



**Universitat de les  
Illes Balears**

Escola Politècnica Superior

**Memòria del Treball de Fi de Grau**

**Utilització de *Capsicum annum* com a repel·lent de micromamífers i la seva influència sobre la germinació d'espècies per a la reforestació.**

**Maite Bover Martorell**

Grau en Enginyeria Agroalimentària i del Medi Rural

Any acadèmic 2016-17

DNI de l'alumne: 43150800-V

**Tutor:** Dr. Lorenzo Gil Vives

**Supervisor:** Carles Cardona Ametller.

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
	X		X	

**Paraules clau del treball:** *Capsicum*, *pungència*, *repel·lent*, *reforestació*, *al·lelopatia*, *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus*.

## AGRAÏMENTS

Mai són suficients els agraïments, quan he implicat a tantes persones per poder arribar a la finalització d'aquest projecte. No només es tracta del treball fi de grau, també tots aquets anys d'anar i venir a la Universitat.

En primer lloc, agrair a totes les persones que van creure en mi, en què aquest projecte personal arribaria a la seva fi en qualche moment.

Vull donar les gràcies a la meva parella, Marc Quetglas, per la seva paciència i comprensió. També a tota la meva FAMÍLIA que, d'una manera o una altra, han contribuït a que això hagi estat possible.

Vull donar les gràcies a en Carles Cardona, per la seva mà de mestre, que tants malts de caps m'ha resolt, al meu tutor de treball Llorenç Gil per haver-me abocat tots els seus coneixements i per la seva empemta i a tots els meus companys de carrera, que han fet més alegre el camí. En especial al grup de "Pepet Pepet", que més que companys han passat a formar part de la meva vida, gràcies AMICS!

## INDEX

<b>INDEX</b> .....	3
1.RESUM .....	4
2.INTRODUCCIÓ .....	5
2.1. Els depredadors.....	7
2.2. Els pebres.....	12
2.3. La Capsaïcina com a repel·lent de micromamífers.....	13
3.OBJECTIUS .....	16
4.MATERIALS I MÈTODES.....	17
4.1. Obtenció dels fruits de <i>Capsicum annum</i> .....	17
4.2. Elaboració de la pols de <i>Capsicum annum</i> .....	19
4.3. Recobriment de llavors forestals amb pols de <i>Capsicum annum</i> .....	19
4.4. Proves de depredació.....	20
4.5. Proves de germinació.....	22
5.RESULTATS .....	24
5.1. Depredació.....	24
5.2. Germinació.....	33
6.CONCLUSIONS.....	39
7.BIBLIOGRAFIA .....	40

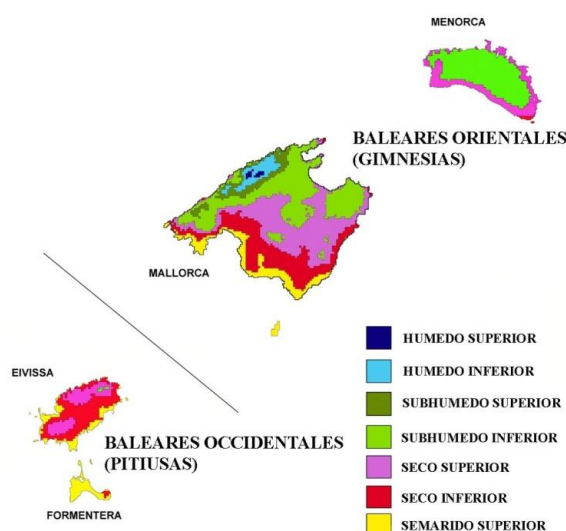
## 1. RESUM

La capsaïcina és una oleorresina que es produeix com a producte del metabolisme secundari en algunes varietats de *Capsicum*. A la bibliografia existent fins ara s'ha demostrat que la capsaïcina funciona com a repel·lent de micromamífers en la ingesta de llavors, principalment per l'efecte que produeix la pungència (coentor). També s'ha observat que té un efecte al·lelopàtic, d'intensitat variable, sobre la germinació de diverses espècies. En aquest treball hem volgut utilitzar varietats de pebre coent que es cultiven a Mallorca i, d'una manera casolana, recobrir llavors amb pebre en pols i determinar si podria utilitzar-se com a repel·lent. Així mateix, s'ha analitzat l'efecte que té aquest pebre sobre la germinació de les llavors. La idea seria poder dur a terme reforestacions amb llavor. Aquest fet tendria, per una banda avantatges de caire econòmic atès que la pols de pebre és més barata que la capsaïcina pura; i per altra banda de caire ecològic perquè és un tractament més respectuós amb la fauna, i les plantes que s'obtinguessin, tendrien un sistema radicular millor que les que se sembren de planter. El treball s'ha realitzat amb 3 varietats de pebre coent i dues espècies forestals, *Pinus halepensis* i *Pistacia lentiscus*.

**Paraules clau:** *Capsicum*, pungència, repel·lent, reforestació, al·lelopàtia, *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus*.

## 2. INTRODUCCIÓ

Les Illes Balears tenen una extensió de 4.492 km<sup>2</sup>. A Mallorca l'altura màxima, 1432 m, s'assoleix al Puig Major, al cor de la Serra de Tramuntana. Les coordenades geogràfiques se situen entre els 40° i 38° de latitud N i entre els 1° i 4° de longitud E. Són un territori amb un clima de tipus mediterrani, de pluges irregulars tant pel que fa a períodes com localització de les pluges com la intensitat. Les pluges de tardor marquen el màxim anual, a l'hivern continua de manera més moderada però a la primavera s'inicia un descens fins a arribar al mínim de juliol que és extremadament sec.



**IMATGE 1** MAPA OMBROCLIMÀTIC DE LES ILLES BALEARS (EXTRET DE LLORENS *ET AL.*, 2007).

La vegetació de les Illes Balears és mediterrània i es caracteritza per tenir mesobosc, dominats per boscos de gimnospermes i angiospermes escleròfil·les, moltes d'elles amb capacitat de rebrot.

Degut al seu clima, les Balears es veuen afectades per incendis forestals, ja que la vegetació a l'estiu està envoltada per una atmosfera molt càlida i a la vegada molt seca i la inflamabilitat és molt alta. A més, l'activitat humana n'ha incrementat la freqüència i l'extensió.

La recurrència dels incendis forestals a les Illes Balears, amb la pèrdua de massa forestal, també és associada a la pèrdua de diversitat biològica (banc de llavors, fauna dispersora, etc.) i de sòl (processos erosius a la tardor amb l'arribada de les pluges). Tot això fa que sigui menor la capacitat de resposta dels ecosistemes per a desenvolupar una nova coberta vegetal.

Per tots aquests motius, fa que sigui inevitable l'actuació externa artificial amb urgència, el que s'anomena intervenció post-incendi, revegetació o restauració.

La restauració consisteix en l'eliminació de la fusta cremada immediatament després de l'incendi per a evitar danyar el regenerat emergent i eliminar possibles focus d'infecció de plagues. En zones de fort pendent, per a evitar erosió, les fustes es disposen de forma paral·lela a corbes de nivell, formant cordons de contenció del terreny. Les restes són eliminades per estellat, tallat o bé per crema. Ocasionalment s'han tret els troncs de mida gran mitjançant helicòpter en zones sense possibilitat d'accés i de fort pendent.

El procés de recuperació de la coberta vegetal dependrà de l'evolució de la regeneració natural existent, definint tractaments d'ajuda a la regeneració natural o, si això no és possible, ajudades de reforestació mitjançant plantació. En cas que sigui necessària, la preparació del terreny sol realitzar-se per orificis manuals o mecanitzats o bé amb subsolat lineal. La planta utilitzada procedeix en la seva totalitat del viver forestal del CEFOR a la finca de Menut, assegurant la procedència de tot el material forestal de reproducció que s'introdueix. Cada planta queda protegida de l'atac d'animals mitjançant un protector individual.

La major part de les reforestacions a la nostra comunitat autònoma han estat històricament dutes a terme amb implantació de plàntules d'espècies forestals produïdes a viver. Les dures condicions climàtiques que experimenten aquestes plàntules, sobretot la sequera a l'estiu, fan que la tècnica de plantació a camp a vegades no arribi als objectius esperats.

La possibilitat de reforestar els monts de les Balears amb llavors després de grans incendis, s'ha plantejat en diverses ocasions i, de fet, se n'han fet proves a petita i gran escala. La major problemàtica en què s'han trobat és la depredació de les llavors, motiu principal pel qual s'han abandonat tots els esforços i investigacions perquè la sembra directa sigui una alternativa a la plantació. D'aquesta manera es deixen de valorar avantatges de la sembra directa com: poder accedir a llocs on, per dur a terme la plantació, serien inaccessibles; sembra de llocs amb sols pobres; no requereix de grans infraestructures ni desplegament humà; obtenció de plantes amb sistema radicular natural.

L'impacte de depredació de llavors post incendi pot ser elevat, arribant a pèrdues del 99% de la llavor per part de rosegadors. Aquests impactes es van reduint a mesura que passen els anys, posteriors a l'incendi, però en conjunt, retarden la regeneració de la vegetació (Auld & Denham, 2001).

Gran part dels assatjos demostren que la sembra directa és una alternativa versàtil i de baix cost en llocs on la reforestació és complicada, però els estudis van demostrar que l'èxit depèn, almenys en part, de la reducció de la depredació de llavors per aus i rosegadors (Derr & Mann, 1971).

En un estudi, es va demostrar que una formulació d'Endrin i Tiram repeleix de manera efectiva les espècies més abundants d'aus i mamífers que s'alimenten de llavors (Campbell, 1981). L'Endrin és un insecticida tòxic registrat com un repel·lent de

rosegadors que ja no es comercialitza. Tiram (disulfur de tetrametiluram) és un fungicida actualment comercialitzat com Gustafson 42-SR2, és relativament segur i està registrat com un repel·lent d'aus (Clark, 1998).

Estudis realitzats amb la finalitat de trobar un substitut de l'Endrin, no van complir amb els criteris d'un repel·lent eficaç per protegir les llavors de la depredació: Innocu per les llavors i que impedeixi que aquestes siguin consumides. (Campbell, 1981; Nolte & Barnett, 2000).

En un estudi es va identificar oleorresina de *Capsicum* com un producte potencial que no impedia la germinació però sí funcionava com a repel·lent de petits mamífers (Barnett, 1998).

## 2.1 ELS DEPRADORS

La fauna de rosegadors depredadors de llavors, micromamífers, que podem trobar a les nostres illes inclou les espècies: *Apodemus sylvaticus*, *Mus musculus*, *Mus spretus*, *Rattus norvegicus*, *Rattus rattus*, *Eliomys quercinus*.

*Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758), Orden Rodentia, Suborden Myomorpha, Familia Muridae, Subfamilia Murinae.



IMATGE 2. *APODEMUS SYLVATICUS*.

El ratolí de camp (*Apodemus sylvaticus*) és un micromamífer d'uns 8 a 10 cm de longitud. La coloració de l'animal és groc-rogenca a la part superior, mentre que el ventre és blanquinós i està clarament delimitat pel color. El mascle sol ser més gran que la femella, encara que no es pot considerar que hi hagi dimorfisme sexual. Els ulls són grans i foscos, el cap és gran i allargat i les orelles també són més grans, el que possibilita la seva diferenciació de ratolins del gènere *Mus*. La seva àrea de distribució es troba entre Europa i la conca mediterrània.

Gairebé nocturn, viu en cavitats diverses o bé en caus, excavant càmeres i galeries. La seva longevitat molt rarament excedeix dels 2 anys i, durant l'hivern, no experimenten letargia, sinó que es van alimentant de les reserves emmagatzemades anteriorment. La seva alimentació consisteix principalment en llavors de certa grandària, fruits i baies, encara que també poden consumir petits invertebrats i brots tendres de plantes.

*Mus musculus* (Linnaeus, 1758), Orden *Rodentia*, Suborden *Myomorpha*, Família *Muridae*, Subfamília *Murinae*.



**IMATGE 3.** *MUS MUSCULUS*.

El ratolí casolà, ratolí domèstic o ratolí comú (*Mus musculus*), és l'espècie més freqüent de ratolí. De mida petita, amb la longitud cap/cos de menys de 10 cm. i cua de 10 a 11 cm. de longitud. De pelatge curt i de tons grisos que s'aclareixen al ventre. El pèl és escàs a la cua i a les orelles. Les orelles són grans, amples i de forma oval. Posseeix uns llargs bigotis (vibrisses) que són sensibles al tacte i li proporcionen informació sobre el medi. Com que la seva vista és molt feble, el ratolí només identifica els objectes des de molt a prop. El seu olfacte, en canvi, està molt desenvolupat. Existeixen formes domèstiques i silvestres de ratolí. Són actius a qualsevol hora, però les formes silvestres semblen ser més actives durant la nit.

Habita sempre prop de l'home, amb el qual manté una relació de comensalisme. La seva àrea de distribució és molt limitada i pot incloure tan sols 15 m<sup>2</sup>. Les formes domèstiques s'alimenten de manera oportunista. Els nius es construeixen sovint en les proximitats de les fonts d'aliment.

Es reproduïxen en qualsevol moment de l'any, sempre i quan hi hagi prou aliments, i poden tenir cinc o més ventrades a l'any. Tenen un període de gestació de 21 dies, donant a llum en general a 5-6 cries (en laboratori fins a 20 cries.) De mitjana, viuen al voltant de 3 mesos.



*Mus spretus* (Lataste, 1883), Orden *Rodentia*, Suborden *Myomorpha*, Família *Muridae*, Subfamília *Murinae*.



IMATGE 4. *MUS SPRETUS*.

És un múrid de mida petita, amb musell arrodonit, ulls i orelles petites. Presenta una coloració dorsal gris castany, amb una franja més fosca des del cap al començament de la cua, ventre blanc grisenc, nítidament separat del dors.

És una espècie silvestre que ocupa ambients típicament mediterranis subhumits i semiàrids. Els seus escassos requeriments hídrics li permeten ocupar ambients més àrids i inaccessibles a altres rosegadors. Ocupa espais oberts, àrees de matoll, zones rocoses amb vegetació herbàcia i cultius de secà. Mai és comensal. La seva distribució abarca la zona occidental de l'Europa mediterrània i del nord d'Àfrica: La Península Ibèrica, sud-oest de França i el Magreb, al Marroc, Algèria i Tunísia i aïlladament a Líbia. La seva preferència pel clima mediterrani fa que estigui absent del nord d'Espanya i de gran part dels Pirineus, ocupa les Illes Balears.

*Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769), Orden *Rodentia*, Suborden *Myomorpha*, Família *Muridae*, Subfamília *Murinae*.



IMATGE 5. *RATTUS NORVEGICUS*.

La rata marró, rata de claveguera o rata gris, és una espècie originària del sud-est de Sibèria, nord-est de la Xina i algunes zones del Japó. S'adapta a qualsevol hàbitat excepte al desert i les glaceres. És una de les rates més conegudes i comuns; està lligada a les activitats humanes i gràcies a això ha colonitzat tot el món des dels seus orígens, sent una veritable plaga.

Mesura de 21 a 27 cm de longitud, la cua té de 17 a 22 cm i pesa de 280 a 520 g. El cos és tosc i la cua coberta d'escates en anell; el pelatge és gris fosc en el llom.

Té hàbits nocturns i és molt hàbil a l'aigua, tot i que, a diferència de la rata negra no és bona trepadora. Excava xarxes de túnels i coves. És omnívora, encara que prefereix cereals, ous, carn i animals petits. La seva oïda i olfacte són excel·lents. Les femelles, després d'una gestació de 21 a 23 dies, pareixen de 6 a 14 cries. Tenen de 2 a 8 camades per any. Viuen fins a tres anys. És una espècie gregària, sent cada individu part d'un grup jeràrquic i disciplinat.

*Rattus rattus* (Linnaeus, 1758), Orden *Rodentia*, Suborden *Myomorpha*, Família *Muridae*, Subfamília *Murinae*.



IMATGE 6. *RATTUS RATTUS*.

La rata negra (*Rattus rattus*), també coneguda com a rata de vaixell, rata de la teulada, o rata comuna, és originària d'Àsia tropical, però va colonitzar Europa al segle VIII, i des d'allà, es va dispersar per la resta del món, adaptant-se a gairebé tots els hàbitats, encara que predomina en els ambients càlids.

El seu cos mesura de 16 a 22 cm de longitud, i la cua, sense pèls i coberta d'escates en anell, de 17 a 24 cm. El seu pes és d'entre 150 i 250 g. El musell té forma de punta. El pelatge és negre o gris. Viuen de 2 a 3 anys

Es troba en els assentaments humans i prefereix viure sota sostre. A diferència de la rata gris (*Rattus norvegicus*) és especialista en enfilar-se. Les femelles tenen 5 o 6 ventrades a l'any; el temps de gestació és de 21 a 30 dies i pareix cada vegada de 5 a 18 cries, que en néixer són cegues i sense pèl.

Ocasiona problemes econòmics i sanitaris. A més de consumir o danyar els aliments, la rata ha estat associada a moltes malalties com la pesta bubònica, transmesa per la puça que la parasita.

*Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766), Orden *Rodentia*, Suborden *Sciuromorpha*, Família *Gliridae*, Subfamília *Leithiinae*.



IMATGE 7. *ELIOMYS QUERCINUS*.

Rata cellarda, lirón común o careto (*Eliomys quercinus*). És una espècie que es troba present a tota Europa, exceptuant les illes britàniques i la península escandinava. Es pot trobar en els Urals i el Nord d'Àfrica.

De longitud entre 10 i 17 cm (sense cua). De complexió rabassuda i amb un pelatge contrastat que presenta una coloració marró-vermellosa en el llom i blanca a la part inferior. En el cap destaquen dues orelles prominents i dues característiques taques negres que s'estenen des dels seus grans ulls cap enrere. Mans amb cinc llargs dits, que li permeten pujar fàcilment als arbres.

Posseeix una llarga cua, la longitud de la qual oscil·la entre 9 i 13,5 cm, acabada en un plomall de pèls més llargs, del que es pot desprendre si és agafat per un depredador i regenerar-se després (encara que no hi ha possibilitat de renovació de l'os, com a les sargantanes).

No presenta dimorfisme sexual, a excepció de les mames (quatre parells) que són visibles en les femelles durant l'etapa de lactància.

Les diferents subespècies presenten diferents pesos, que oscil·len de 50 grams en la menor d'elles a 150 g. en la major. La rata cellarda sol viure uns tres anys, encara que excepcionalment pot arribar als set.

Es reproduïx dos cops a l'any, una en acabar el període d'hibernació, principis d'estiu i el segon període de zel té lloc a finals de l'estiu. La gestació dura aproximadament de 21 a 23 dies, sent la primera ventrada usualment de 4 o 5 cries i la segona, amb major nombre de 4 a 7 cries.

La rata cellarda viu generalment en zones boscoses. És una espècie nocturna o verpestina. És un mamífer eminentment adaptat a la ingesta de vegetals i inclou en la seva dieta petits invertebrats com cargols, centpeus, formigues, llagosts i aràcnids.

Al final de l'estiu, prèviament a la hibernació, la seva dieta passa a compondre's gairebé exclusivament de fruita seca, que li permeten acumular greixos per passar tot l'hivern en estat de letàrgia.

## 2.2 ELS PEBRES

Els pebres són els fruits de les plantes pertanyents a les espècies i varietats del gènere *Capsicum*, de la família *Solanaceae* (igual que la tomàtiga, la patata, el tabac o l'albergínia). Posseeix una gran variabilitat genètica que porta al fet que hi hagi diverses postures pel que fa a la seva denominació botànica.

El gènere *Capsicum* inclou 23 espècies reconegudes, de les quals només 5 són conreades: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. pubescens* i *C. chinense* (Govindarajan, 1986). La majoria dels autors accepten que és el *Capsicum annuum* l'espècie que engloba gairebé totes les varietats cultivades (Jurenitsch *et al.*, 1979).

El fruit de *Capsicum*, el pebre, ha estat i és usat àmpliament per tot el món, bé com aliment bé com a espècie, pel seu sabor, aroma i color.

Originari d'Amèrica del Sud, Colón el va introduir a Espanya l'any 1543 després del seu primer viatge. Tot d'una es va incorporar a la cuina europea i actualment forma part de les hortalisses cultivades en quasi tots els llocs del món.

Dins d'aquesta espècie s'hi poden diferenciar dos grans grups: les varietats de pebre no coents i les coents.

TAULA 1. LES ESPÈCIES COMUNES I CULTIVADES DE PEBRE COENT.

ESPÈCIES	CULTIVARS
<i>Capsicum annuum</i> .	"cayena", "chile de árbol", "chiltepín", "húngaro de cera", "jalapeño" i "morrón".
<i>Capsicum frutescens</i> . <sup>1</sup>	"malagueta", "ojo de pájaro" i "tabasco".
<i>Capsicum baccatum</i> .	"ají escabeche".
<i>Capsicum chinense</i> .(els més coents)	"bonete escocés", "el dátil", "habanero" i "naga jolokia".
<i>Capsicum pubescens</i> .	"locotos" o "rocotos" sud americans, i "manzano" de Mèxic

<sup>1</sup> L'espècie actualment es considera un sinònim, un cultivar, de *Capsicum annuum*.

A les Illes Balears s'hi poden trobar algunes varietats locals de pebre coent. Són el pebre coent de cirereta, de fulla d'olivera i de banya de cabra. Encara que cap d'elles es troben al registre de varietats de l'Oficina Espanyola de Varietats Vegetals. També es monopolitza el nom de cirereta per a qualsevol tipus de pebre coent, cosa que dificulta la identificació de la varietat/cultivar.

A la gastronomia de les Illes Balears el pebre coent és molt present com a condiment i colorant. Sobretot es consumeix en pols, per a l'elaboració de sobrassada coent, i de plats del receptari de les nostres cuines, però també és utilitzat en verd per a consum en cruu o bé per donar coentor, com per exemple en l'elaboració de les olives trancades.

El cultiu de varietats locals i foranes està estès entre els productors de pebre i els productors particulars.

## 2.3 La Capsaicina com a repel·lent de micromamífers

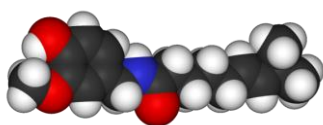
La característica més distintiva dels pebres coents, la seva pungència, prové dels compostos químics capsaicinoides.

Els capsaicinoides són un grup d'amides àcides formats a partir de la vanillilamina i àcids grassos de 8 a 13 àtoms de carboni, entre els quals en destaquen dos, la capsaïcina i la dihidrocapsaicina. Aquets dos capsaicinoides, representen el 90% dels presents en les varietats de pebre coent (Bennet & Kirby, 1968).

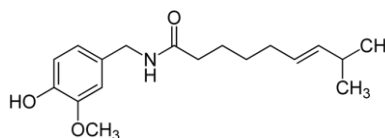
La capsaïcina, generalment, es el capsaicinoide majoritari present en varietats de pebre coent, encara que podem trobar varietats de pebre coent en què el capsaicinoide més abundant sigui la dihidrocapsaicina (Zewdie & Bosland, 2001).

La capsaïcina té la fórmula:  $C_{18}H_{27}O_3N$ , amb un pes molecular de 305.199 g / g-mol. Forma cristalls en forma d'agulla, és inodora, amb un punt de fusió de 64.5°C i un punt d'ebullició de 210 -220°C. A una pressió absoluta de 0.01 mmHg, es sublima a 115°C i presenta la seva màxima absorció en UV a 227- 228nm. És soluble en èter etílic, alcohol etílic, acetona, alcohol metílic, àcid acètic, tetraclorur de carboni, benzè i àlcalis calents. És insoluble en aigua freda (García & Ortega, 1996).

La capsaïcina (8-metil-N-vanillil-6-nonenamida) és una oleoresina i es produeix com un producte derivat del metabolisme secundari en diverses espècies del gènere *Capsicum*. Dóna el sabor característic als fruits. Només existeix en el gènere, però no en totes les espècies/cultivars. Aquesta és una defensa de la planta per protegir-se de ser consumida per mamífers (Stewart *et al.*, 2007).



IMATGE 8. ESTRUCTURA MOLECULAR DE LA CAPSAICINA.



IMATGE 9. FORMULA ESTRUCTURAL DE LA CAPSAICINA.

Aquesta es concentra principalment en les glàndules de les parets interiors interoculars del teixit placentari que divideixen el fruit i és on es troben les llavors i es produeix tan sols en les cèl·lules epidèrmiques d'aquestes parets, en els fruits coents. La formació d'aquestes glàndules és el resultat de l'acumulació de capsaicinoides i la seva formació és controlada per un sol gen, el Pun1, absent en les espècies/varietats/cultivars no coents, però a les que existeix l'al·lel recessiu Pun12 (Stewart *et al.*, 2005; Vázquez *et al.*, 2007).

Les concentracions de capsaïcinoides en les varietats coents de pebre varien molt significativament unes de les altres. Les varietats poc picants de pebre tenen concentracions de capsaïcinoides que van des del 0,003% a 0,01% en pes sec del pebre. Les concentracions de capsaïcinoides de les varietats picants suaus van des del 0,01% a 0,3%, i les varietats fortament picants es caracteritzen per tenir un contingut superior al 0,3% en capsaïcinoides del pes sec total, que poden arribar a assolir l'1 %. (Perucka & Oleszek, 2000).

Estudis sobre capsaïcinoides han demostrat que el contingut en capsaïcinoides està genèticament controlat, però també es veu afectat per variables mediambientals com la temperatura, la llum, la humitat del sòl o els nivells de fertilització del cultiu (Estrada *et al.*, 1998, 1999, 2002).

Tradicionalment, la quantitat de capsaïcina es medeix en unitats Scoville (SHU). Aquesta escala va ser creada pel farmacèutic Wilson Scoville el 1912, es tracta d'una prova organolèptica que consisteix en una solució amb extracte de pebre coent, que és diluït en aigua ensucrada fins que el coent ja no pot ser detectat per un comitè de (normalment cinc) examinadors. El grau de dissolució de l'extracte dóna la seva mesura a l'escala. La gran debilitat d'aquest mètode recau en la seva imprecisió, perquè la prova depèn de la subjectivitat humana. El 1977, es va començar a utilitzar la cromatografia líquida d'alta resolució (HPLC), a partir del qual es podien calcular els nivells de capsaïcinoides dels pebres. amb mètodes analítics com l'espectrofotometria i cromatografia de gasos. A més, amb la cromatografia líquida d'alta resolució (HPLC) les anàlisis del tipus i quantitat d'aquests alcaloides són més precisos.

La capsaïcina es vincula a les àrees industrials de Farmàcia, Cosmètica i Agroindústria. Com oleorresina és demandada com a saboritzant i colorant en la indústria d'aliments, com a solució per a salses amb pungència definida, en la fabricació de cigarrets, en l'agricultura com repel·lent, en la ramaderia menor contra mamífers depredadors, com a substància activa de les pintures marines per rebutjar l'adherència de cargolins i com estimulants en la indústria farmacèutica.

El resultat del mecanisme d'acció de la capsaïcina són sensacions de cremor i dolor (pungència) derivades de les interaccions químiques d'aquesta substància amb les neurones primàries sensorials. La capsaïcina està relacionada a un receptor cel·lular denominat vanilloide subtipus 1 (VR1), i està catalogat com un receptor del dolor, que respon igualment a la calor i abrasió física. Estudis han demostrat que la capsaïcina estimula els receptors VR1 incrementant la permeabilitat de la membrana cel·lular per al flux de cations cap al centre de la cèl·lula (Caterina *et al.*, 1997). Aquest fenomen és conegut com despolarització neuronal, estimula l'enviament de senyals al cervell per mitjà del sistema nerviós central.

Les propietats antiinflamatòries de la capsaïcina i els seus anàlegs els fan un grup de compostos amb alt potencial en el desenvolupament de productes amb activitat terapèutica, amb propietats analgèsiques, antioxidants i anticancerígenes.

Estudis realitzats amb oleorresina de *Capsicum* mostren que l'encapsulament de llavors amb capsaïcina pura, té potencial com a repel·lent, reduint significativament les

pèrdues de llavor per depredació de rosegadors. Es va demostrar que en taxes baixes té poc efecte sobre la germinació de *Pinus palustris* (Barnett, 1998). Encara que també s'ha demostrat que la capsaïcina actua com un compost al·leloquímic, causant la inhibició del creixement de l'arrel i brots de *Medicago sativa*, *Lepidium sativum*, *Lactuca sativa*, *Digitaria sanguinalis*, *Phleum pratense* i *Lolium multiflorum*, i suprimeix les germinacions. Un increment de la dosi de capsaïcina augmenta la inhibició (Kato & Tanaka, 2003).

### 3. OBJECTIUS

1- Valorar la possibilitat d'usar varietats locals de pebres coents en pols per recobrir les llavors de plantes forestals que s'usaran per sembra directa al camp, a fi d'evitar-ne la depredació. Aquesta possibilitat d'ús abaratiria costos en els treballs forestals de reforestació: la sembra directa i el recobriment amb pols de pebre són més barats que la plantació i el recobriment amb capsaïcina pura. Ecològicament es recobreix la llavor amb un component orgànic no tòxic pels animals depredadors. Altres repelents usats fins ara són tòxics per la fauna local i poden alterar l'ecosistema.

2- Valorar els possibles efectes al·lelopàtics que aquest recobriment pugui tenir sobre la germinació de les llavors d'espècies forestals.



## 4. MATERIALS I MÈTODES

### 4.1 Obtenció dels fruits de *Capsicum annuum*.

L'estudi el vam proposar amb diverses varietats de pebre coent, hem utilitzat tres varietats diferents, de tres productors diferents.

TAULA 2 OBTENCIÓ DE VARIETATS EMPRADES EN L'ESTUDI .

"VARIETAT"	Adquisició	Lloc d'adquisició	UTM de les finques
<b>Cirereta</b>	Compra	Mercat ecològic, Plaça dels patins de Palma.	
<b>Son Baró</b>	Recol·lecció manual de la planta.	Finca Son Baró, Sant Joan.	31N X505232 Y4385195
<b>Morneta</b>	Recol·lecció manual de la planta.	Finca Morneta, Lloseta.	31N X486905 Y4394979

En el cas del pebre de la varietat Cirereta, el vam adquirir en fresc del productor d'agricultura ecològica de la finca Sa Casa Pagesa, els quals formen part de la associació de productors de Varietats Locals de les Illes Balears.



FOTO 1. PEBRE DE LA VARIETAT CIRERETA.

Les altres dues varietats utilitzades no les podem certificar, ja que els productors no ens ho pogueren assegurar. L'obtenció dels fruits de *Capsicum annuum*, en ambdós casos, ha estat recol·lectant a mà de la planta.

El pebre que en el treball anomenem "Son Baró" és un pebre recol·lectat a la finca amb el mateix nom, situada al terme municipal de Sant Joan. Aquest pebre està destinat a la venda en fresc als Eroski, es ven com a pebre "chile".



FOTO 2. PEBRE DE LA VARIETAT SON BARÓ.

El pebre que en el treball anomenem "Morneta" és un pebre que el productor l'utilitza com a pebre en pols per a la elaboració de sobrassada casolana. El nom correspon al de la finca on es produeix.

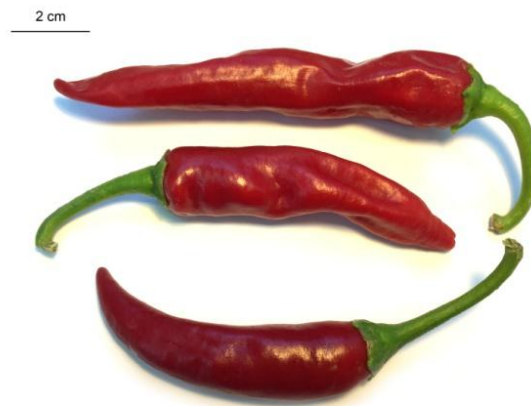


FOTO 3. PEBRE DE LA VARIETAT MORNETA.

## 4.2 Elaboració de la pols de *Capsicum annuum*.

Una vegada recol·lectats els fruits van ser despresos del peduncle, calze i restes de fulles i posats a eixugar en sequer, en condicions d'humitat i temperatura controlades, 5% HR i 20°C, durant 30 dies.

Ja en condicions idònies, els pebres van ser triturats fins a fer-se pols amb una màquina elèctrica de capolar aliments, amb cutxilles d'acer inoxidable.

## 4.3 Recobriment de llavors forestals amb pols de *Capsicum annuum*.

Les espècies utilitzades per realitzar les proves son *Pinus halepensis* i *Pistacia lentiscus*.

Les llavors de *Pinus halepensis* i *Pistacia lentiscus* les vam adquirir al Banc de Llavors del CEFOR, on guarden les llavors seguint una metodologia que garanteix la germinabilitat de les llavors. Cada un dels lots de llavors, una vegada nets, es deshidraten en una cambra sequer amb Silica-Gel fins a una humitat de 7-8%. Es guarden en pots de vidre hermètics i es conserven en una gelera a 4°C.

Les llavors de *Pinus halepensis* provenen de Magalluf i es recolectaren dia 5 de Maig de 2014. Les llavors de *Pistacia lentiscus* foren recolectades a Marratxí dia 20 d'Octubre de 2013.

Per a cada espècie es varen fer tres tractaments de recobriment, 0.5%,1% i 5% de quantitat de pebre (en grams) en relació a la quantitat en pes de les llavors, de cadascuna de les tres varietats de pebre coent: Cirereta, Morneta i Son Baró.

Per al recobriment de les llavors amb pebre vàrem usar una formigonera. S'humitejaren les llavors amb un polvoritzador de manera homogènia, es va anar tirant la quantitat de pebre calculada amb el percentatge de cada un dels tractaments dins la formigonera amb la finalitat de què el pebre coent quedés adherit a les llavors de la forma més homogènia possible.

## 4.4 Proves de depredació.

### 4.4.1 Proves de depredació de llavors. (avaluació de la depredació).

Inicialment vam considerar fer un mostreig de la depredació per seleccionar la zona on realitzar l'experiment, per tal de comprovar i verificar la depredació.

Es va col·locar una càmera trampa amb la finalitat d'observar i determinar els depredadors.

Es va elegir un lloc dins la finca de Menut, Escorca, ja que hi ha una zona de massa boscosa, representativa d'un bosc mediterrani i per què la finca es troba vallada i l'accés està restringit a les persones alienes al lloc de treball, cosa que ens garantia la no manipulació de l'experiment.

Es van posar dos lots de llavors, *Pinus halepensis* i *Pistacia lentiscus*.

Les proves de depredació es van col·locar simultàniament amb 600 llavors de cada espècie repartides en 4 plaques Petri de plàstic de 9 cm de diàmetre, cadascuna amb 150 llavors per placa i espècie. Les proves es van considerar acabades quan es va observar que la depredació havia estat total.

### 4.4.2 Proves de depredació de llavors recobertes amb pols de *Capsicum annum*.

Les proves de depredació de llavors recobertes es varen realitzar per separat en temps en quan a espècies. Però es va seguir la mateixa metodologia per ambdues.

Es van posar 100 llavors de cada tractament (0, 0.5, 1 i 5%), cada varietat (Cirereta, Morneta i Son Baró) i per a les dues espècies (*Pinus halepensis* i *Pistacia lentiscus*) dins plaques petri i aquestes dins una malla d'1 mm<sup>2</sup> i 20x20cm de dimensió, cosides als costats a mode que quedas com un recipient quadrat amb parets de 1.5cm aproximadament, per tal d'evitar vessaments i pèrdua de llavors.

Les plaques Petri es disposaven al lloc elegit prèviament amb les proves de depredació inicials i distribuïdes de manera aleatòria, deixant les plaques durant varis dies fins a fer-se el recompte de depredació.

El criteri de depredació va ser comptar les llavors que quedaven a cada placa, descomptant de les inicials per saber quantes havien estat depredades. El recompte es feia diàriament.

Una vegada comptabilitzades, les llavors no depredades es tornaven col·locar a camp de manera aleatòria. Les proves es van considerar acabades quan no es va observar depredació amb més d'una setmana. Per tant, per cada prova de depredació hem calculat les següents dades:

- **Percentatge de Depredació (d)**

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

On a = llavors depredades i b = total de llavors.

L'efecte de les diferents varietats de pebre coent, i les diferents concentracions d'aquests, sobre la depredació s'han analitzat a través d'anàlisis de la variància d'una via (ANOVA) després d'haver transformat el percentatges de depredació mitjançant arcsinus de l'arrel quadrada (Zar, 1999). 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 l'estudi estadístic de les dades i configuració de gràfiques, s'han utilitzat els programes: Excel 2010 i JMP11 (SAS Institute, Inc.).

Es va col·locar una càmera trampa amb la finalitat d'observar i determinar els depredadors.

## 4.5 Proves de germinació.

Les proves de germinació es varen realitzar amb les llavors recobertes de pebre coent de les tres varietats utilitzades en l'experiment (Cirereta, Morneta i Son Baró), més els controls de les espècies *Pinus halepensis* i *Pistacia lentiscus*.

Les proves de germinació es realitzaren en una càmera de germinació, Versatile Environmental Test Chamber, Model MLR-350, Sanyo. Durant la realització de les diferents proves de germinació es va mantenir la temperatura constant de 20°C i la càmera en obscuritat.

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. Durant cada prova de germinació, aquestes plaques es van tancar dins una bossa de plàstic hermètica per prevenir l'evaporació.

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

Així utilitzarem un total de 1200 llavors de *Pinus halepensis* i 1200 llavors de *Pistacia lentiscus*, per a les proves de germinació.

El criteri de germinació va ser l'observació d'una radícula d'una longitud mínima d'1 mm. Diàriament, o cada dos-tres dies, es va determinar el número de llavors germinades. 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 acabada cada una de les proves de germinació es varen disseccionar 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, hem comptabilitzat aquestes llavors com a llavors sanes, no germinades.

Per tant per cada prova de germinació hem calculat les següents dades:

- **Percentatge de Germinació (G)**

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

On a = llavors germinades, b = llavors podrides.

- **Velocitat de Germinació ( $T_{50}$ ).**

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

On  $N$  = Percentatge final de llavors germinades,  $N_1$  = Percentatge de llavors germinades per davall de  $N/2$ ,  $N_2$  = Percentatge de llavors germinades per damunt de  $N/2$ ,  $T_1$  = número de dies que corresponen a  $N_1$ ,  $T_2$  = Número de dies que correspon a  $N_2$  (Thanos & Doussi, 1995).

L'efecte del pebre coent 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 de germinació mitjançant arcsinus de l'arrel quadrada, i el retard germinatiu ( $T_{50}$ ) mitjançant logaritme (Zar, 1999). Per a la comparació a posteriori dels diferents nivells de tractament s'ha aplicat la prova HSD de Tukey. 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 l'estudi estadístic de les dades i configuració de gràfiques, s'han utilitzat els programes: Excel 2010 i JMP11 (SAS Institute, Inc.).

Per tal de poder relacionar i comparar entre les dues espècies (*Pinus i Pistacia*) com afecta a la germinació els tractaments, hem usat un índex d'afectació (Cardona, 2017), que s'obté a partir de la següent fórmula. Aquest índex representa el percentatge d'afectació de la germinació amb cobertura de pebre respecte dels resultats a la prova control. Índexs amb valor positiu impliquen efecte al·lelopàtic negatiu sobre la germinació de les llavors. Índexs amb valor negatiu impliquen efecte al·lelopàtic positiu sobre la germinació de les llavors.

- **ÍNDEX D'AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ ( $A_g$ ).**

$$A_g = 100 \left( \frac{G_0 - G_1}{G_0} \right)$$

On  $G_0$ = percentatge de germinació a la prova control,  $G_1$ = percentatge de germinació a les proves amb pebre.

## 5.RESULTATS

### 5.1 Depredació

#### 5.1.1 Proves prèvies

Les llavors que es posaren van ser depredades en la seva totalitat. Tant les llavors de *Pistacia lentiscus* com les llavors de *Pinus halepensis*.

El resultat d'aquesta prova ens va donar la certesa del lloc on col·locar l'experiment, ja que es va confirmar l'existència de depredadors.

Amb les imatges obtingudes amb la càmera trampa, vam extreure diverses dades. En primer lloc, la quantitat de fotografies realitzades ens van servir de reflexe del fluxe de depredació present; en segon lloc, determinar de quin tipus de depredadors es tractava (micromamífers), i en tercer lloc, poder identificar aquests depredadors (*Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*, *Apodemus sylvaticus*, *Mus musculus*, *Mus spretus*). En alguns casos es va poder identificar el gènere dels depredadors, però no l'espècie, la raó principal es la qualitat de les fotografies, ja que la càmera es dispara en moviment i fotografia els animals de nit amb llum infrarroja.



FOTO 4. *APODEMUS SYLVATICUS*.



FOTO 5. *RATTUS SP.*



FOTO 6. *RATTUS SP.*



FOTO 7. *MUS SP.*



FOTO 8. *RATTUS SP.*



FOTO 9. *RATTUS SP.*



### 5.1.2 Depredació amb pols de pebre.

A les fotografies de la depredació durant l'experiment, amb els diferents tractaments, vam poder observar que els depredadors d'habits nocturns eren micromamífers dels gèneres *Mus*, *Apodemus* i *Rattus*.

També es van fotografiar altres animals passejant entre l'experiment, en concret, un mart (*Martes martes*), el qual se'l va fotografiar amb el cap dins una placa petri, i pareix que menja llavors, però no es pot confirmar amb la imatge. Aquesta espècie, durant tot l'experiment, només es va capturar a una imatge. Altres animals, van fer activar la càmera, però no es va capturar cap imatge de què poguessin estar consumint llavors.

La càmera trampa es posava a darrera hora del dia i es llevava el matí quan es feia el recompte. Els horaris en què es realitzaren les fotografies comprenen entre les 15:00 hores i les 8:00 hores de l'endemà.

Les imatges (fotos 4-14) mostren l'experiment i depredadors micromamífers acostant-se a les llavors. Els cercles vermells mostren on estan situats aquets micromamífers, ja que la qualitat de la imatge no és molt bona.



**FOTO 10.** *RATTUS SP.* ACOSTANT-SE A LES LLAVORS.



**FOTO 11.** *MICROMAMÍFER* ACOSTANT-SE A LES LLAVORS.



**FOTO 12.** MICROMAMÍFER ACOSTANT-SE A LES LLAVORS.



**FOTO 13.** MICROMAMÍFER ACOSTANT-SE A LES LLAVORS.



**FOTO 14.** MICROMAMÍFER ACOSTANT-SE A LES LLAVORS.

Les fotos 15 i 16 mostren l'experiment i altres animals, no rosegadors, que va capturar la càmera.



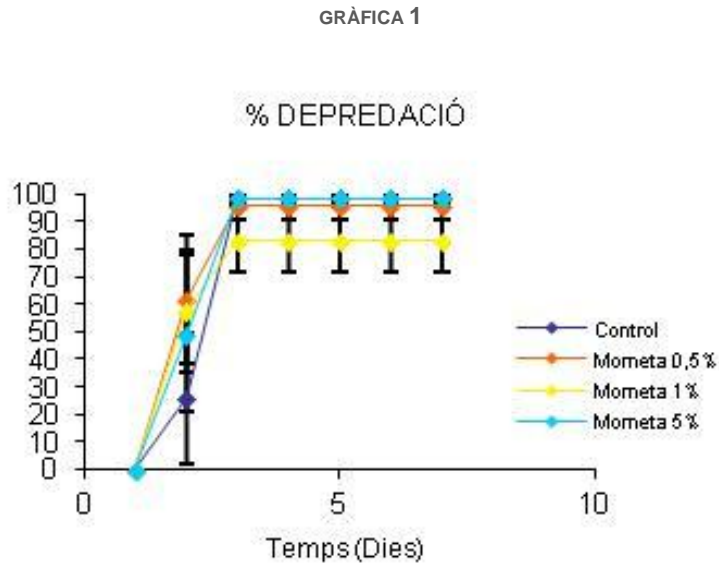
FOTO 15. *UPUPA EPOPS*.



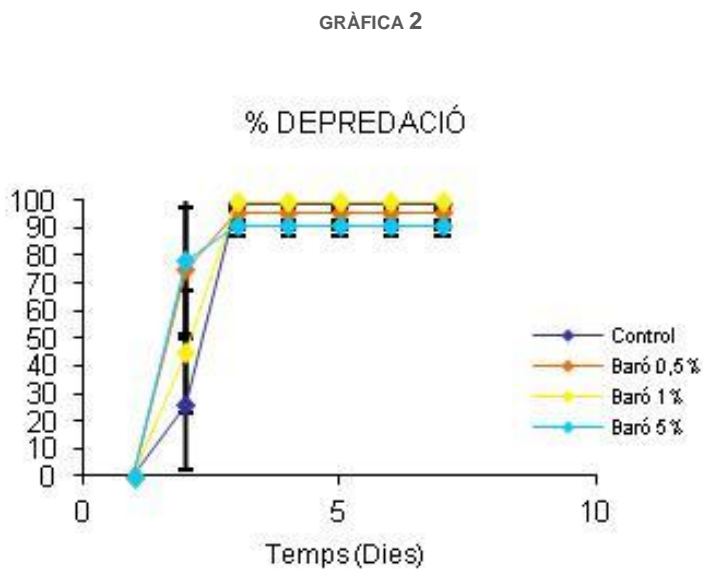
FOTO 16. *MARTES MARTES*.

### 5.1.2.1 *Pinus halepensis*

El percentatge de depredació amb pols de pebre de les llavors de *Pinus halepensis* es mostren a les Gràfiques 1, 2 i 3.

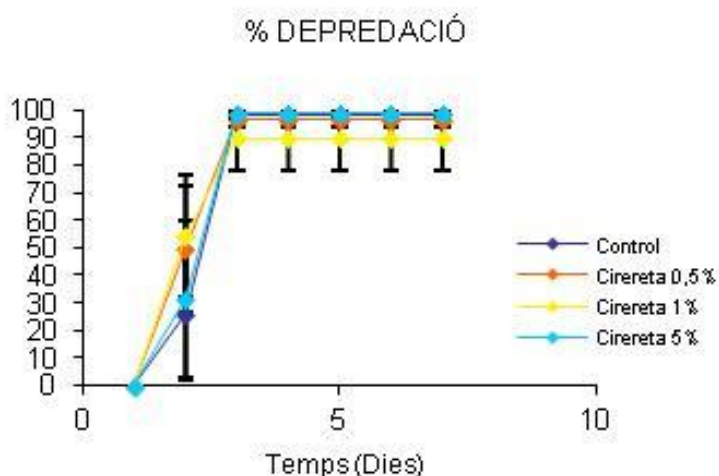


Grafica 1. Depredació acumulada de llavors de *Pinus halepensis* amb recobriment de pebre coent de la varietat Morneta i els diferents tractaments(%).



Grafica 2. Depredació acumulada de llavors de *Pinus halepensis* amb recobriment de pebre coent de la varietat Baró i els diferents tractaments(%).

GRÀFICA 3



Grafica 3. Depredació acumulada de llavors de *Pinus halepensis* amb recobriment de pebre coent de la varietat Cirereta i els diferents tractaments(%).

Es mostra en les tres gràfiques com al primer dia de recompte de l'experiment, en les tres varietats de pebre s'assoleixen taxes de depredació entre el 20 i el 80%, arribant al segon dia de recompte a una taxa en tots els tractaments entre el 80 i el 100% de depredació.

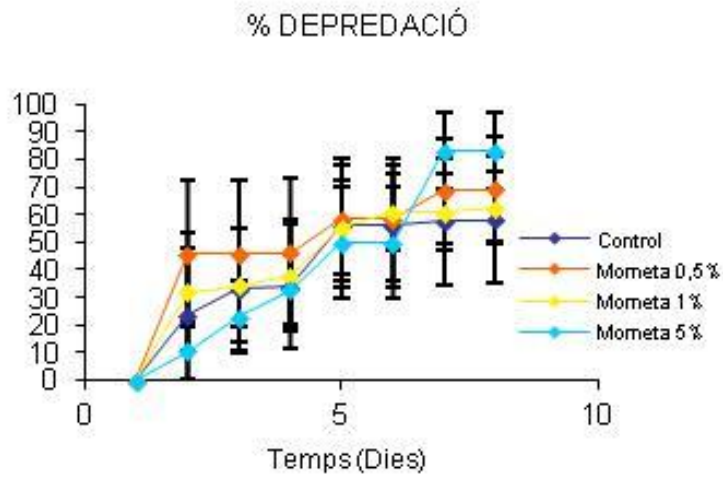
**TAULA 3** EFECTE DE LA DEPREDACIÓ DE LLAVORS DE *PINUS HALEPENSIS* SEGONS LES VARIETATS DE PEBRE COENT I LES CONCENTRACIONS (%  $\pm$  E.S.).

CONCENTRACIÓ	BARÓ	MORNETA	CICERETA
0%	98,5 $\pm$ 1,5	98,5 $\pm$ 1,5	98,5 $\pm$ 1,5
0,5%	95,3 $\pm$ 2,7	95,5 $\pm$ 4,5	96,8 $\pm$ 3,3
1%	99,3 $\pm$ 0,8	83,3 $\pm$ 11,9	89,8 $\pm$ 8,9
5%	90,6 $\pm$ 9,4	98,5 $\pm$ 4,5	99,0 $\pm$ 0,71

La taula 3 mostra com no hi ha diferències significatives en la depredació de llavors de *Pinus halepensis*, ni entre els diferents tractaments, ni amb els diferents tipus de pebre (test de Kruskal-Wallis,  $\chi^2=6,5714$ ;  $gl=9$ ;  $p=0,6816$ ).

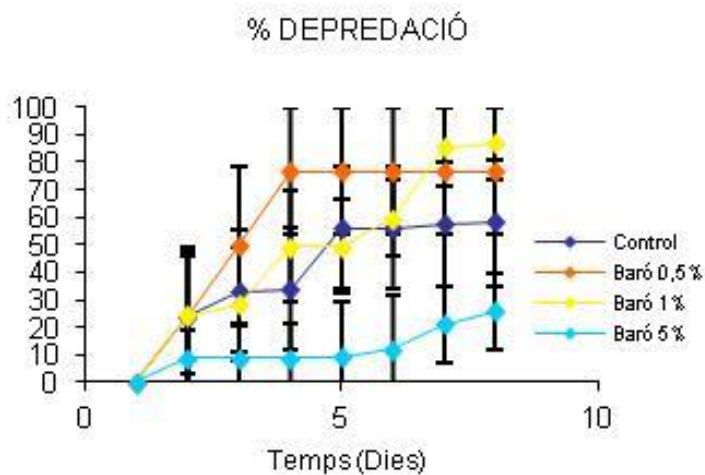
### 5.1.2.2 *Pistacia lentiscus*

GRÀFICA 4



Gràfica 4. Depredació de llavors de *Pistacia lentiscus* amb recobriment de pebre coent de la varietat Morneta i els diferents tractaments(%).

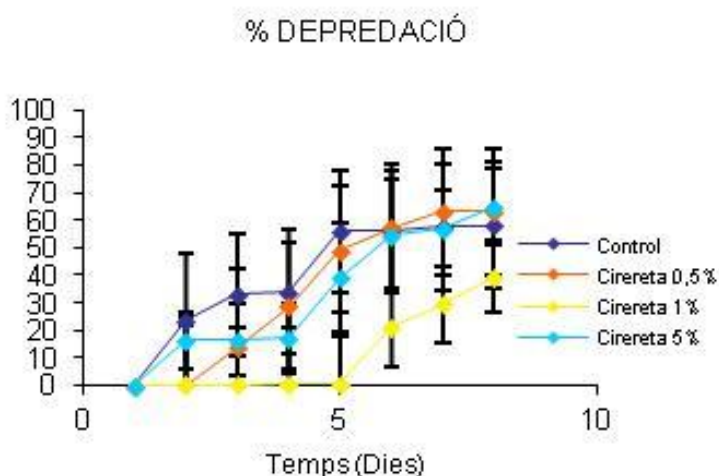
GRÀFICA 5



Gràfica 5. Depredació de llavors de *Pistacia lentiscus* amb recobriment de pebre coent de la varietat Baró i els diferents tractaments(%).

A aquesta gràfica es pot veure que el tractament a 5% té menor depredació que a la resta de concentracions.

GRÀFICA 6



Gràfica 6. Depredació de llavors de *Pistacia lentiscus* amb recobriment de pebre coent de la varietat Cicereta i els diferents tractaments(%).

**TAULA 4** EFECTE DE LA DEPREDACIÓ DE LLAVORS DE *PISTACIA LENTISCUS* SEGONS LES VARIETATS DE PEBRE COENT I LES CONCENTRACIONS (%  $\pm$  E.S.).

CONCENTRACIÓ	BARÓ	MORNETA	CICERETA
0%	58,0 $\pm$ 23,1	58,0 $\pm$ 23,1	58,0 $\pm$ 23,1
0,5%	76,8 $\pm$ 22,9	69,3 $\pm$ 18,7	63,0 $\pm$ 23,3
1%	86,8 $\pm$ 9,6	62,3 $\pm$ 13,2	39,5 $\pm$ 17,0
5%	25,8 $\pm$ 18,3	83,0 $\pm$ 13,7	65,0 $\pm$ 15,8

La taula 4 mostra com no hi ha diferències significatives en la depredació de llavors de *Pistacia lentiscus*, ni entre els diferents tractaments, ni amb els diferents tipus de pebre (test de Kruskal-Wallis,  $\chi^2=10,817$ ; gl=9; p=0,2885).

### 5.1.2.3 Comparació de la depredació entre espècies.

TAULA 5. EFECTE DE LA DEPREDACIÓ DE LLAVORS SEGONS L'ESPÈCIE I PER CADA TRACTAMENT.

TRACTAMENT		PINUS	PISTACEA
BARÓ	0,5%	95,2±2,7	76,7±22,9
BARÓ	1%	99,2±0,8	86,7±9,6
BARÓ	5%	90,6±9,4	25,7±18,2
MORNETA	0,5%	95,5±4,5	69,2±18,7
MORNETA	1%	83,2±11,9	62,2±13,1
MORNETA	5%	98,4±0,9	83,0±13,7
CIRERETA	0,5%	96,7±3,2	63,0±23,3
CIRERETA	1%	89,8±8,9	39,5±17,0
CIRERETA	5%	99,0±0,7	65,0±15,8

S'ha realitzat el test T d'Student per cada tractament entre les diferents espècies (*Pistacia lentiscus* i *Pinus halepensis*). El tractament Baró 5% hi ha diferències significatives  $p=0.0292$ .

Entre els demés tractaments no hi ha diferències significatives.

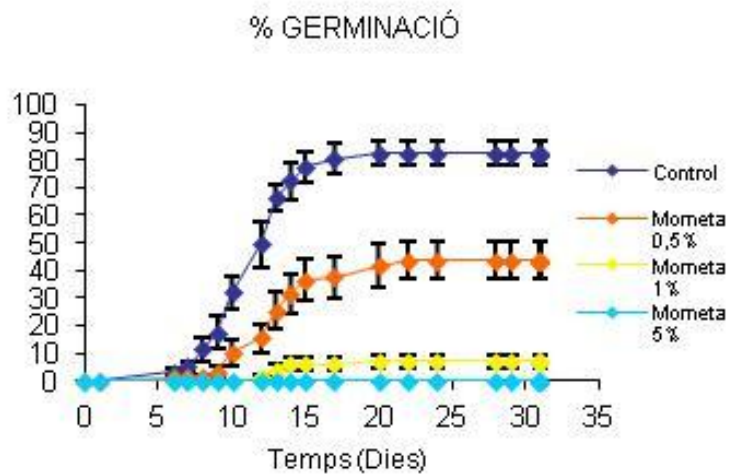
Podem dir que la *Pistacia* en el tractament Baró 5% és menys depredada que el *Pinus*.



## 5.2 Germinació.

### 5.2.1 *Pinus halepensis*

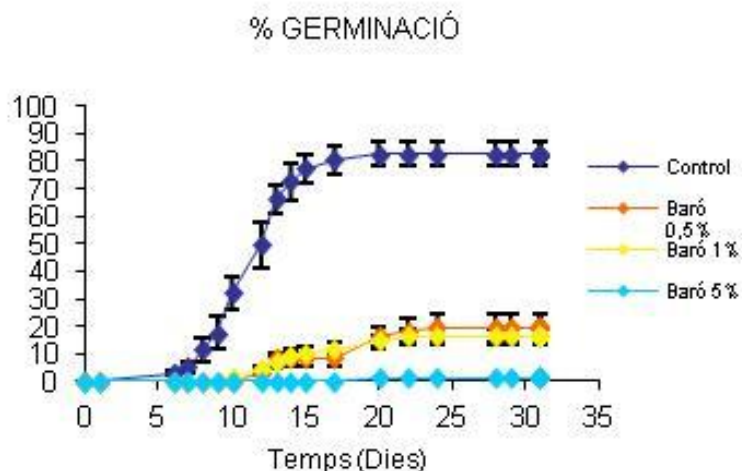
GRÀFICA 7



Gràfica 7. Germinació acumulada de llavors de *Pinus halepensis* amb recobriment de pebre coent de la varietat Morneta i els diferents tractaments(%).

A la gràfica es pot veure com la germinació minva a mesura que augmenta el percentatge de pebre coent en pols. La germinació acumulada del tractament control és del 80%.

GRÀFICA 8

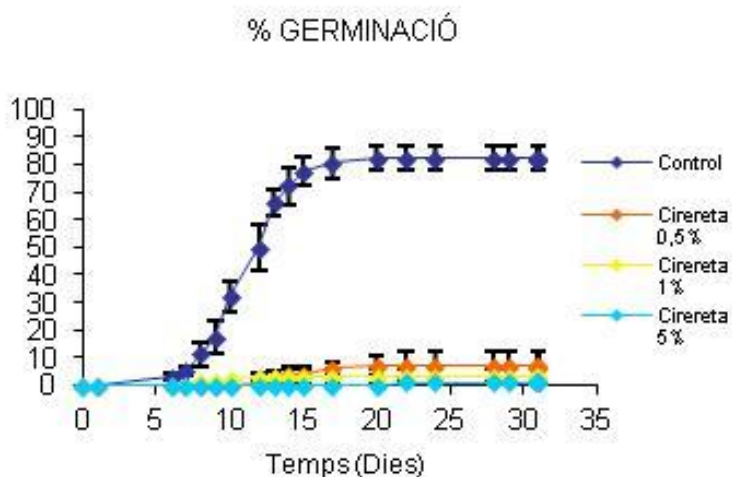


Gràfica 8. Germinació acumulada de llavors de *Pinus halepensis* amb recobriment de pebre coent de la varietat Baró i els diferents tractaments(%).

A la gràfica es pot veure com la germinació minva a mesura que augmenta el percentatge de pebre coent en pols. En el tractament 0,5% la germinació acumulada

no arriba al 25% i en el tractament 5% la germinació acumulada és 0%. La germinació acumulada del tractament control és del 80%.

GRÀFICA 9



Gràfica 9. Germinació acumulada de llavors de *Pinus halepensis* amb recobriment de pebre coent de la varietat Cirereta i els diferents tractaments(%).

A la gràfica es pot veure com la germinació minva a mesura que augmenta el percentatge de pebre coent en pols. En el tractament 0,5% la germinació acumulada arriba al 10% i en el tractament 5% la germinació acumulada és 0%. La germinació acumulada del tractament control és del 80%.

**TAULA 6** EFECTE DE LES VARIETATS DE PEBRE COENT I LES CONCENTRACIONS SOBRE LA GERMINACIÓ DE *PINUS HALEPENSIS* (% ± E.S.).

CONCENTRACIÓ	BARÓ	MORNETA	CICERETA
0%	82,5±4,5 Aa	82,5±4,5 Aa	82,5±4,5 Aa
0,5%	19,3±5,6 Bab	43,5±6,9 Ba	7,0±3,4 Bb
1%	16,6±4,2 Ba	7,1±2,5 Ca	3,0±3,0 Ba
5%	1,0±1,0 Ca	0,0±0,0 Ca	1,0±1,0 Ba

(Lletres minúscules diferents indiquen una diferència significativa entre els 3 tipus de pebre i lletres majúscules diferents indiquen una diferència significativa entre les concentracions d'un mateix pebre (Comparacions no paramètriques per cada parell de Wilcoxon;  $p < 0,05$ )).

En la taula 6 es presenten els resultats obtinguts de la comparació de l'efecte del pebre coent i les diferents concentracions d'aquests sobre la germinació. Es pot veure a la taula com el pebre coent té efecte al·lopàtic negatiu sobre la germinació ja que la mitjana de germinació del control arriba a més del 80%, mentre que la resta de tractaments amb pols de pebre presenten germinacions molt inferiors. El tractament més proper al control es diferencia en un 50% (Morneta 0,5%) al control. La germinació disminueix en general a mesura que augmenten les concentracions.

**TAULA 7** EFECTE DE LES VARIETATS DE PEBRE COENT I LES CONCENTRACIONS SOBRE EL T<sub>50</sub> (DIES ± E.S.).

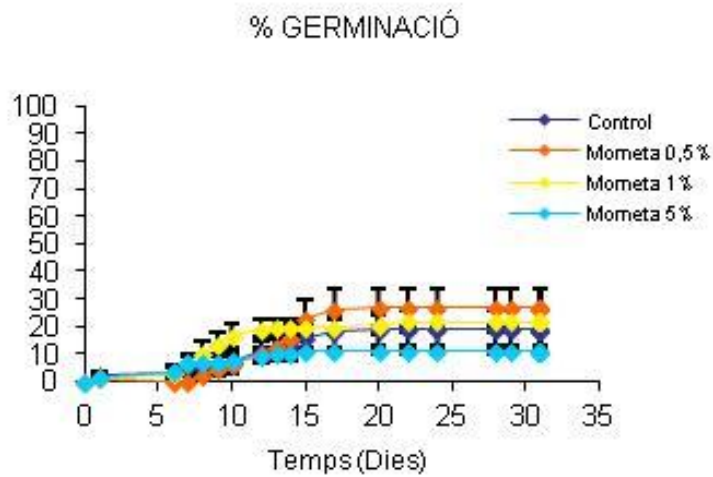
CONCENTRACIÓ	BARÓ	MORNETA	CICERETA
0%	11,1±0,5	11,1±0,5	11,1±0,5
0,5%	15,3±1,6	12,8±0,5	n.d.
1%	13,0±0,4	9,7±3,2	n.d.
5%	n.d.	n.d.	n.d.

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

La taula 7 mostra com no hi ha diferències significatives en la T<sub>50</sub>, ni entre els diferents tractaments, ni entre els diferents tipus de pebre (test de Kruskal-Wallis,  $\chi^2=11,3688$ ; gl=6; p=0,0776).

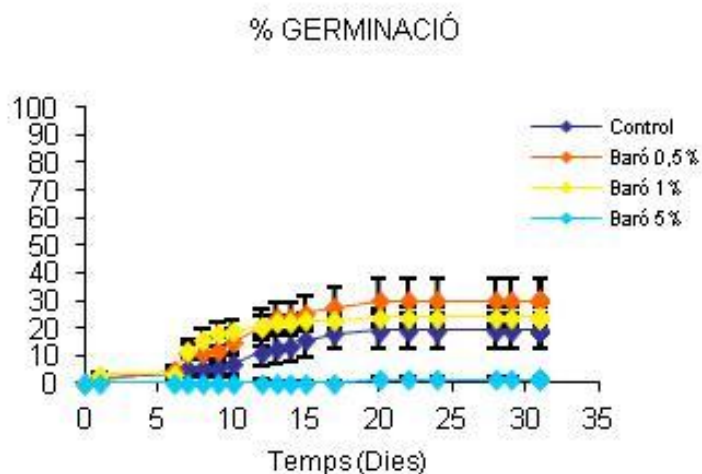
### 5.2.2 *Pistacia lentiscus*

GRÀFICA 10



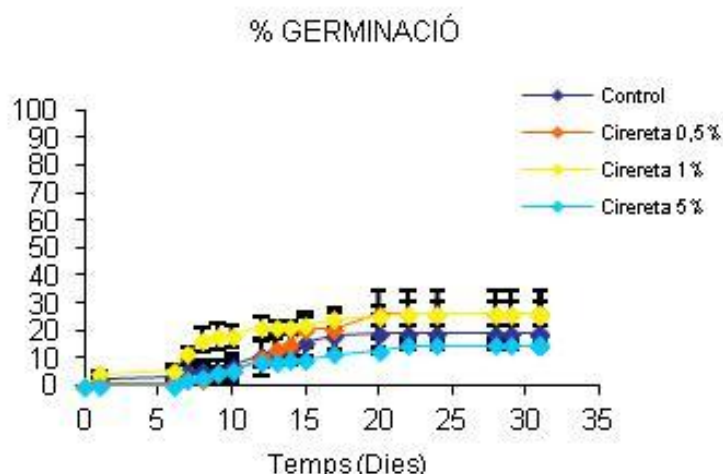
Gràfica 10. Germinació acumulada de llavors de *Pistacia lentiscus* amb recobriments de pebre coent de la varietat Morneta i els diferents tractaments(%).

GRÀFICA 11



Gràfica 11. Germinació acumulada de llavors de *Pistacia lentiscus* amb recobriments de pebre coent de la varietat Baró i els diferents tractaments(%).

GRÀFICA 12



Gràfica 12. Germinació acumulada de llavors de *Pistacia lentiscus* amb recobriment de pebre coent de la varietat Cirereta i els diferents tractaments(%).

**TAULA 8** EFECTE DE LES VARIETATS DE PEBRE COENT I LES CONCENTRACIONS SOBRE LA GERMINACIÓ DE PISTACEA LENTISCUS (% ± E.S.).

CONCENTRACIÓ	BARÓ	MORNETA	CICERETA
0%	20,2±6,6 AB	20,2±6,6 AB	20,2±6,6 AB
0,5%	31,4±7,1 A	27,0±6,8 AB	25,9±4,9 AB
1%	25,0±6,6 AB	22,7±5,0 AB	30,4±7,2 A
5%	1,0±1,0 B	11,1±1,0 AB	14,6±2,6 AB

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

Com es veu a les gràfiques 10-12 i a la taula 8 sembla que la pols de pebre, a concentracions de fins a 1%, estimula lleugerament la germinació de les llavors de *Pistacia*. Els tractaments amb 5% provoquen un important descens del percentatge de germinació, essent el tractament Baró 5% el que mostra el major efecte negatiu.

Cal comentar que les germinacions del control, han estat baixes, tan o més que en alguns tractaments com es pot veure tan a les gràfiques 10, 11 i 12 com a la taula 8. Això es pot atribuir a la qualitat del lot de llavors.

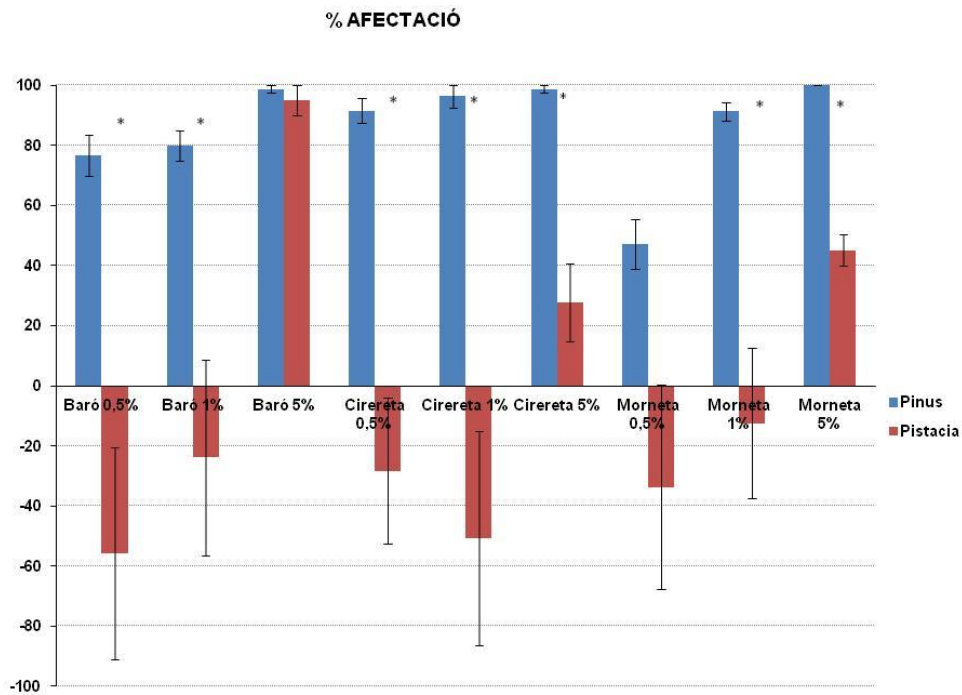
**TAULA 9** EFECTE DE LES VARIETATS DE PEBRE COENT I LES CONCENTRACIONS SOBRE EL  $T_{50}$  (DIES ± E.S.).

CONCENTRACIÓ	BARÓ	MORNETA	CICERETA
0%	10,4±2,5 ABC	10,4±2,5 ABC	10,4±2,5 ABC
0,5%	8,3±1,1 ABC	11,8±1,0 AB	13,1±0,6 A
1%	7,1±0,3 ABC	8,1±1,1 ABC	6,7±0,6 BC
5%	18,5± 0 AB	5,5±0,9 C	11,7±1,6 AB

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

### 5.2.3 Afectació de la germinació

GRÀFICA 13 ÍNDEX D'AFECTACIÓ DE LA GERMINACIÓ.



La Gràfica 13, mostra l'Índex d'Afectació de la germinació de les dues espècies amb diferents pebres i diferents concentracions. (\* diferències significatives del test t d'Student ( $p < 0,05$ ))

## 6. CONCLUSIONS

### A. SOBRE LA GERMINACIÓ DE LES LLAVORS

1- La utilització de pebre coent en pols inhibeix la germinació de les llavors de *Pinus halepensis*. A major concentració de pebre augmenta la inhibició de la germinació per l'efecte al·lelopàtic de la pols de pebre.

2- El tractament Morneta 0,5%, té un efecte menor sobre la germinació de *Pinus halepensis* que la resta a les mateixes concentracions.

3- El recobriment amb concentracions baixes de pebre sembla tenir efectes positius sobre la germinació de les llavors de *Pistacia lentiscus*. En tots els casos, la germinació més elevada es produeix a les proves de recobriment, del 0,5% a Baró i Morneta, i de l'1% a Cirereta.

4- A concentracions del 5% de pebre la germinació a *Pistacia lentiscus* sempre és més baixa, però només és significativa a la varietat Baró.

### B. SOBRE LA PREDACIÓ DE LES LLAVORS

5- El pebre en pols no ha mostrat efectivitat per evitar la depredació per micromamífers.

6- Les llavors de *Pinus*, en tots els casos, han sofert una major depredació que les de *Pistacia*.

7- Probablement la varietat Baró és la que té més capsaïcina, ja que a concentracions del 5% és el que mostra una menor depredació. Tot i això, s'assoleix el 90% de predació a *Pinus* i el 25% a *Pistacia*.

### C. CONCLUSIÓ GENERAL

L'ús de pebre en pols de les varietats usades sembla que no podrà ser efectiu contra la predació de llavors ja que la concentració de capsaïcina no sembla suficient com per evitar-la, almenys en espais amb una elevada concentració de micromamífers, com és la finca de Menut. També el fet d'usar pebre en pols fa que hi hagi nombroses substàncies que poden interferir en els processos de germinació, provocant efectes al·lelopàtics. Aquest efecte sembla que no seria degut a la capsaïcina, ja que hi ha treballs que mostren que no afecta la germinació de llavors a taxes baixes en *Pinus palustris* (Barnett, 1998).

Tot i això, la menor predació de les llavors, la resposta positiva de la germinació front a baixes concentracions de pebre, així com altres característiques intrínseques de l'espècie, com la seva capacitat de rebrot després d'un incendi o la seva importància en els paisatges forestals de l'illa, fan que proposem augmentar l'ús de *Pistacia lentiscus* com un element clau en les tasques de reforestació que s'hagin de fer a l'illa de Mallorca. Així mateix també pensam que serà convenient, per una part, aprofundir en els estudis per aconseguir taxes de germinació més elevades, i, per altra, fer estudis de predació en àrees menys humanitzades, on la concentració de mamífers serà més baixa, per avaluar realment la possibilitat d'ús de llavors d'aquesta espècie per a tasques de reforestació amb llavor.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- AULD, T. D. & DENHAM, A.J. (2001): The impact of seed predation by mammals on post-fire seed accumulation in the endangered shrub *Grevillea caleyi* (Proteaceae). *Biological Conservation* 97: 377-385.
- BARNETT, J.P. Oleoresin Capsicum has Potential as a Rodent Repellent in Direct Seeding Longleaf Pine. Proceedings of the Ninth Biennial Southern Silvicultural Research Conference. 1998.
- BENNET, D.J. & KIRBY, G.W. "Constitution and biosynthesis of capsaicin". *Journal of the Chemical Society C-Organic*, 4:442-446, 1968.
- CAMPBELL, T. E. (1981). *Effects of endrin in repellent seed coatings on caged rodents. Vol. 174. US Dept. of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1981.*
- CARDONA, C. 2017. Tolerància germinativa a la salinitat d'espècies litorals de les illes Balears. Tesi doctoral. Universitat de les Illes Balears.
- CATERINA, M.J. ; SCHUMACHER, M.A.; TOMINAGA, M.; ROSEN, T.A.; LEVINE, J. & JULIUS, D. "The capsaicin receptor: A heat-activated ion channel in the pain pathway". *Nature*; London 389.6653: 816-24. 1997.
- CLARK, L. (1998). Review of bird repellents. In *Proceedings of the Eighteenth Vertebrate Pest Conference*.
- DERR, H.J.; MANN, W.F., Jr. (1971). Direct-seedling pines in the south. *Agriculture Handbook* 391. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture.
- ESTRADA, B.; BERNAL, M.A.; DÍAZ, J.; POMAR, F. & MERINO, F.: "Capsaicinoids in vegetative organs of *Capsicum annuum* L. in relation to fruiting". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (5): 1188-1191, 2002.
- ESTRADA, B.; POMAR, F.; DÍAZ, J.; BERNAL, M.A. & MERINO, F B.: "Pungency level in fruits of the Padron pepper with different water supply". *Scientia Horticulturae*, 81: 385-396, 1999.
- ESTRADA, B.; POMAR, F.; DÍAZ, J.; MERINO, F B. & BERNAL, M.A. : "Effects of mineral fertilizer supplementation on fruit development and pungency in 'Padron' peppers". *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 73: 493-497, 1998.
- GOVINDARAJAN, V.S.: "Capsicum production, technology, and quality. Part II. Processed product, Standard, world production and trade". *Critical Review of Food Science and Nutrition*, 24: 207-288, 1986.



JURENITSCH, J.; KUBELKA, W & JENTZSCH, K. "Identification of cultivated Taxa of *Capsicum* taxonomy, anatomy and composition of pungent principles". *Planta Medica*, 35 (2): 174-181, 1979.

KATO, H. & TANAKA, Y. "Effects of capsaicin on plant growth". *Biologia Plantarum*, 47: 157-159, 2003.

LLORENÇ, L.; GIL, L. & TÉBAR, F.J 2007. La vegetació de l'illa de Mallorca: bases per a la interpretació i gestió d'hàbitats. Assoc. Jardí Botànic de Palma. Palma de Mallorca.

NOLTE, D. L., & BARNETT, J. P. (2000). A repellent to reduce mouse damage to longleaf pine seed. *International biodeterioration & biodegradation*, 45(3), 169-174.

PERUCKA, I. & OLESZEK, W. "Extraction and determination of Capsaicinoids in fruit of hot pepper *Capsicum annuum* L. by spectrometry and high-performance liquid chromatography". *Food Chemistry*, 71: 287-291, 2000.

SALL, J.; LEHMAN A.; STEPHENS M.L. & CREIGHTON L.: *JMP Start Statistics: A guide to statistics and data analysis using JMP*, 5th edition. 2012.

STEWART, C. Jr.; KANG, B.C.; MAZOUREK, M.; MOORE, S.L.; YOO, E.Y.; KIM, B.D.; PARAN, I. & JAHN, M.M.: Pun1 gene for pungency in pepper encodes a putative acyltransferase, *Plant J.*, 2005 ;42(5):675-88, US National Library of Medicine National Institutes of Health.

STEWART, C. Jr.; MAZOUREK, M.; STELLARI, G.M.; O'CONNELL, M. & JAHN, M.: Genetic control of pungency in *C. chinense* via the Pun1 locus. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 58, No. 5, pp. 979–991, 2007.

THANOS C.A. & DOUSSI M.A.: "Ecophysiology of seed germination in endemic labiates of crete". Department of Botany, University of Athens. Pages 227-237 Received 14 Mar 1995, Published online: 19 Apr 2013.

VAZQUEZ, F.; MIRANDA, L.; MONFORTE, M.; GUTIÉRREZ, G.; VELÁZQUEZ, C. & NIETO, Y.: La biosíntesis de capsaicinoides, el principio picante del chile. *Rev. Fitotec. Mex.*, Vol. 30, (4): 353 - 360, 2007.

ZAR, J.H.: *Biostatistical Analysis*. 4th edition. Prentice Hill. 1999.

ZEWDIE, Y. & BOSLAND, P. W. "Capsaicinoid profiles are not good chemotaxonomic indicators for *Capsicum* species". *Biochemical Systematics and Ecology*, 29: 161-169, 2001.