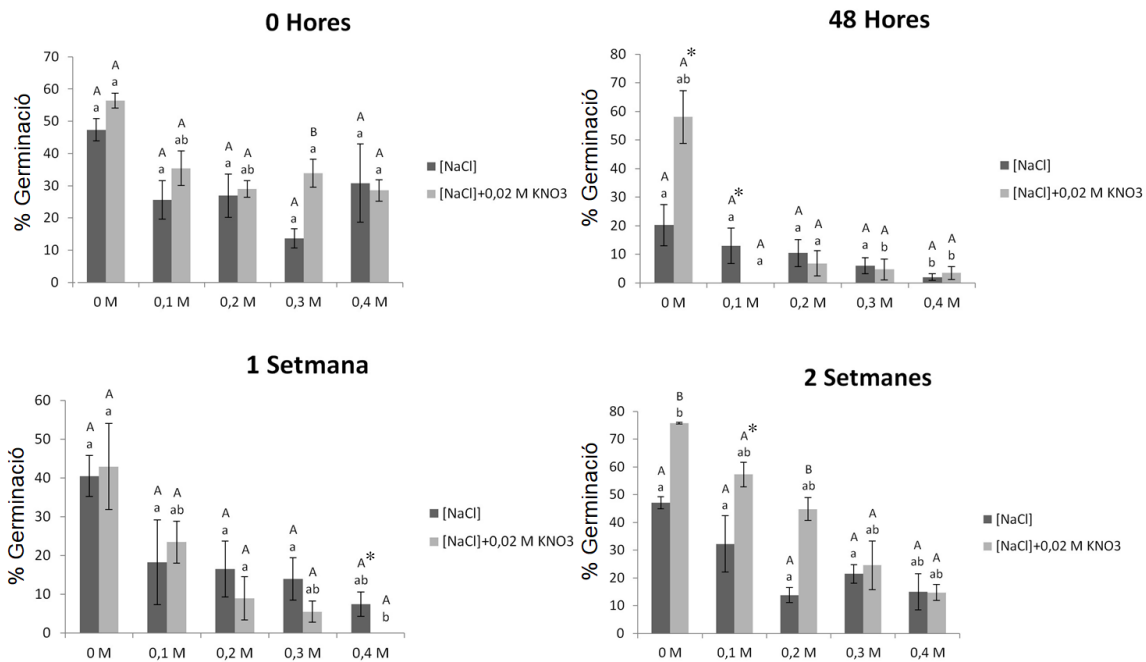


Figura 7b. Percentatge de germinació total de *Beta vulgaris* ssp. *maritima* a diferents concentracions salines (0M-0,4M) i amb tractament de KNO₃ (0,02M). Les lletres minuscules, indiquen diferències entre pretractaments en una concentració (Test de Dunn). Les lletres majúscules indiquen la diferència entre (NaCl i KNO₃) dintre un mateix pretractament i mateixa concentració. Es presenten els errors de les mitjanes (en tots els casos n=4). *significa marginalment diferent.

3.6. AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ

En el cas de *B. maritima* ssp. *marcosii*, en el tractament salí l'afectació de la germinació fou total en tots els pretractaments, excepte en el cas de 0 Hores que fins a -0,95 MPa de potencial osmòtic no mostrà una afectació total (Figura 8a). Al tractament amb nitrat, les afectacions varen ser més baixes a -0,45 MPa de potencial osmòtic, i en el cas dels pretractaments 1 Setmana i 2 Setmanes l'afectació total no es donà fins a -1,4 MPa de potencial osmòtic. En els altres dos pretractaments -0 Hores i 48 Hores- l'afectació total es donà a partir de -0,95 MPa de potencial osmòtic. No hi ha diferències significatives ($p > 0,05$) en cap pretractament ni potencial osmòtic, entre tractaments.

En el cas de *B. vulgaris* ssp. *maritima*, en del tractament salí l'afectació total es donà per sobre -1,4 MPa de potencial osmòtic (Figura 8b). El tractament nitrat no es va observar tanta uniformitat amb el potencial osmòtic en el qual l'afectació és total. El pretractament 0 Hores, per sobre de -0,95 MPa; el pretractament 48 Hores per sobre de -0,45; i els pretractaments 1 Setmana i 2 Setmanes per sobre de -1,4 MPa de potencial osmòtic. Igual que l'altre tàxon no s'apreciaren diferències ($p > 0,05$) entre els dos tractaments en cap potencial, ni pretractament.

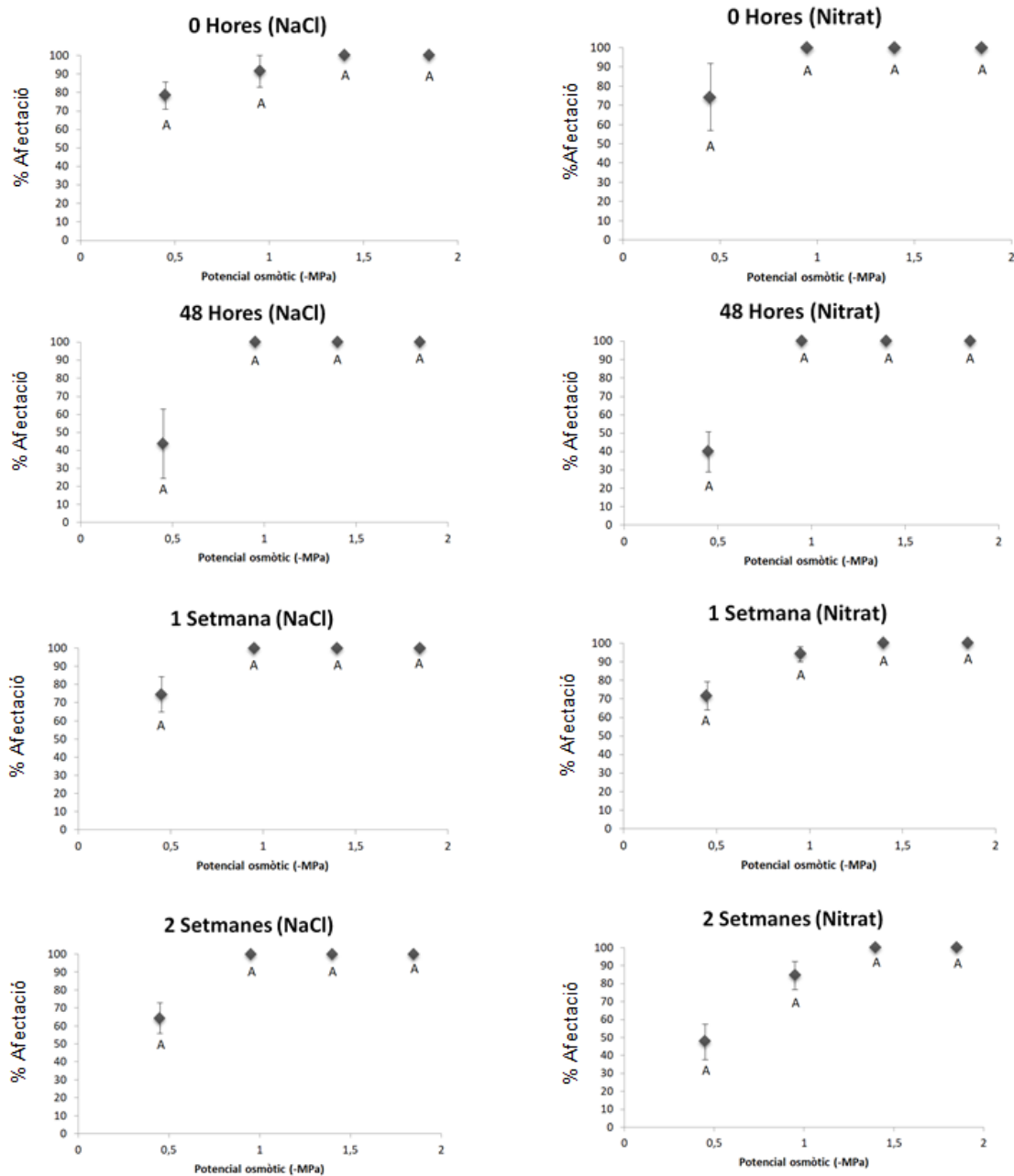


Figura 8a. Percentatge d'afectació en el percentatge de germinació de *Beta maritima* ssp. *marcosii*. Es representen els pretractaments amb el tractament salí a la columna de l'esquerra, a la de la dreta el tractament amb nitrat. A l'eix d'ordenades hi ha el percentatge d'afectació, a l'eix de coordenades hi ha el potencial osmòtic (ψ) corresponent a les concentracions salines segons (Zehra et al.,2013). Es presenten els errors de les mitjanes (en tots els casos n=4). Les lletres majúscules indiquen la diferència entre (NaCl i KNO₃) dintre un mateix pretractament i mateixa concentració

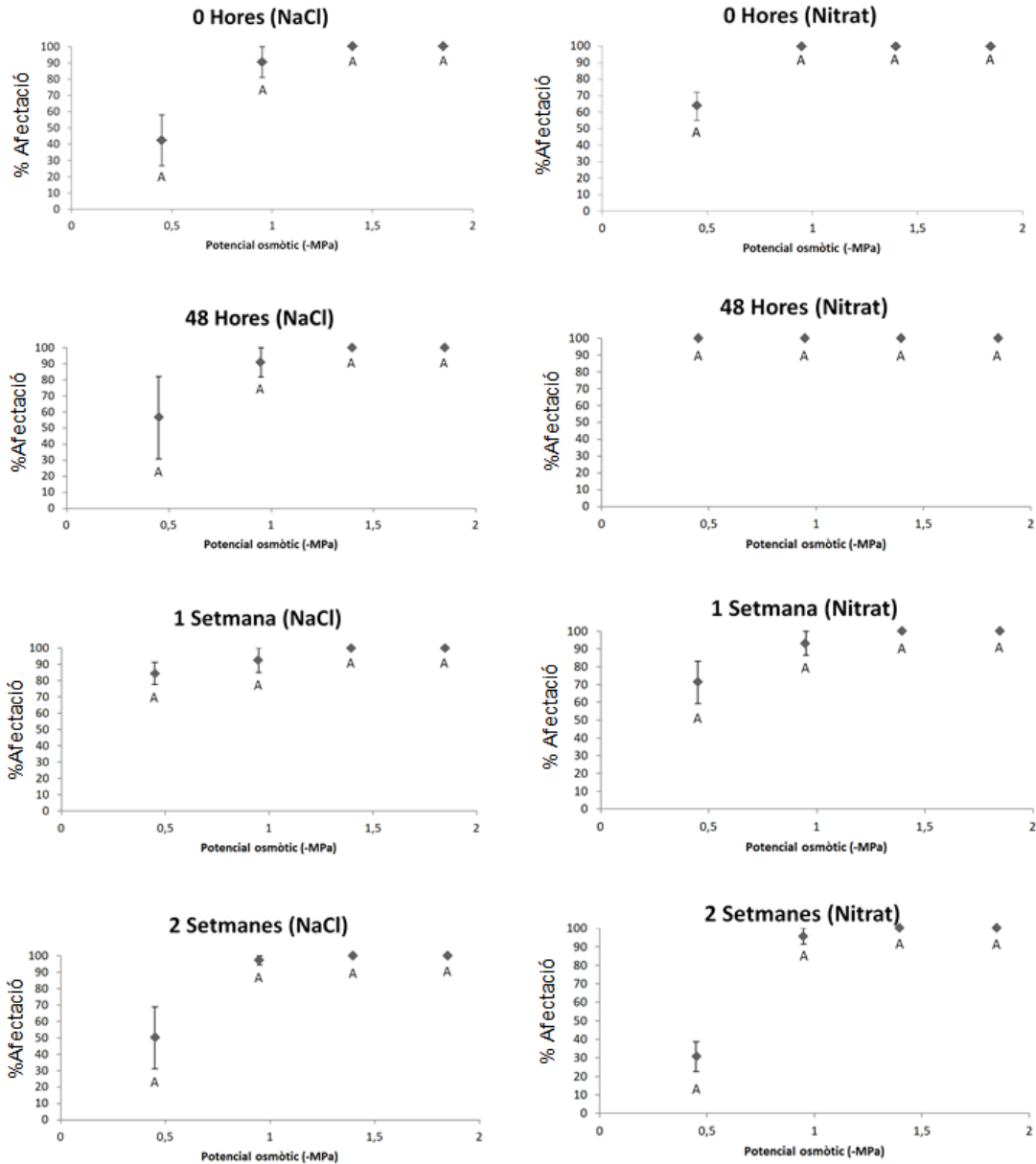


Figura 8b. Percentatge d'afectació en el percentatge de germinació de l'espècie *Beta vulgaris* ssp. *maritima*. Es representen els pretractaments amb el tractament salí a la columna de l'esquerra, a la de la dreta el tractament amb nitrat. A l'eix d'ordenades hi ha el percentatge d'afectació, a l'eix de coordenades hi ha el potencial osmòtic (ψ) corresponent a les concentracions salines segons (Zehra et al.,2013). Es presenten els errors de les mitjanes (en tots els casos n=4). Les lletres majúscules indiquen la diferència entre (NaCl i KNO_3) dintre un mateix pretractament i mateixa concentració.

3.7. AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ TOTAL

En el cas de *Beta maritima* ssp. *marcosii*, les llavors que no havien germinat i van tornar a ser sembrades després del rentat amb aigua destil·lada, van mostrar una baixada considerable, però no significativa en la majoria dels casos, de l'afectació (Figura 9a). Els tests estadístics que es van dur a terme per determinar si la diferència que s'aprecià entre tractaments era significativa. Els tests revelaren que només hi havia diferència ($p < 0,05$) a 0 Hores al potencial $-1,85$ MPa. A més destaca el potencial $-0,95$ MPa, en el pretractament 1 Setmana on hi ha diferència de forma marginal. A potencials osmòtics baixos fins a $-0,95$ MPa, predomina l'efecte osmòtic, per sota d'aquest potencial hi ha predominància de la toxicitat iònica ja que el percentatge d'afectació continua essent elevat.

En el cas de *B. vulgaris* ssp. *maritima*, després del rentat amb aigua destil·lada es donà una baixada de l'afectació (Figura 9b). En aquest cas no s'aprecià que el nitrat afavoreixi en la reducció de l'afectació, consegüentment a la major recuperació. En general, passa com el tàxon anterior que per sota de $-0,95$ MPa tenim toxicitat iònica impeding la germinació post rentat. Per sobre d'aquest potencial hi ha efecte osmòtic permetent bons percentatges de recuperació. A 2 setmanes i al potencial $-0,95$ MPa, fou l'única diferència significativa ($p < 0,05$), que mostraren els tests estadístics per veure la diferència que hi podia haver entre els tractaments. Apart destaquen diversos potencials osmòtics que els tractaments són marginalment diferents, en el pretractament 0 Hores en el potencial $-1,4$ MPa (el nitrat obté un menor percentatge). En canvi, en el pretractament 48 Hores i 1 Setmana, a $-0,45$ MPa i $-1,85$ MPa, respectivament és el tractament salí el que obté la menor afectació.

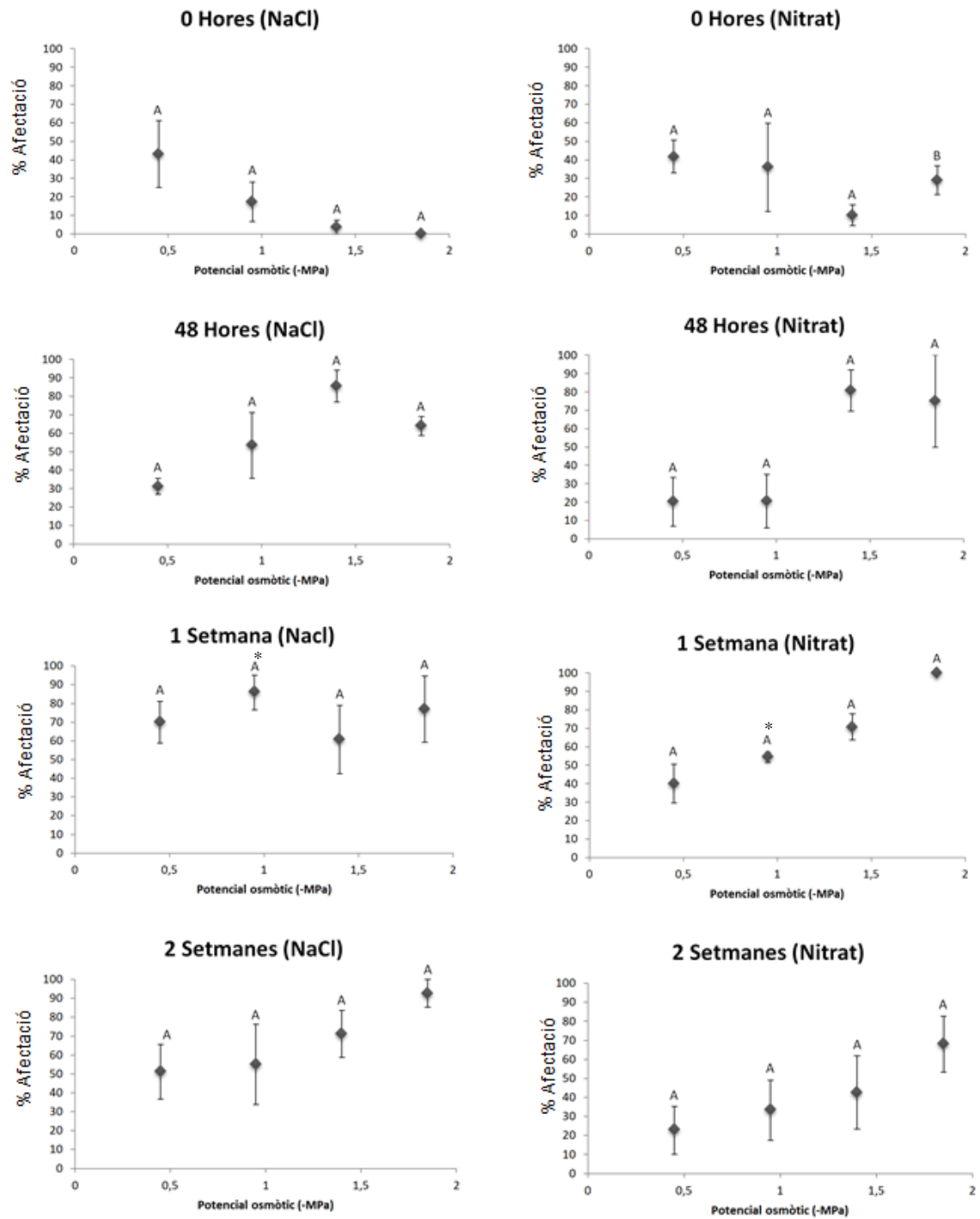


Figura 9a. Percentatge d'afectació en la germinació total de l'espècie *Beta maritima* ssp. *marcosii*. Es representen els pretractaments amb el tractament salí a la columna de l'esquerra, a la de la dreta el tractament amb nitrat. A l'eix d'ordenades hi ha el percentatge d'afectació, a l'eix de coordenades hi ha el potencial osmòtic (ψ) corresponent a les concentracions salines segons (Zehra et al.,2013). Es presenten els errors de les mitjanes (en tots els casos n=4). Les lletres majúscules indiquen la diferència entre (NaCl i KNO_3) dintre un mateix pretractament i mateixa concentració. * significa marginalment diferent.

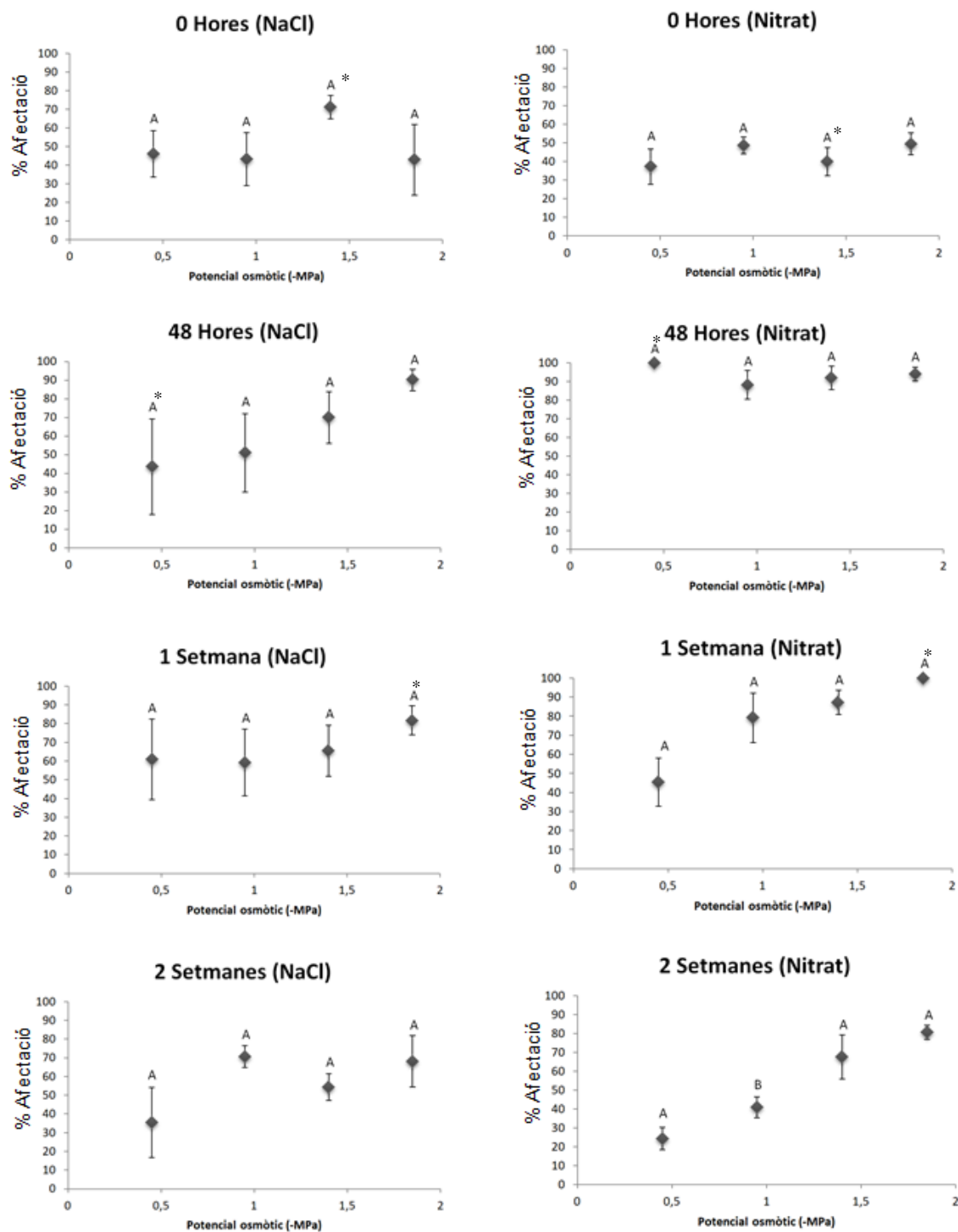


Figura 9b. Percentatge d'afectació en la germinació total de l'espècie *Beta vulgaris* ssp. *maritima*. Es representen els pretractaments amb el tractament salí a la columna de l'esquerra, a la de la dreta el tractament amb nitrat. A l'eix d'ordenades hi ha el percentatge d'afectació, a l'eix de coordenades hi ha el potencial osmòtic (ψ) corresponent a les concentracions salines segons (Zehra et al.,2013). Es presenten els errors de les mitjanes (en tots els casos n=4). Les lletres majúscules indiquen la diferència entre (NaCl i KNO_3) dintre un mateix pretractament i mateixa concentració. * significa marginalment diferent..

4. DISCUSSIÓ

En present treball s'ha estudiat l'ecologia de la germinació de *Beta maritima* ssp. *marcosii* i *Beta vulgaris* ssp. *maritima*. La posició taxonòmica dels dos tàxons objecte d'estudi varia segons els autors, i en aquest treball la nomenclatura que s'ha utilitzat és la que es proposà per part d'A. Juan i M.B. Crespo (Juan & Crespo, 1999). Un dels caràcters diferenciadors que assenyalen aquests autors és la mida dels glomèruls fructificats. De fet, en aquest treball s'ha fet la mitjana del pes dels glomèruls fructificats i els resultats corroboren les diferències, *B. maritima* ssp. *marcosii*, té una mida més gran que l'altra tàxon.

Les dues espècies són plantes de litoral, la qual cosa indica que la seva ecologia està relacionada amb el mar. Una part important de l'ecologia de la germinació és la dispersió de les llavors (Traveset, 2014) que, en aquest cas, pot ser a través del medi marí. Per això, en aquest treball s'ha analitzat la capacitat germinativa després de diferents períodes de submersió en aigua marina. En conjunt, els resultats indiquen que ambdós tàxons tenen capacitat de dispersió a través del mar. Donat que mostren percentatges superiors al 45% després de dues setmanes de submersió per *B. maritima* ssp. *marcosii*. *B. vulgaris* ssp. *maritima* més del 75% amb el mateix temps de submersió. Això no obstant, s'han de tenir en compte una sèrie de consideracions. La primera és la dependència del nitrat, sobretot en el cas de *B. maritima* ssp. *marcosii*. L'altre tàxon no en té tanta dependència, donat que s'observa que per a la germinació acumulada la dependència del nitrat es desenvolupa al pretractament 2 Setmanes. Per tant, tot i poder-se dispersar pel medi marí, en el cas de *B. maritima* ssp. *marcosii* es manté la dependència del nitrat independentment del temps de submersió. Ambdós tàxons manifesten un increment en la germinació després d'un rentat (pluja), i amb la presència prèvia de nitrat. La capacitat de dispersió per la mar a *B. vulgaris* subsp. *maritima* és ben coneguda, ja que s'ha demostrat que aquest tàxon conserva la capacitat germinativa fins a les vint-i-cinc setmanes de submersió (Driessen, 2001; Tjebbes, 1933; Letschert, 1994). El percentatge de germinació obtingut per aquest taxon ($75,7 \pm 0,3\%$) es troba dins el rang de germinació de Driessen (2001) dependent de les setmanes de submersió que tenien els glomèruls.

Els percentatges de germinació dels dos tàxons disminueixen a mesura que augmenta la concentració de la sal, fet que s'ha observat a altres espècies litorals (Katembe et al., 1998). Comparant les dades del pretractament 0 Hores, el control (0M) de les respectives espècies amb els resultats obtinguts per Galmés et al. (2006), s'observa que per ambdós tàxons s'han obtingut percentatges de germinació més elevats en el rang de temperatures a la qual es troba la nostra de germinació, 22°C. En el cas de *B. vulgaris* ssp. *maritima* s'aconsegueix un percentatge, similar. Pel que fa al paràmetre (T_{50}) s'obté millor registre amb pràcticament una setmana menys (6,9 dies) respecte a Galmés et al. (2006).

D'acord amb l'estudi de Letschert (1993), la capacitat germinativa de *B. vulgaris* ssp. *maritima* en les diferents condicions pot variar en funció de la procedència de les llavors. En el cas de *B. maritima* ssp. *marcosii*, en l'estudi de Galmés (2006) s'obtingué millor percentatge com menor és la temperatura; en aquest estudi s'han obtingut resultats similars amb una temperatura superior, fet que pot facilitar la supervivència del tàxon, en un escenari de canvi climàtic, com el que es dona en els nostres dies. Pel que fa al paràmetre T_{50} , a la concentració 0M en aquest estudi és 4,5 dies major respecte dels resultats obtinguts per Galmés et al. (2006).

Aquestes dues espècies formen part de les associacions (*Beto marcosii-Medicaginetum citrinae* → *B. maritima* ssp. *marcosii*) i (*Medicagini citrinae-Lavateretum arborae*), dintre aquestes associacions tenim altres espècies com *Lycium intricatum* amb les quals poden esdevenir competències per l'espai, aquesta, en aquest cas té un percentatge

de germinació pròxim al 50% (López-Darias et al., 2008; Nogales et al., 1998). La germinació, en els dos tàxons, esdevé fins a 0,2M de concentració salina; per això es troba a una segona banda del litoral darrera les associacions on hi ha *Limonium* spp., zones on no hi ha influència directe del mar (Juan, 2002). Les dues espècies es troben juntament amb *Medicago citrina* que, a partir de 0,15 M, baixa considerablement la seva capacitat germinativa (Cardona, 2017). Altres membres de la família *Chenopodiaceae* *Atriplex prostrata* Bouchér ex DC. i *Atriplex patula* (L.), halòfiles, els percentatges de germinació de les quals són més elevats que les espècies del gènere *Beta* (Katembe et al., 1998). Per tant, seria erroni utilitzar el terme halòfil quan es defineixen aquests dos tàxons estudiats, donat que no es comporten com a tal a l'hora de germinar.

Un paràmetre important per a l'estudi de l'ecologia de la germinació és la recuperació, és a dir, el percentatge de germinació de les llavors no germinades després d'un rentat amb aigua destil·lada (el que simula un episodi de pluja en el medi natural). A *B. maritima* subsp. *marcosii* destaca, respecte a l'altre tàxon, que els majors percentatges de recuperació són del tractament amb nitrat. Això no obstant, a l'igual que passa amb *Silene mollissima* (L.) Pers. (Murru et al., 2015), l'augment de la recuperació no és proporcional amb l'augment de concentració salina. Si es donàs aquest fet la màxima recuperació es donaria a la concentració 0,4M. Pel que fa a *B. vulgaris* ssp. *maritima* la tendència és la mateixa que a *B. maritima* subsp. *marcosii* i *S. mollissima*. En general, s'observa que el tractament amb nitrat ajuda a alleugerir l'estrès salí a ambdós tàxons. Aquest efecte es veu d'una manera accentuada a *B. maritima* ssp. *marcosii*, obtenint els percentatges més elevats en aquest tractament. Així doncs, la presència de nitrats redueix els efectes de la salinitat que són, en aquest cas, la toxicitat iònica i la mort de l'embrió, a la vegada afavorir l'aparició de l'efecte osmòtic. Per tant, es pot assegurar que aquest tàxon té una dependència al nitrat més alta que no pas *B. vulgaris* ssp. *maritima*. De la mateixa manera, a *Silene mollissima* tampoc es veu clar que el nitrat tingui un efecte en l'ajuda de la recuperació (Murru et al., 2015).

Dintre la família *Chenopodiaceae* s'inclouen també *Salicornia ramosissima* J.Woods i *Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J. Scott. dues espècies halòfitas, les quals tenen una tendència diferent als dos tàxons objecte d'estudi. Tant *S. ramosissima* com *S. fruticosa* obtenen valors de recuperació més alts a majors concentracions de sal, fins a 0,6M (Pujol et al., 2000). Per tant, la diferència ecològica entre espècies de la mateixa família és gran, ja que aquestes espècies halòfitas viuen a llocs amb contacte directe (en part submergides) amb aigua del mar o bé aigua salobre. En canvi, les del gènere *Beta*, que estan en segona banda de litoral, tenen menys capacitat per suportar l'estrès salí. En aquest punt el nitrat pot ajudar a suportar l'estrès i, com a conseqüència, tenir èxit ecològic.

Les diferències en el percentatge total de germinació –després de la recuperació– són més destacades a partir de la setmana de submersió dintre aigua del mar en el cas de *B. maritima* subsp. *marcosii*. En canvi, a *B. vulgaris* ssp. *maritima* s'observa que el nitrat no té un efecte clar en l'obtenció de millors resultats, amb només 3 tractaments significativament diferents. Per tant, com a la resta de paràmetres calculats es pot apreciar que *B. maritima* ssp. *marcosii* té una dependència al nitrat més acusada, que difereix de *B. vulgaris* ssp. *maritima* i també de *Silene mollissima* (Murru et al., 2015). El gènere *Chenopodium*, en concret *Chenopodium glaucum* L., és una halòfita, la qual al contrari que els dos tàxons del gènere *Beta* és capaç d'obtenir grans resultats en la recuperació, inclús en condicions hipersalines (Deyu et al., 2004).

L'estrès salí té un efecte sobre la capacitat germinativa i es diferencia entre l'afectació de la germinació i l'afectació de la germinació total, essent la segona posterior a

la recuperació. L'afectació de la germinació és molt elevada en els dos tàxons, amb la conseqüència de l'inhibició de la germinació quan s'arriba a un potencial inferior a $-0,95$ MPa. A partir d'aquí s'ha de tenir en compte dues coses: la primera, la importància que té el nitrat en la capacitat d'esmoreir aquesta inhibició total; la segona, la importància d'un rentat dels glomèruls després de la dispersió a través de la mar, resulta primordial per assolir elevats percentatges de germinació. L'efecte que té el nitrat enfront a l'estrès salí s'aprecia positivament ambdós tàxons, però d'una manera més marcada en el cas de *B. maritima* ssp. *marcosii*. Aquest efecte positiu del nitrat, es veu fins a $0,2M$, ja que a concentracions elevades l'efecte salí es manifesta més fortament que l'efecte positiu que suposa la presència del nitrat. Per tant, el nitrat, fins a una certa concentració salina, ajuda a frenar la inhibició total i permet una certa germinació en potencials elevats. Així, mentre es manifesti aquest tipus d'efecte es garanteix la possibilitat de germinació. En el cas de *Medicago citrina*, espècie que es troba en el terreny juntament amb els tàxons del present estudi, el comportament de l'afectació exercida per l'estrès salí és semblant (Cardona, 2017). Per contra, *Chenopodium glaucum*, una halòfita consagrada, es capaç de tenir una tolerància a l'estrès salí més elevada (Deyu et.al., 2004).

El rentat, una pluja sobre el terreny, determina la recuperació i la germinació total. Per tant, és interessant veure l'afectació sobre aquesta germinació total. Els resultats indiquen que aquesta afectació baixa considerablement després del rentat, la qual cosa vol dir que, el rentat permet abaixar la salinitat i que aparegui l'efecte osmòtic. Aleshores els dos efectes es manifesten: per una banda, l'efecte osmòtic que és el que permet una certa recuperació, però també és present la toxicitat iònica en concentracions elevades que provoca la mort dels embrions. Els resultats d'aquest paràmetre mostren, a més, un altre fet clar, els tractaments que prèviament tenien tractament amb nitrat, tenen una afectació menor. Això vol dir que es ratifica que el nitrat té un efecte alleugeridor en front l'estrès salí perquè a més de baixar l'afectació permet una certa germinació en concentracions salines més elevades. Aquest paràmetre no és una excepció, i l'efecte del nitrat es veu més acusadament a *B. maritima* ssp. *marcosii*. L'exemple més clar de l'efecte que té el nitrat és en el pretractament 2 Setmanes, on majoritàriament aconseguix que domini l'efecte osmòtic fins al potencial $-1,4$ MPa. Per tant, un cop més es demostra la dependència del nitrat de *B. maritima* ssp. *marcosii* per fer front a l'estrès salí que li presenta el medi on viu. Un paràmetre més per determinar la major dependència del nitrat que té aquest tàxon. A l'altre tàxon no es veu d'una forma tant clara que el nitrat sigui tant clau. Aquests resultats es poden comparar una altre cop amb *Medicago citrina* ja que aquesta espècie és veu més afectada per la toxicitat iònica (Cardona, 2017), en canvi als dos tàxons d'aquest estudi hi ha una baixada de l'afectació total o una recuperació. Degut a aquesta capacitat, els dos tàxons d'aquest estudi tindran major capacitat d'adaptació en el medi salí.

Els resultats obtinguts en aquest estudi concorden amb les condicions que presenta l'hàbitat on es troben. Podem afirmar que són tàxons que habiten zones dunars on només reben la influència de l'esprai marí. A més, són dos tàxons que no tenen èxit quan tenen una càrrega edàfica salina important. És per això que els classificam com a tipus 1 segons (Woodell, 1985), són plantes que la germinació és inversament proporcional a la salinitat. Però una vegada fet el rentat amb l'aigua destil·lada, la recuperació augmenta considerablement, sempre tenint en conta que els nivells de salinitat més elevats són els que menor germinació obtenen

5. CONCLUSIONS

*Les diferències en el pes dels glomèruls fructificats entre ambdós tàxons permeten diferenciar bé les dues categories taxonòmiques.

* Les dues espècies d'aquest treball, tenen la capacitat per dispersar-se a través del medi marí.

* El comportament ecològic en relació a la presència de nitrat en el substrat és diferent una de l'altra. Per *B. maritima* ssp. *marcosii*, el nitrat té una gran importància per l'èxit ecològic enfront l'estrès salí. En canvi per la *B. vulgaris* subsp. *maritima*, el nitrat, no resulta essencial.

*La distribució reduïda de *B. maritima* ssp. *marcosii*, podria estar relacionada amb la falta de nitrat, que per la seva capacitat de dispersió. En conseqüència, podria tenir una distribució a més punts dels que es troba catalogada actualment. Però per contra l'aportació de nitrats es per guano de les aus marines, la pressió humana desplaça a aquestes aus a translladar els llocs de nidificació a illots no habitats. Per tant, aquest fet podria explicar el perquè de la distribució reduïda a les Illes Balears.

Per tant, els estudis pròxims podrien d'anar enfocats en dues vies. En primer lloc, quant a la dispersió, es podria fer un estudi per veure quin és el màxim temps de submersió en aigua del mar sense perdre la capacitat germinativa; en definitiva, saber la capacitat màxima dispersiva pel medi marí. En segon lloc, també seria interessant avaluar la temperatura òptima de la germinació dels dos tàxons i fenòmens de dormició.

6. AGRAÏMENTS

La vida et sorprèn, a mi hem va sorprendre, haver de fer Biologia després de no poder entrar a Veterinària, però encara més et sorprèn quan acabes fent un treball de final de grau en el camp de la Botànica. Pot ésser la Botànica la duia a l'ADN i mai havia despertat aquest gen, ja que a la meua família són planteristes de professió. Pentura i té que veure, o simplement trobar professors com la doctora Joana Cursach Seguí. Gràcies Joana per haver-me tutelat dos treballs de final de grau, el primer va acabar amb tràgiques conseqüències que ara no destacaré. Vàrem reaccionar ràpid i emprenguerem el segon, i "Eureka!" aquí el tenim, l'important és arribar.

Ja he parlat de la família, part vital, sense la qual no hagués pogut escriure uns agraïments a un treball de final de grau. En especial destacar la molta feina que desinteressadament va fer la meua germana, Maria Magdalena. Gràcies també a munpare, Miquel Nicolau, per acondicionar la càmera de germinació per poder fer el treball a casa. Gràcies de tot cor.

Per acabar una persona molt especial, ets molt i seràs molt sempre. Na Margalida Matas, amiga, gràcies, per fer-me costat sempre que ho he hagut necessitat i per l'aportació amb el teu anglès.

Ara toca els biòlegs, aquells que no coneixia i que ara no vull perdre, Víctor Martínez, Laia Ruiz, Llorenç Ballester, i tota la resta que no puc mencionar per l'espai, però hi sou. Gràcies per aquests 4 anys d'estudi, però sobretot d'amistat, festa i alegria. L'experiència de les Biofestes, i després un viatge a Vietnam, qui m'ho hagués dit el primer dia de classe, que tot això passaria, gràcies amics.

"Anar fent un camí de pedra amb les pedres del camí". Oques Grasses.

7. BIBLIOGRAFIA

Azcón-Bieto, J. & Talón, M. (2008). Fundamentos de Fisiología Vegetal, segunda edición. Interamericana-McGraw-Hill, Madrid. 651 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.

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.

Bewley, J. (1997). Seed Germination and Dormancy. The Plant Cell, 9(7), 1055-1066.

Bioatles 2.0. Disponible en: <http://bioatles.caib.es/serproesfront/VisorServlet>. Accés: 21/01/2020.

Bolós, O. & Moliner, R. (1958). Recherches phytosociologiques dans l'île de Majorque. Collect.Bot., 5: 699-865.

Cardona, C.V. (2017). *Tolerància Germinativa a la Salinitat d'Espècies Litorals de les Illes Balears* (Tesis Doctoral. Universitat de les Illes Balears).

Castroviejo, S. (1990). Chenopodiaceae in Castroviejo, S. (coor), Flora Ibérica Vol. II: 478-482. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.

Copeland, L.O. & McDonald, M.B. (2001). Principles of seed science and technology, 4th edn. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.

Dale, M.F.B., Ford-Lloyd, B.V. (1985). The significance of multigerm seedballs in the genus *Beta*. Watsonia 15: 265-267.

Deyu, D., Xiaojing, L., Khan, M.A & Gul, B. (2004). Effects of salt and water stress on the germination of *Chenopodium glaucum* L., Seed. Pak. J. Bot., 36(4): 793-800.

Driessen, S., Pohl, M. & Bartsch, D. (2001). RAPD-PCR analysis of the genetic origin of sea beet (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*) at Germany's Baltic Sea coast. Basic and Applied Ecology., 2: 341-349.

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.

- Fenner, M. & Thompson, K. (2005). *The Ecology of Seeds*, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Flores, J., González-Salvatierra, C. & Jurado, E. (2016). Effect of light on seed germination and seedlingshape of succulent species from Mexico. *J. Plant Ecol.* 9(2): 174-179.
- 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.
- González, D.S. & Gutiérrez, M.C. (2014). *Plantas de los Salares del Chaco Árido*. 1era ed., Argentina.
- 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.
- Herbari Virtual del Mediterrani Occidental. Disponible en: <http://herbarivirtual.uib.es>. Accés: 16/02/2020.
- Juan, A. & Crespo, M.B. (1999). Phytosociological behavior of *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter (Leguminosae), an Iberolevantine-Mediterranean. *Acta Malacitana*, 83:221-229.
- Juan, A. (2002). *Estudio de la morfología, variabilidad molecular y biología reproductiva de Medicago Citrina (Font Quer) Greuter (Leguminosae). Bases para su conservación* (Tesis Doctoral. Universitat d'Alacant).
- Katembe, J.W, Ungar, I.A. & Mitchell, J. (1998). Effect of salinity on Germination and Seedling Growth of two *Atriplex* species (Chenopodiaceae). *Annals of Botany*, 82: 167-175.
- Letschert, P.P.W. (1993). Beta section Beta: biogeographical patterns of variation and taxonomy. *Wageningen Agric. Univ. Papers* 5,104-115.
- Letschert, P.P.W., Lange, W., Frese, L. & van Der Berg, R.G. (1994). Taxonomy of *Beta* section *Beta*. *Journal Sugar Beet Res*, 31: 69-85.
- Llorens, L., Gil, L., & Tebar, F.J. (2007). La vegetació de l'Illa de Mallorca: Bases per a l'interpretació i gestió d'hàbitats. *Conselleria de Medi Ambient*. Palma. 261p.
- López-Darias, M. & Nogales, M. (2008). Effects of the invasive Barbary ground squirrel (*Atlantoxerus getulus*) on seed dispersal systems of insular xeric environments. *Journal of Arid Environments*, 72: 926-939.
- Munns, R. & Tester, M. (2008). Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2008. 59:651-81.
- Murru, V., Santo, A., Piazza, C., Hugot, L., Bacchetta, G. (2015). Seed germination, salt-stress tolerance, and the effect of nitrate on three Tyrrhenian coastal species of the *Silene mollissima* aggregate (Caryophyllaceae). *NRC Press Research*, 881-892.

- Nogales, M., Delgado, J.D. & Medina, F.M. (1998). Shirkes, lizards and *Lycium intricatum* (Solanaceae) fruits: a case of indirect seed dispersal on an oceanic island (Alegranza, Canary Islands). *Journal of Ecology*, 86: 866-871.
- Orozco-Segovia, A. (1989). Fisiología y ecología del fitocromo: su función en las semillas. *Bol. Soc. Bot. México* 49:71-84.
- Pérez, F. & Pita, J.M. (2001). Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. Hojas Divulgadoras. Núm. 2112-HD. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid, 16pp.
- Pita, J.M. & Pérez, F. (1998). Germinación de Semillas. Hojas Divulgadoras. Núm. 2090-HD. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid, 20pp.
- Pujol, J.A., Calvo, J.F. & Ramírez-Díaz, L. (2000). Recovery of germination from different osmotic conditions by four halophytes from southeastern Spain. *Annals of Botany*, 85(2), 279-286.
- Sáez, L., Rosselló, J.A. & Fraga, P. (2017). Llibre vermell de la flora vascular de les Illes Balears, 2nd ed. Palma: Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca.
- Tjebbes, K. (1933). The wild beets of the North Sea region. *Botaniska Notiser*, 14: 305-315.
- Thanos, C.A. & Doussi, M.A. (1995). Ecophysiology of seed germination in endemic Labiates of Crete. *Isr. Plant Sci.*, 43:227-237.
- Traveset, A., Heleno, R., Nogales, M. (2014). The ecology of seed dispersal. *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*, 3: 62-93.
- Woodell, S.R.J. (1985). Salinity and Seed Germination Patterns in Coastal Plants. Vol. 61, No. 1/3, pp.223-229.
- Xarxa Natura a les Illes Balears (2014). Listado de hàbitats. Cap. 2 Tipus de Hàbitats Costeros y Halofíticos. Apart. 1.4. Matolls halonitròfils (1430).
- 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 halophytic grass-*Phragmites karka*. *Pakistan Journal of Botany*, 45(3), 725-736.