

PRIMER ESTUDI DUIT A TERME A MALLORCA SOBRE LA PLAGA DEL MOSCARD DE LES GARROVES I LES TÀPERES

Joan Rallo i García



Asphondylia gennadii

Juntament amb els seus parasitoides, el fong simbiòtic associat i la mosca de les tàperes, documentats per primera vegada a Mallorca



Govern de les
Illes Balears

**PRIMER ESTUDI DUIT A TERME A MALLORCA
SOBRE LA PLAGA DEL MOSCARD
DE LES GARROVES I LES TÀPERES**

Joan Rallo i García

(Asphondylia gennadii)

JUNTAMENT AMB ELS SEUS PARASITOIDES, EL FONG SIMBIÒTIC QUE L'ACOMPANYA
I LA MOSCA DE LES TÀPERES QUE EL PERTORBA, TOTS SENSE REFERÈNCIES FINS ARA A L'ILLA

Edita:

Institut de Recerca i Formació Agroalimentària i
Pesquera de les Illes Balears (IRFAP)

ISBN: 978-84-09-75931-6

Dipòsit legal: PM 00660-2025

Fotografies i vídeos:

Joan Rallo i García

Autor:

Joan Rallo i García

Disseny i impressió:

MailFactory, S.L.

ÍNDEX

Salutació	11
1. ELS PROTAGONISTES DE L'ESTUDI	13
1.1 La plaga	13
1.2 Els seus parasitoides	13
1.3 El fong mutualista associat	14
1.4 La mosca, el seu principal contrari a les tàperes	14
1.5 Les principals plantes hostatgeres del moscard	15
1.5.1 Les tapereres (<i>Capparis spinosa</i> L.)	15
1.5.2 Els pebres d'ase (<i>Solanum nigrum</i> L.)	15
1.5.3 Les ravenisses (<i>Diplotaxis eruroides</i> L.)	16
1.5.4 Les patateres (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	16
1.5.5 Els pebrers (<i>Capsicum annuum</i> L.)	16
2. GENERALITATS SOBRE ELS CECIDÒMIDS	17
2.1 La família dels cecidòmids	17
2.2 Distribució al món	18
2.3 Distribució a Mallorca	18
2.4 Importància econòmica	18
2.5 Importància ecològica	19
2.6 L'alternança d'amfitrió	20
2.7 El gènere <i>Asphondylia</i>	20
2.8 Els cecidis induïts pels moscards del gènere <i>Asphondylia</i>	21
2.9 Presència d'un fong simbiòtic als cecidis induïts per l'atac del moscard	22
3. EL MOSCARD DE LES GARROVES I DE LES TÀPERES <i>Asphondylia gennadii</i> (Marchal, 1904)	23
3.1 Els danys a les garroves	23
3.2 Antecedents històrics de la plaga	24
3.3 La primera troballa registrada del cecidòmid a Mallorca	25
3.4 L'indret de localització d' <i>A. gennadii</i> com a plaga	26
3.5 Confirmació de l'atac del moscard també a les tàperes	26
3.6 Les troballes de la resta dels protagonistes	27

4. LES POSSIBLES PLANTES HOSTATGERES DEL MOSCARD DE LES TÀPERES I LES GARROVES	28
4.1 Les esmentades en la bibliografia	28
4.2 Les existents a la quadrícula UTM 31SED0364 de camps (Mallorca)	28
4.3 Les porrasses (<i>Asphodelus fistulosus</i>)	30
4.4 Les mostalles (<i>Sinapis alba</i> subsp. <i>alba</i>)	31
4.5 Les ravenisses (<i>Diplotaxis eruroides</i>)	31
4.6 Les tapereres (<i>Capparis spinosa</i> subsp. <i>rupestris</i>)	33
4.7 Les patateres (<i>Solanum tuberosum</i>)	34
4.8 Els pebrers (<i>Capsicum annuum</i>)	36
4.9 Els pebres d'ase (<i>Solanum nigrum</i>)	37
4.10 Resum sobre la importància de les plantes hostatgeres en el cicle anual del moscard	38
5. EL CICLE DEL MOSCARD	39
5.1 El cicle anual 2018-2019	39
5.2 El cicle anual 2019-2020	41
5.3 El cicle anual 2020-2021	42
5.4 El cicle anual 2021-2022	43
5.5 El cicle anual 2022-2023	44
5.6 Consideracions sobre el moscard	45
5.7 Difusió de la plaga	46
5.8 Avaluació dels danys causats pel moscard	46
6. APROXIMACIÓ AL CONEIXEMENT DEL MOSCARD DE LES GARROVES I LES TÀPERES	48
6.1 Generalitats	48
6.2 Els ous	49
6.3 Les larves	49
6.3.1 Les larves de primera edat	50
6.3.2 Les larves de segona edat	50
6.3.3 Les larves del tercer estadi	51
6.4 Les pupes	51
6.5 Els adults	52
6.5.1 El cos del moscard	52
6.6 El dimorfisme sexual	54

7. LA PART DEL CICLE ANUAL DEL MOSCARD <i>A. gennadii</i> A LES GARROVES	56
7.1 Durada i receptivitat del garrover a l'atac del moscard	56
7.2 La posta del moscard a les garroves	59
7.2.1 La caiguda fisiològica	59
7.2.2 Les captures d'adults	60
7.2.3 Les característiques de les garroves infestades	60
7.2.4 El nombre d'ous per garrova infestada	62
8. LA BIOLOGIA DEL MOSCARD A LES GARROVES	63
8.1 Generalitats	63
8.2 Des de l'inici del cicle a l'agost fins al setembre	64
8.3 Des d'octubre fins a principis de gener	65
8.4 De gener a març	67
8.5 D'abril a juny	68
8.6 L'emergència dels adults a les garroves	70
9. LA PART DEL CICLE ANUAL DEL MOSCARD <i>A. gennadii</i> A LES TÀPERES	71
9.1 Els parasitoides del moscard a les tàperes	75
9.2 Els moscards criats a les tàperes	76
9.3 Per què creim que la plaga <i>A. gennadii</i> ha passat desapercebuda fins ara?	77
10. LA PART DEL CICLE DEL MOSCARD AL PEBRES D'ASE (<i>S. nigrum</i>)	79
11. ELS PARASITOIDES DEL MOSCARD DE LES GARROVES <i>A. gennadii</i>	81
11.1 Els parasitoides. Generalitats	81
11.2 Actuació	81
11.3 L'hiperparasitoidisme	81
11.4 Els parasitoides com a principals actors del control biològic natural	82
11.5 Els parasitoides del moscard de les garroves i les tàperes (<i>A. gennadii</i>)	82
11.6 La parasitoidització del moscard a les garroves	83
11.7 La parasitoidització del moscard a les tàperes	84
11.8 La parasitoidització del moscard als pebres d'ase	84
11.9 La parasitoidització del moscard a les patateres	85
11.10 La parasitoidització del moscard a les ravenisses	85
11.11 Els parasitoides i la presència del fong simbiòtic	85
11.12 El seguiment dels parasitoides	86

12. <i>Sigmophora brevicornis</i>	89
12.1 La presència de s. <i>brevicornis</i> a les garroves	89
12.2 No s'ha localitzat presència de <i>S. brevicornis</i> a les tàperes	91
12.3 Els ous	91
12.4 Les larves	92
12.5 Les pupes de <i>S. brevicornis</i>	93
12.6 Els adults	95
12.7 La part del cicle de <i>S. brevicornis</i> a les garroves	96
12.8 La hiperparasitoïdització de pupes de <i>S. brevicornis</i> per <i>E. dentata</i> i per <i>P. nitescens</i>	97
13. <i>Eurytoma dentata</i>	98
13.1 Localització d' <i>E. dentata</i> a les garroves amb braquicàrpia	98
13.2 Localització a les tàperes i als pebres d'ase infestats pel moscard	99
13.3 Els ous d' <i>E. dentata</i>	100
13.4 Els estats larvaris	101
13.5 El cap i el cos	103
13.6 Les pupes	105
13.6.1 A les garroves	104
13.6.2 A les tàperes i als pebres d'ase	104
13.7 Els adults	105
13.8 La parasitoïdització de larves d' <i>A. gennadii</i> per <i>E. dentata</i>	106
13.9 Parasitoïdització de pupes d' <i>A. gennadii</i> per <i>E. dentata</i>	109
13.10 <i>E. dentata</i> hiperparasitoide de pupes de <i>S. brevicornis</i>	110
13.11 La sortida d' <i>E. dentata</i> de les garroves	111
14. <i>Pseudocatolaccus nitescens</i>	112
14.1 Localització a les plantes hostatgeres del moscard de les garroves i les tàperes	112
14.2 Els ous	113
14.3 Les larves	114
14.4 Les pupes	114
14.5 Els adults	116
14.6 La parasitoïdització de larves d' <i>A. gennadii</i> per <i>P. nitescens</i>	117
14.7 La parasitoïdització de pupes d' <i>A. gennadii</i> per <i>P. nitescens</i>	118
14.8 <i>P. nitescens</i> com a hiperparasitoide de pupes de <i>S. brevicornis</i>	118
14.9 Sortida de la garrova	120

15. <i>Eupelmus confusus</i>	121
15.1 Característiques	121
15.2 Detecció a Mallorca	121
15.3 Localització a la parcel·la	122
15.4 L'adult	122
15.5 Els ous	123
15.6 Les larves	123
15.7 Les pupes	124
15.8 Parasitoïdització de pupes d' <i>A. gennadii</i> per <i>E. confusus</i>	125
15.9 Hiperparasitoïdització de pupes de <i>P. nitescens</i> per <i>E. confusus</i>	126
 16. EL FONG SIMBIÒTIC DELS CECIDIS INDUÏTS PEL MOSCARD	 127
16.1 Generalitats	127
16.2 Antecedents	127
16.3 Dispersió del fong simbiòtic	128
16.4 Dubtes sobre <i>B. dothidea</i>	129
16.5 Alguns exemples de la presència del fong simbiòtic	129
16.5.1 A les garroves (<i>C. siliqua</i>)	129
16.5.2 A les tàperes (<i>C. spinosa</i>)	130
16.5.3 A les ravenisses	131
16.5.4 Als pebres d'ase (<i>S. nigrum</i>)	131
16.5.5 A les patateres (<i>S. tuberosum</i>)	132
16.5.6 Als pebrers (<i>C. annuum</i>)	132
 17. LA MOSCA DE LES TÀPERES	 133
17.1 Distribució mundial de la mosca	133
17.2 Detecció per primera vegada a Mallorca	134
17.3 Aparició per primera vegada com a plaga a Mallorca	134
17.4 La causa de la forta expansió de la mosca	135
17.5 Generalitats sobre el dípter	135
17.6 Els ous	136
17.7 Les larves	137
17.8 Les pupes	139
17.9 El cicle dels dos dípters de les tàperes al llarg dels cinc períodes de l'estudi	140

17.10 Nombre de generacions anuals	141
17.11 Visibilitat dels danys produïts per ambdós dípters	141
17.12 Factors que influeixen en el desenvolupament de les poblacions de <i>C. savastani</i>	142
17.13 El control de la mosca	143
17.14 Resum	144
18. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	145
19. AGRAÏMENT	151

Salutació

No és casualitat que aquest llibre arribi en aquest moment. Les pàgines que segueixen són el fruit d'anys de feina de l'amic Joan Rallo i García, que enguany ha estat guardonat amb el Premi Ramon Llull del Govern de les Illes Balears. Un guardó que reconeix la seva gran tasca investigadora, fonamentada a identificar les singularitats agrícoles insulars i a donar respostes a les necessitats del nostre sector agrari, prioritzant sempre la recerca aplicada i la transferència de coneixement.

Autor de nombrosos llibres i publicacions especialitzades de gran interès agronòmic, ara Rallo ens sorprèn amb una nova obra, que és el resultat d'una investigació minuciosa dedicada a la identificació, el seguiment i la descripció d'un conjunt d'organismes que interactuen entre si dins d'una petita però complexa comunitat ecològica. Una comunitat en la qual es combinen relacions de simbiosi, mutualisme, parasitisme, depredació i cohabitació, que tenen lloc en dos entorns molt específics: l'interior de les garroves acabades de formar i les poncelles florals de les tapereres.

L'estudi se centra en el moscard *Asphondylia gennadii*, juntament amb la mosca *Capparimyia savastani*, els quals han esdevingut dues plagues per a dos cultius significatius de les nostres illes: el garrover i la taperera. Si bé aquesta investigació assenyala que en l'actualitat aquestes plagues estan controlades gràcies a l'acció dels seus enemics naturals, és fonamental continuar observant el seu comportament, avaluant el seu impacte i aprofundint en el seu estudi, per garantir-ne una gestió sostenible a llarg termini.

Gràcies, Joan, una vegada més, pel teu compromís amb el sector agrari balear.

Joan Simonet Pons

President de l'Institut de Recerca i Formació Agroalimentària i Pesquera de les Illes Balears
Conseller d'Agricultura, Pesca i Medi Natural

1. ELS PROTAGONISTES DE L'ESTUDI

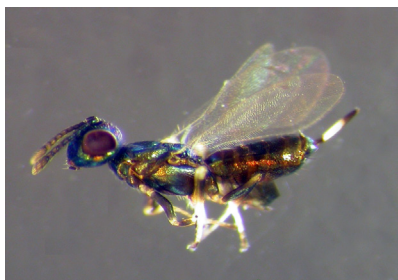
1.1. La plaga



(Font: J. L. Nieves-Aldrey).

1. *Asphondylia gennadii* (Marchal, 1904): Diptera, Cecidomyiidae

1.2. Els seus parasitoides



(Font: J. L. Nieves-Aldrey).

2. *Eupelmus confusus* (Al Khatib, 2014):
Chalcidoidea, Eupelmidae



(Font: J. L. Nieves-Aldrey).

3. *Eurytoma dentata* (Mayr, 1878):
Chalcidoidea, Eurytomidae



(Font: J. L. Nieves-Aldrey)

4. *Pseudocatolaccus nitescens* (Walker, 1834):
Chalcidoidea, Pteromalidae



(Font: autor)

5. *Sigmophora brevicornis* (Panzer, 1804):
Chalcidoidea, Eulophidae

1.3. El fong mutualista associat

- *Botryosphaeria dothidea*: Botryosphaeriaceae, Botryosphaeria



6. El fong a l'interior d'una garrova
jove atacada per la plaga (20x).



7. A la dreta, detall del miceli (80x).

1.4. La mosca, el seu principal contrari a les tàperes

- *Capparimya savastani* (Martelli, 1911): (Diptera, Tephritidae)



8. Femella de la mosca de les garroves i les tàperes
(*Capparimya savastani*) sobre una tàpera.



9. Detall d'un adult (20x).

1.5. LES PRINCIPALS PLANTES HOSTATGERES DEL MOSCARD

1.5.1. La més important: els garrovers



10. Garrovers de la parcel·la experimental de sa Granja (Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural).



11. Detall d'un raïm de garroves infestat a principis d'abril en el qual no s'ha produït la purgada natural d'octubre-novembre.

1.5.2. Les tapereres (*Capparis spinosa* L.)



12. Recol·lecció de tàperes a l'agost abans de l'aparició per primera vegada de la plaga de la mosca.



13. Detall de tiges de taperera el juliol de 2022 en les quals pot observar-se que les flors romanen sense obrir per mor de l'atac del moscard.

1.5.3. Els pebres d'ase (*Solanum nigrum* L.)



14. Baies de pebrers d'ase sense infestar.



15. Baies deformades infestades pel moscard.

1.5.4. Les ravenisses (*Diplotaxis eruroides* L.)



16. Ravenisses a d'un camp de creu.



17. Detall de la deformació de síliques per l'atac del moscard de les tàperes.

1.5.5. Les patateres (*Solanum tuberosum* L.)



18. Inflorescències sanes de patatera.



19. Inflorescències infestades i deformades per l'atac del moscard de les tàperes i les garroves.

1.5.6. Els pebrers (*Capsicum annuum* L.)



20. A l'esquerra es mostren uns pebrers sans.



21. Un dels exemplars de pebrer cultivats experimentalment davant tapereres amb afectació pel moscard de les tapereres.

2. GENERALITATS SOBRE ELS CECIDÒMIDS

2.1. La família dels cecidòmits

La família dels cecidòmits, pertanyent a l'ordre dels dípters, es va diversificar d'una manera molt important sobre les plantes amb flors al llarg del període cretàcic, i constitueix una família nombrosa de dípters nematòcers (subordre que inclou els moscards). Aquest grup d'insectes es caracteritza per presentar pilositat a les ales, cosa que no és comuna en l'ordre dels dípters, i per les antenes llargues, filiformes i multisegmentades, com podem observar a les imatges següents.

Ataquen cossos fructífers immadurs de nombroses espècies vegetals, tant silvestres com cultivades, per nodrir-se del seu teixit, en el qual indueixen la formació de cecidis, nom que deriva de la denominació llatina de la família. Tot i això, no tots els cecidòmits en són productors: també n'hi ha, com veurem, de micòfags i de zoòfags. Els cecidis solen ser molt característics de cadascun dels hostes que són atacats, fet que generalment permet la identificació de l'espècie que els origina.

Segons Tokuda (2012), es distingeixen també per mostrar una sèrie de trets ecològics extraordinaris, com alternança d'hostes, associació amb simbionts fúngics i diapausa. Per això, els estudis biogeogràfics i filogenètics relatius a aquest gènere que es van duent a terme destaquen per proporcionar un material fascinant respecte a la seva ecologia i evolució.

En aquest grup, s'inclouen la majoria dels coneguts popularment com a *moscards de les agalles*, entre els quals es troba *A. gennadii*, que denominam col·loquialment *moscard de les garroves i les tàperes*.



1. Observau la pilositat de les ales del moscard de les garroves i les tàperes.



2. Detall de les antenes, llargues, filiformes i multisegmentades, d'*A. gennadii* (20x).

2.2. Distribució al món

Són cosmopolites i constitueixen una de les famílies de dípters més diverses. Segons Gagné (2021), es calcula que en l'actualitat se'n coneixen 832 gèneres, als quals pertanyen 6.651 espècies, de les quals més de 1.100 són oriündes dels Estats Units d'Amèrica. A Europa, segons Skuhrová (2010), la taxonomista més rellevant dins d'aquest grup d'insectes del continent, hi ha descrits 272 gèneres, als quals pertanyen unes 1.800 espècies, associades a 280 gèneres de plantes hostatgeres, incloses en 72 famílies.

En tractar-se d'un grup poc estudiat, el nombre d'espècies descrites continua augmentant a mesura que es van duent a terme nous estudis. Atesa la curiositat per conèixer quin podria ser el nombre de cecidòmids al món, mitjançant la creació d'un curiós i innovador mètode de comptar espècies animals, basat en la utilització d'aplicacions de codi de barres d'ADN (*DNA barcoding*), al Canadà s'ha estimat que només en aquest país el nombre d'espècies podria ultrapassar 16.000 i s'ha pronosticat quelcom sorprenent: que al món, segons Hebert (2016), el nombre de les espècies encara no descrites podria superar el milió, cosa que, si es fa realitat, convertiria aquesta família d'insectes en la més nombrosa del regne animal.

2.3. Distribució a Mallorca

Segons Skuhrová (2010), el nombre d'espècies de cecidòmids que s'han trobat fins ara a les principals illes de la Mediterrània ha estat el següent: 38 a Creta, 60 a Còrcega, 36 a Malta, 44 a Sardenya, 32 a Xipre, 89 a Sicília i 33 a Mallorca. De les 33 localitzades a l'illa, 28 ho foren en una prospecció que es va dur a terme a set localitats mallorquines l'any 1997. La resta, en investigacions anteriors.

Cal destacar que, de les 33 espècies de cecidòmids inventariades fins ara a l'illa, únicament dues corresponen al gènere *Asphondylia*: *A. trabutii* i *A. gennadii*. La primera fou descrita per Traveset i Mas el 1999 i la segona, que va motivar aquest estudi, l'any 2004 (Skuhrová i Skuhrová, 2004).

2.4. Importància econòmica

Moltes espècies de cecidòmids són de rellevància econòmica per ser considerades plagues de cultius, com el moscard de les agalles del blat (*Mayetiola destructor*) (Say, 1817), el de les peres (*Contarinia pyrivora*) (Riley, 1886), la mosqueta de les crucíferes (*Dasineura napi*) (Loew, 1850), el minador de l'escorça de l'olivera (*Resseliella oleisuga*) (Targioni-Tozzetti, 1986), així com la inductora d'agalles a les fulles (*Dasineura oleae*) (Angelini, 1831), etc., sense oblidar el protagonista d'aquest estudi, *A. gennadii*, causant de cecidis a les garroves joves (braquicàrpia) i de l'enduriment de les tàperes.



3. Primers símptomes d'atac del moscard (*Asphondylia gennadii*) sobre les garroves.



4. Tàperes atacades pel moscard que provoca enduriment i deformació. Les flors romanen sense obrir.

2.5. Importància ecològica

Contràriament al que hem vist anteriorment, un gran nombre d'espècies de cecidòmits són enemics naturals de plagues dels cultius, les larves dels quals són depredadores o parasitoides. En són exemples *Feltiella acarisuga* (Vallot, 1827), que s'alimenta d'algunes espècies d'àcars, i *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani, 1848), les larves de la qual tenen els pugons com a base de la seva alimentació, cosa que motiva que en l'actualitat ambdues espècies s'utilitzin en els cultius hortícoles en els programes de control biològic de plagues.

Hi ha també espècies en què les larves són micòfagues, és a dir, que es poden nodrir en general de miceli del fong simbiòtic que alberga el cecidi, com n'és el cas d'*A. gennadii*, que estudiem aquí, que ho fan normalment a partir dels seus darrers estadis larvaris.



<https://youtu.be/daYnBBL4ZFg>

5. Larva L3 d'*A. gennadii* a l'interior d'una garrova jove, en la qual es pot observar miceli del fong simbiòtic (20x).

Un cas especial és un dels tres cecidòmits coneguts que ataquen l'olivera, encara que no està clar si es pot considerar útil o perjudicial: *Prolasioptera berlesiana* (Paoli, 1907). Durant l'estiu utilitza l'olivera com a hoste secundari opcional. Inicialment la larva es desenvolupa a expenses dels ous de la mosca de l'olivera (*Bactrocera oleae*), per posteriorment alimentar-se del teixit del fruit infectat amb el fong *B. dothidea* (el mateix

que el dels cecidis del moscard de les garroves) que inocula *B. oleae* en fer la posta a l'oliva (Eldesouki, 2012), la qual cosa causa el que es coneix com a malaltia de l'escudet.

2.6. L'alternança d'amfitrió

L'alternança d'amfitrió d'aquesta família és nombrosa. Ho veurem amb detall més endavant en parlar exclusivament del moscard de les garroves i les tàperes *A. gennadii*.



6 i 7. Garrofers i taperes a Campos, els dos principals hostatgers a Mallorca del moscard de les garroves i les tàperes *A. gennadii*.

2.7. El gènere *Asphondylia*

És el més important de la família dels cecidòmids. En l'actualitat se'n coneixen 298 espècies (Gagnè i Jaschhof, 2017).

La biologia de la majoria d'aquestes espècies és molt complexa i gairebé desconeguda des del punt de vista mundial, motiu pel qual les claus per a la identificació dels adults solien ser els cecidis que produïen i els hostes que les representaven (Blanes-Dalmau *et al.*, 2017). Així es va fer amb les dues úniques espècies d'aquests moscards inductors d'agalles conegudes fins ara a Mallorca: *Asphondylia trabutii* (Marchall, 1896) i *Asphondylia gennadii* (Marchal, 1904). La primera és productora de cecidis als fruits de la solanàcia silvestre pebre d'ase (*S. nigrum*) (Traveset i Mas, 1999) i la segona és causant de la braquicàrpia a les garroves (Skuhravá i Skuhravý, 2004). Ambdues són pràcticament idèntiques, cosa que provoca importants dubtes en l'estudi dels adults.

La totalitat de les espècies d'*Asphondylia* desenvolupen la fase de pupa a l'interior del cecidi i la majoria hivernen com a larves immadures en l'òrgan vegetal atacat que roman unit a la planta.

Sembla que aquestes espècies estan dotades d'un potencial flexible per adaptar la seva biologia a l'hàbitat i la fenologia del lloc en què es desenvolupa la planta o plantes hostatgeres (Uechi *et al.*, 2004; Uechi i Yukawa, 2006).

2.8. Els cecidis induïts pels moscards del gènere *Asphondylia*

Al llarg de la vida, plantes i insectes han evolucionat estretament i existeixen entre ambdós relacions de tot tipus (alimentàries, protectores, reproductores, etc.), però poques com les agalles, que representen una interacció tan elaborada i complexa des del punt de vista evolutiu (Nieves-Aldrey, 1998).

Cal destacar que els cecidis constitueixen estructures anormals de parts del teixit vegetal que es desenvolupa per l'acció específica de l'activitat o de la presència de tres organismes protagonistes: en aquest cas, l'hoste, el moscard i un fong, que per la simbiosi fan possible l'aparició d'un nou teixit. Però perquè l'agalla pugui ser considerada un veritable cecidi, a més de presentar un creixement i una multiplicació anormal de les cèl·lules del teixit afectat, hi ha d'aparèixer la formació d'un de nou que no estava present en l'organografia del vegetal abans de la seva aparició (Blanes-Dalmau *et al.*, 2017). El fet implica que qualsevol estructura vegetal deformada, com les que tenen com a origen un atac de pugons, d'àcars, de fongs o d'altres factors, així com les produïdes pels himenòpters cinípid, no han de considerar-se com a tals, ja que no es coneix que alberguin cap tipus de fong simbiòtic, com en el cas de les induïdes pels moscards del gènere *Asphondylia*. Per exemple, les agalles produïdes pel cinípid *Plagiotrochus quercucilicis* (Fabricius, 1798) a les fulles de l'alzina, en no albergar fong simbiòtic, no s'haurien de considerar com a veritables cecidis, sinó simplement agalles.



8. Agalles produïdes pel cinípid *P. quercucilicis* (Fabricius, 1798) a les fulles d'una l'alzina.



9. Secció de tàpera amb atac del moscard, en la qual pot observar-se la influència del fong simbiòtic, en la transformació dels estams en un nou teixit en el qual les larves passen la fase de pupa. Observau en segon pla de la tàpera la part que sobresurt de l'ovari, en aquest cas no afectat.

Malgrat que sembli clar que els processos tant químics com mecànics que intervenen en la gènesi del nou teixit tenen l'origen en la posta que fan aquests insectes, sembla, que per si sola, no justifica els canvis tant físics com químics associats als teixits dels cecidis que generen. L'evolució de com, per què i quina és exactament la funció del vegetal, de l'insecte i del fong simbiòtic en la formació dels cecidis és a hores d'ara pràcticament desconeguda i es troba en curs d'investigació.

Al respecte, Harris (1975), pensant en un possible mutualisme, ja apuntava que la relació entre la planta hoste i el moscard no havia de ser considerada parasitària i plantejava la hipòtesi que els cecidis que produïen moltes espècies d'*Asphondylia* eren semblants a les agalles d'ambrosia, que contenen un fong que creixia al seu interior; malgrat no tenir-ne clar el paper ni la veritable naturalesa de les relacions entre el moscard, el fong, les plantes hostatgeres i la formació del cecidi, l'animava a fer un estudi més acurat.

2.9. Presència d'un fong simbiòtic als cecidis induïts per l'atac del moscard



<https://youtu.be/VBwMOdN5MXM>

10. Miceli del fong a l'interior d'una garrova jove amb atac d'*A. gennadii*.



11. Detall de la larva al final de la L2 envoltada pels filaments fúngics poc abans d'iniciar la construcció del nínxol per fer la fase de pupa (les dues imatges preses sota la lupa amb un augment de 20x).

La constatació de la presència d'un fong simbiòtic a l'interior dels cecidis va donar suport a la hipòtesi de Harris. Investigacions posteriors han pogut demostrar que la majoria de les espècies conegudes d'aquests dípters es consideren associades amb simbionts fúngics. A més, s'ha comprovat que els cecidis induïts per aquests moscards no disposen del teixit nutritiu essencial per al desenvolupament de les seves larves, sinó que és el miceli fúngic el que els el proporciona, en posseir unes característiques citoquímiques similars (Tokuda, 2012).

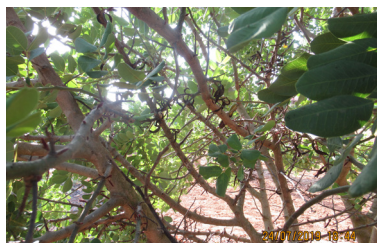
3. EL MOSCARD DE LES GARROVES I DE LES TÀPERES (*Asphondylia gennadii*) (Marchal, 1904)

3.1. Els danys a les garroves

Es caracteritzen per una malformació dels fruits joves, produïda per l'atac d'*A. gennadii*, que queden sense créixer i deformats i romanen a l'arbre mentre dura el cycle de l'insecte. Posteriorment, s'assequen i cauen, mentre una minoria continuen a l'arbre secs o deformats.



1. Atac intens degut a la generació del moscard de finals de tardor, en què les garroves presenten paralització del creixement i deformacions.



2. Cap a finals de juliol la caiguda de les garroves infestades per moscard és pràcticament total.

En principi es creia que únicament afectava els garrovers, però estudis biològics posteriors varen posar de manifest que el moscard necessitava també altres plantes hostatgeres per passar-hi l'estiu, entre les quals a Mallorca ocupen el lloc preferent, com veurem, les taperes. Les garroves afectades per la primera generació de l'insecte cauen aproximadament al cap d'un mes, en completar el seu desenvolupament. Les de la segona o la tercera generació, segons els anys, romanen a l'arbre amb un creixement molt alentit, fins a l'emergència dels moscards a la primavera. Posteriorment s'assequen o cauen, mentre que unes poques romanen deformates a l'arbre.



3. Garrover infestat cap a final de maig, en el qual destaca la baixa proporció de garroves normals respecte a les que presenten disminució del creixement i deformacions.



4. A principis de juny, una garrova normal i un raïm amb totes les beines infestades, a punt d'emergir-ne els moscards.

3.2. Antecedents històrics de la plaga

La malformació de les garroves per aquest insecte és coneguda a Xipre com a *brachykarpia*, paraula que utilitzen en general per designar popularment fruites malaltes i que Orphanides (1975) adaptà a la terminologia anglosaxona com a *braquicarpia*, tal com actualment s'utilitza per definir-la.

Segons descriu Gennadius (1902), director d'Agricultura de l'illa xipriota, fou observada per primera vegada l'any 1870, i ja es va creure que es tractava d'una espècie de la família dels cecidòmids. Per confirmar-ho envià a l'entomòleg francès Marchal (1904) mostres dels diferents estadis del cicle de vida del moscard perquè fossin classificades. Quan es va haver fet l'estudi, el francès va denominar l'insecte *Schizomyia gennadii* en memòria del xipriota. Així ens ho fa saber en *Diagnose d'une Cecidomyie nouvelle vivant sur le caroubier* (1904), que reproduïm a continuació, en què descriu, en una única pàgina, les característiques de l'adult, la pupa i la larva del moscard i el seu hàbitat.

272 *Bulletin de la Société entomologique de France.*

Diagnose
d'une *Cécidomyie nouvelle vivant sur le Caroubier* [Dipt.] (1)
par le Dr P. MARCHAL.

***Schizomyia Gennadii*, nov. sp.**

Imago ♀. — Long. : 3,5 mill. — Antennes de 2 + 12 articles, plus longues que la tête et le thorax réunis, présentant, outre une fine pubescence, des soies longues et nombreuses; articles de longueur décroissante de la base vers l'extrémité libre. Palpes ne présentant que 2 articles. Ailes garnies de poils assez abondants; nervure cubitale atteignant le sommet de l'aile. Pattes longues, garnies de poils et d'écaillés nombreuses; crochets des tarses simples, dépassant un peu l'empodium. Ovipositeur en forme de long acicule chitineux rétractile.

Nymphe. — Armure céphalique très forte, lidentée à son extrémité; armure frontale formée d'une pointe aiguë, impair et médiane; armure sternale pourvue de 3 dents courtes et largement séparées.

Larve. — Présentant, à l'état jeune, les papilles anales crochues et la plaque dorsale caractéristiques des *Schizomyia*; plaque dorsale bifide. Spatule sternale de la larve arrivée à maturité se terminant par 4 pointes obtuses, dont les 2 externes sont les plus larges et les plus saillantes.

Habitat. — Dans le fruit jeune du Caroubier (*Certhonia siliqua*), qui se rentle et est arrêté dans son développement. Insecte parfait obtenu d'éclosion; larves découvertes à Chypre par M. Gennadius, directeur de l'Agriculture de Chypre, auquel je dois la communication des échantillons ayant servi à cette étude, et qui, dès l'année 1902, avait signalé la larve de cet Insecte et les dégâts qu'elle occasionne (1).

(1) Un court mémoire, accompagné de quelques figures et renfermant une description plus complète de cet Insecte, ainsi que des observations sur sa biologie, a été déposé sur le bureau de la Société, en même temps que cette note, pour être publié dans les *Annales*.

(1) P. Gennadius, *The Carob-Tree*, p. 27; Nicosis, 1902.

5. La *Diagnose d'une Cecidomyie nouvelle vivant sur le caroubier* (Dipt.). *Bulletin de la Société Entomologique de France* (Marchal, 1904).

Posteriorment, segons Harris (1975), Del Guercio (1914) va considerar-lo pertanyent a una altra tribu de cecidòmids i el denominà *Eumarchalia gennadii* (Marchal), malgrat que a Xipre ja s'havia normalitzat com *A. gennadii*. Més tard, altres estudis arriben a la conclusió que ambdues denominacions es podien considerar sinònimes (Orphanides, 1975; Harris, 1975), motiu pel qual s'adoptà definitivament la denominació actual d'*Asphondylia gennadii* (Marchal, 1904).

En principi es creia que *A. gennadii* únicament atacava els fruits joves del garrover, en els quals passava l'hivern, però estudis biològics posteriors duits a terme a Xipre per Orphanides (1975) varen posar de manifest que una de les característiques del gènere *Asphondylia*, observada

utilitzant gàbies amb diferents possibles hostes, era que necessitava altres plantes hostatgeres alternatives per passar-hi l'estiu.

Harris (1975), aprofitant les mostres d'adults d'*A. gennadii* criats per Orphanides durant la seva investigació a Xipre, els va estudiar comparant-los amb altres espècimens existents al Museu Britànic d'Història Natural. Concretament amb els exemplars d'*A. capsici* (Barnes, 1932) no trobà cap diferència morfològica respecte als adults criats tant als garrovers com als pebrers, fet que confirmava que l'insecte hoste era el mateix en totes les plantes hostatgeres estudiades tant per Barnes (1949) al pebrer com per Orphanides (1975) al garrover.

Anys més tard, Gagné i Orphanides (1992), tenint en compte l'estudi anterior, varen considerar necessari revisar-lo i aprofundir-hi, centrant-se principalment a investigar els estadis immadurs tant de les larves com de les pupes. Aquest treball va posar de manifest que tots els elements estudiats corresponien efectivament a la mateixa espècie, cosa que corroborava els resultats de Harris (1975) i que incorporava el pebrer com una altra planta hostatgera. Arran d'un estudi duit a terme recentment per Uechi (2016) amb espècimens procedents de pebrers d'Indonèsia i Vietnam, que inicialment es pensava que estaven infectats per *A. gennadii*, combinant tècniques moleculars d'ADN i l'estudi morfològic, es va determinar que es tractava d'una nova espècie diferent a la mediterrània, concretament d'*A. capsicola* (Uechi, Yukawa i Tokuda, 2016).

3.3. La primera troballa registrada del cecidòmid a Mallorca

A. gennadii va ser trobat per primera vegada a Mallorca el 19 de juny de 1999, no en un cultiu de garrovers, sinó a una zona escassa de bosc de la garriga d'Oleo-Ceratonion dels voltants del castell de Bendinat (Mallorca), formada entre altres espècies per *Pinus halepensis*, *P. pinea*, *Pistacia lentiscus* i *Ceratonia siliqua*, i es va observar que produïa malformacions en garroves joves, com ja s'havia descrit a Xipre (Skuhravá i Skuhravý, 2004). Fins aleshores aquesta espècie mai no havia estat registrada a Mallorca ni a la Península.

Desconeixem cap altra referència sobre la seva existència, però, revisant una col·lecció antiga de diapositives sobre floració de garrovers hermafrodites, la típica malformació produïda a les garroves joves està present en algunes, però segurament per la seva escassa presència no hi donàrem importància. La més antiga és de setembre de 2009. Tanmateix, la que més crida l'atenció és una de 2014, en el raïm de flors hermafrodites de la qual podem observar una garrova amb braquicàrpia, així com la presència d'un insecte desconegut, que en aquell moment no vam sospitar que podria tractar-se d'un parasitoide.



6. Fotografia del raïm d'una inflorescència hermafrodita, presa el setembre de 2014, en la qual pot observar-se una garrova amb la típica deformació (fletxa vermella) produïda pel moscard de les garroves. D'altra banda, veim un insecte (fletxa blava), probablement femella (per mor de l'oviscape), d'un possible parasitoide.

3.4. L'indret de localització d'*A. gennadii* com a plaga

Uns anys més tard, concretament durant 2019 poguérem comprovar per primera vegada a Mallorca el seu impacte com a plaga del garrover.

A l'illa es va detectar en un camp experimental de noves varietats de garrover, ubicat al paratge conegut com a Clot de sa Mata, situat al polígon 11, parcel·la 692, de Campos. Les coordenades del centre de la finca són les següents: X: 39° 25' 43", Y: 03° 02' 39". El terreny, d'aproximadament 1 ha, va sembrar-se directament amb llavors de garrova procedents de la cultivar hermafrodita local des Mestre el novembre de 2007, amb la finalitat d'obtenir possibles noves varietats d'aquesta sexualitat. La parcel·la té forma de triangle més o manco isòsceles. Entre els garrovers es cultiva també vinya i a l'angle superior hi ha una vintena de cítrics, així com una important població de tapereres a les voreres i voltants, que representa un cultiu tradicional a la zona. Pel que fa als garrovers presents a la parcel·la, es distribueixen en 75 varietats, de les quals 16 són masculines, 18 hermafrodites i 41 femenines.

Crida l'atenció aquesta nombrosa presència d'hermafrodites (24 %), quan per sembra directa de llavors no sol ser superior a l'1 %, com va determinar Condit (1919). El fet s'ha denominat "efecte illa", ja que sembla també típic en altres illes de la Mediterrània (Tous, 2015).

3.5. Confirmació de l'atac del moscard també a les tàperes

Coneixedors que a Xipre les tapereres són un dels hosts estiuencs del cecidòmid (Orphanides, 1975), el maig de 2019 vàrem localitzar per primera vegada a Mallorca exemplars d'*A. gennadii* en botons florals de la majoria de les existents al camp experimental i amb poca o nul·la intensitat d'infestació en les de la quadrícula prospectada (UTM 31SED0364, Campos).

El mateix any, a principis d'agost, confirmàrem que l'atac a les tàperes ocasionat per *A. gennadii* estava generalitzat als municipis mallorquins de Campos i de Llubi, que són els tradicionals del cultiu a l'illa. Es varen recollir mostres a l'atzar de botons florals d'entre 3 i 13 mm de grandària (que és el rang de qualitat utilitzat pels canals comercials), i es va obtenir una alta incidència



<https://youtu.be/UsIbQt9dSMA>

7. Secció d'una tàpera de 5 mm d'amplària a l'inici de l'atac, en la qual es pot observar una larva L1 d'*A. gennadii* (20x).



<https://youtu.be/x2Vh8fJqTc>

8. Secció de tàpera atacada, d'11 mm d'amplària, amb dues pupes i una larva L3 d'*A. gennadii*. Observau la transformació evolutiva d'estams i anteres en un nou teixit.

de la plaga: un 97 % de les tàperes infestades en el primer cas i poc més del 91 % en el segon. Contràriament, els mostreigs duits a terme en municipis veïns als anteriors (Porreres, Lluçmajor, Felanitx, Santa Margalida i Sineu), on el garrover hi és present, però la taperera hi és escassa, revelaren que la presència d'*A. gennadii* era pràcticament testimonial. Així, es confirmava per primera vegada a Mallorca l'impacte del moscard també com a plaga de les tàperes, igual que a Xipre, Sicília i les illes gregues. Igualment es va determinar la necessitat d'*A. gennadii* de disposar d'aquest hoste tant a la primavera com a l'estiu.

3.6. Les troballes de la resta dels protagonistes

A finals d'abril de 2019 l'atac que presentaven la majoria dels garrovers de la parcel·la experimental ens va cridar l'atenció, especialment perquè al llarg de la nostra vida professional mai no havíem advertit una anomalia semblant en el cultiu, segurament perquè consideràvem normals les produccions anuals, malgrat observar durant la collita la presència de garroves deformades, que atribuïem a una possible pol·linització deficient.



9. Camp de garrovers durant l'època de collita. La presència de garroves deformades durant la recol·lecció s'atribuïa a una pol·linització deficient.



10. Garroves atacades el maig immediatament després de la sortida dels primers moscards. Observau que encara mantenen adherits a la superfície del fruit els embolcalls de les pupes.

Fou a les acaballes de maig quan s'observà la presència de despulles desconegudes de pupa en les garroves atacades (vegeu la imatge anterior). S'enviaren mostres de garroves amb braquicàrpia a la Conselleria d'Agricultura per estudiar-les i identificar el problema. El resultat va ser sorprenent, ja que, a la presència de la plaga i la identificació de l'insecte causant, calia afegir-hi la de tres parasitoides: *E. dentata*, *E. confusus* i *P. nitescens*, que són reguladors naturals eficients de la seva població (Nieves-Aldrey, 2019).

A més, al llarg del seguiment de la infestació es va fer notòria la presència d'altres actors: un nou parasitoide, *S. brevicornis*, que apareix al garrover únicament de meitat d'agost a finals de desembre; un dípter tefrítid competidor, *C. savastani*, que infesta les tàperes durant la part mitjana del cicle del moscard, i un fong simbiont desconegut, que, per la bibliografia consultada, podria tractar-se de *B. dothidea*, el miceli del qual sembla que serveix d'aliment tant a les larves del moscard com a les d'algun dels seus parasitoides.

4. LES POSSIBLES PLANTES HOSTATGERES DEL MOSCARD DE LES TÀPERES I LES GARROVES

4.1. Les esmentades en la bibliografia

Segons la bibliografia consultada, les possibles plantes hostatgeres són les porrasses (*Asphodelus fistulosus*), les argelagues (*Calicotome spinosa*), les tapereres (*C. spinosa*), els pebrers (*C. annuum*), els garrovers (*C. siliqua*), les cebes marines (*Drimia maritima*), la ruca (*Eruca vesicaria*), l'herba de Sant Joan (*Hypericum triquetrifolium*), les ravenisses (*D. eruroides*), les mostalles (*Sinapis alba* subsp. *alba*), els sarronets de pastor (*Capsella rubella*) i la patatera (*S. tuberosum*) (Orphanides, 1975; Harris, 1975; Gagnes i Orphanides, 1992).

Segons recull Skuhrová (2004), a Mallorca existeixen 25 espècies vegetals que poden actuar com a possibles hostatgeres de cecidòmits.

Conegudes, doncs, les espècies hostatgeres del moscard, amb objecte de determinar la realitat de les existents tant a la parcel·la experimental de garrovers com al seu entorn, ens basarem en el treball "Estudi de la diversitat florística de la quadrícula UTM 31SED0364 (Campos, Mallorca)", de Roig Oliver (2015), atès que la parcel·la de garrovers es troba a l'interior del kilòmetre quadrat de l'estudi.

4.2. Les existents a la quadrícula UTM 31SED0364 de Campos (Mallorca)



1. Quadrícula UTM 31SED0364 (Campos, Mallorca)
i situació (punt vermell) de la parcel·la de garrovers.

Descartades les no existents a la quadrícula, varen quedar com a possibles amfitriones, juntament amb les tapereres, les porrasses, les ravenisses, les mostalles i els sarronets de pastor, a més d'algunes de cultivades, com les patateres i els pebrers. També, encara que no esmentada a la bibliografia consultada, però relativament abundant a la quadrícula, vàrem afegir els pebres d'ase (*S. nigrum*), tant pel seu caràcter de solanàcia com per estar ja associada a Mallorca amb el gènere *Asphondylia* (Traveset i Mas, 1999; Skuhrová i Skuhrový, 2004).

Entre les espècies possibles hostatgeres esmentades, al llarg dels cinc anys no vàrem trobar cap indici de la presència del moscard als sarronets de pastor (*C. rubella*), malgrat estar presents a la parcel·la gran part de l'any, ni tampoc a les porrasses.

4.3. Les porrasses (*Asphodelus fistulosus*)

En feim referència per la seva presència important a la quadrícula, encara que no a la parcel·la, perquè són de les més esmentades a la bibliografia. Tanmateix, al llarg d'aquests cinc anys no hi hem detectat cap atac del moscard, segurament perquè, en el moment de la sortida de la generació hivernal procedent del garrover, ja s'ha superat el període crucial de prefloració i quallat i, per tant, de receptivitat a la posta del dípter. Tampoc no l'hem localitzat en fruits ja secs al llarg dels estius i les tardors.



2. L'inici de la floració de la porrasa a principis de març, moment crític per a la infestació pel moscard, quan encara no s'ha produït la sortida dels primers procedents de les garroves.



3. Fructificació cap a final de maig, amb fruits ja secs sense presència de restes del moscard, com era lògic esperar.

4.4. Les mostalles (*Sinapis alba* subsp. *alba*)

Durant 2019, segurament degut a la sequera (48 l/m^2 des de l'1 de gener fins a l'1 de maig), el cicle de *S. alba* subsp. *alba* es va avançar i en el moment de la sortida dels primers moscards de les garroves ja presentaven les síliques seques. L'any 2020, que fou el més plujós i es va arribar en el mateix període anterior a 218 l/m^2 , va permetre allargar els cicles de tots els possibles hostatgers. A principis de juny, en alguns dels exemplars de mostalles presents a la parcel·la experimental de garrovers es localitzaven, per primera vegada a Mallorca, síliques amb presència d'agalles pròpies d'un cecidòmid (?), malgrat que sense larves i pupes, únicament amb sortides d'emergència, fet que posava de manifest que s'hi havien desenvolupat moscards. No vàrem poder comprovar que fossin d'*A. Gennadii*, ja que en cas de ser-ho serien dels procedents de la generació hivernal al garrover, emergits cap a meitat d'abril, quan a les tàperes encara no existien, per molt pocs dies, poncelles florals receptives a la plaga.



4 i 5. Agalles produïdes per un cecidòmid, no identificat, en síliques de *S. alba* subsp. *alba*.

Posteriorment, exemplars examinats a finals de juny, malgrat que alguns es trobaven molt propers a tàperes infestades, no presentaven indicis d'atac, tot i trobar-se encara en receptivitat. D'altra banda, a les tàperes ja s'havia produït la primera reinfestació dels moscards desenvolupats als botons florals, la qual cosa sembla indicar clarament la seva preferència d'hostatger.

Les observacions que es varen dur a terme al llarg de l'estudi posen de manifest que, quan per circumstàncies generalment de tipus mediambiental, la sortida dels primers moscards de la generació hivernal al garrover s'inicia cap a finals d'abril, *S. alba* subsp. *alba* podria ser un hostatger secundari alternatiu d'*A. gennadii*, fins al moment de trobar a la parcel·la les primeres tàperes receptives. Tanmateix, aquest fet sempre s'ha documentat amb pluviometries superiors. (Vegeu els quadres dels cicles anuals en el capítol següent.)

4.5. Les ravenisses (*Diplotaxis eruroides*)

Al llarg de tots els anys –llevat, com veurem, de 2020–, la sequera i la calor varen propiciar, igual que en el cas anterior, que en el moment d'emergència dels primers moscards de la generació hivernal del garrover a la parcel·la ja no hi hagués exemplars de *D. eruroides*

susceptibles a la infestació, mentre que les tàperes ja es trobaven en inici de receptivitat a la plaga.

A finals de maig de 2020, vàrem registrar a la parcel·la, també per primera vegada a Mallorca, plantes de *D. eruroides* infestades pel moscard, les quals presentaven cecidis amb larves de totes les fases, així com la pupa d'un dels seus parasitoides: *P. nitescens*.

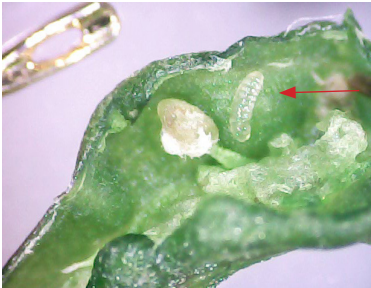
Així, els moscards que varen provocar els cecidis formaven part dels primers emergents procedents de la generació hivernal al garrover. A més, les ravenisses, en determinats anys (com va ocórrer el 2020), són un hostatger secundari alternatiu d'*A. gennadii*. Vegeu-ne els quadres dels cicles en el capítol següent.



6. Cecidis induïts per *A. gennadii* en síliques de ravenissa.

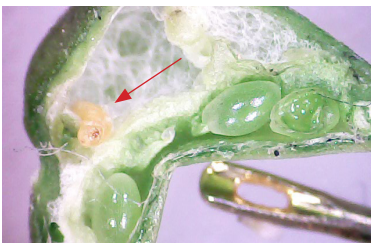


7. Comparació de la grandària amb una moneda de centim d'euro.



<https://youtu.be/d9At4i0VASQ>

8. Larva de segona fase (L2) a l'interior del cecidi. Fixau-vos en la presència de l'incipient miceli del fong simbiòtic (20x).



9. Larva de tercera fase (L3) a l'interior del cecidi. Observau l'abundància de miceli del fong simbiòtic al voltant de la larva (20x).

4.6. Les taperes (*Capparis spinosa* subsp. *rupestris*)

A la parcel·la de garrovers, com ja hem avançat, l'hostatger secundari principal d'*A. gennadii* són les taperes.



10. Primeres tàperes susceptibles a la posta del moscard quan assoleixen una amplària de 3 a 5 mm.



11. Secció d'una tàpera de 5 mm amb una larva de primera fase L1 sobre la paret de l'ovari (20x).



<https://youtu.be/CLnPs1pf59A>

12. Tall d'una tàpera. A la porció esquerra es pot apreciar una larva de tercera fase L3. A la de la dreta, dues pupes.



13. Embolcall d'una pupa sobresortint de la tàpera que roman sense obrir després de l'emergència del moscard.

A principis de maig, les tàperes de 3 a 5 mil·límetres d'amplària ja són susceptibles a la posta dels primers moscards procedents del garrover. La seva abundància, tant a la parcel·la com a la quadrícula, al llarg de la seva prefloració continuada, que abasta, segons els anys, de finals d'abril a finals de setembre, permet al moscard una fàcil multiplicació en els botons florals que es van produint de manera continuada, pràcticament a ritme setmanal.

Per aquest motiu, a la parcel·la estudiada, les tàperes constitueixen l'hoste ideal per mantenir les distintes generacions del moscard que s'aniran produint sobre elles fins al final del seu període de floració a les acaballes de setembre. Poden fer sobre les poncelles quatre o cinc generacions, segons els anys, de manera que en finalitzar la darrera les joves garroves susceptibles a la infestació ja han aparegut i propicien que el moscard pugui completar el seu cicle anual, com va ocórrer els anys més secs. (Vegeu els quadres dels cicles 2019, 2021 i 2022 en el capítol següent.)

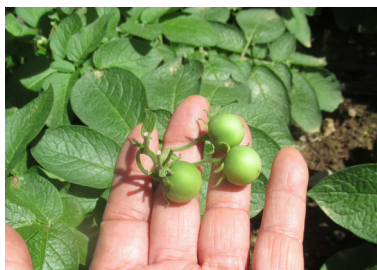
No obstant això, no sempre és així. Els anys més secs, cap a meitat de juliol fa aparició la mosca *C. savastani*, que ja ha esdevingut plaga, i comença a infestar els borrons florals de les tapereres, tant els sans com els colonitzats pel moscard, de manera que cap a finals de juliol estan tots atacats i la infestació continua en els que es van produint. El fet impossibilita que el moscard se segueixi desenvolupant sobre tàperes, cosa que l'obliga a cercar un nou hoste. Com que fins a l'inici de l'agost no es troben les primeres garroves receptives, ha de cercar-lo en una altra planta hostatgera, que li permeti continuar part del seu cicle anual i que troba en determinats anys en *S. nigrum*.

Cal posar de manifest que durant tots els anys de l'estudi els estralls de la mosca a les tàperes han estat tant intensos que, si es generalitzen, a partir de meitat de juliol posaran en greu perill la seva producció a tota l'illa.

4.7. Les patateres (*Solanum tuberosum*)

Pel que fa a les patateres, de la prospecció duita a terme a la quadrícula durant tot el període de seguiment únicament es va trobar a finals de juliol una mata de patatera, procedent de rebrot de la collita de juny, amb baies afectades pel moscard. Presentava larves en totes les seves fases, pupes i miceli del fong simbiòtic. La mata es trobava a escassa distància d'una taperera i a una vintena de metres del primer garrover de la parcel·la.

L'aparició del moscard en aquesta patatera, atesa la proximitat a plantes de tàpera infestades pel dípter, segurament tenia l'origen en individus de la segona o la tercera generacions desenvolupades a les tàperes, ja que a les garroves les sortides finalitzen entrat juny. El fet provà, també per primera vegada a Mallorca, que *S. tuberosum* pot ser un potencial hoste secundari d'*A. gennadii*, especialment quan la producció de les baies s'inicia de finals de juny a principis de juliol, en indrets propers a tapereres i garrovers.



14. Baies sanes de patatera.



15. Inflorescències infestades pel moscard de les tàperes i les garroves.

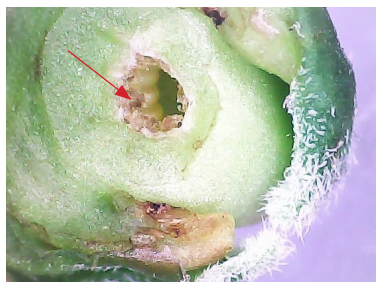
Als cultius familiars de patata prospectats a la quadrícula durant els cinc períodes durant els quals es va dur a terme l'estudi mai no s'havien localitzat baies atacades. Això ens animà a fer una petita sembra de patateres a meitat març a la vorera d'un grup de tapereres properes a la parcel·la de garrofers, per tal de comprovar d'aquesta manera si la patatera en pot ser o no un hoste. Hem de tenir en compte que la floració i la fructificació de les patateres dels dos cultius anuals que es duen a terme tradicionalment a la zona són adequades per al desenvolupament del moscard, pels dos motius següents:

- Durant el primer cultiu, que es desenvolupa entre febrer i juny, les poques baies que quallen són generalment anteriors a la primera emergència d'adults procedents de les tàperes.
- Durant el segon cultiu, que va de setembre a febrer, generalment no es desenvolupen baies per mor de la disminució de la temperatura i les hores de llum.



<https://youtu.be/l2e6aloovUs>

16. Inflorescència de patatera amb deformacions causades per l'atac del moscard *A. gennadii*.



<https://youtu.be/l0BisQuVFfk>

17. Baia de patatera amb larva L3 a l'interior del seu nínxol (20x).



<https://youtu.be/ufBGOhuOW1k>

18. Larva en fase L3 (20x).



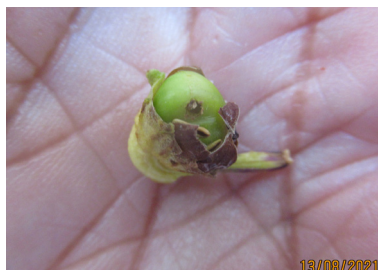
19. Larva L3, pupa i presència del fong simbiòtic (20x).

D'aquesta manera queda palès que la possibilitat o impossibilitat de fer servir aquesta espècie com a hoste està lligada a l'estat fenològic de la planta quant a floració i fructificació.

4.8. Els pebrers (*Capsicum annuum*)

Pel que fa als pebrers, durant el cinc anys de prospecció, únicament el 13 d'agost de 2021 es localitzaren fruits deformats amb orifici d'emergència i cambra de pupa pròpia del moscard en exemplars propers (uns 32 metres) a tapereres infestades. La resta dels anys, malgrat trobar cultius contigus a la parcel·la en estat de receptivitat des de juny fins a octubre, mai no havíem localitzat vestigis de la presència del dípter. Probablement aquest fet és degut que fins a final d'agost troba més fàcil l'hostatger a les tàperes.

De la mateixa manera que es va fer amb les patateres, per tal de comprovar si realment el dípter era capaç de desenvolupar-se sobre els pebrers, se'n varen sembrar durant els dos darrers anys a la vorera de tapereres, i es va confirmar igualment la possibilitat real d'infestació.



20. Fruit deformat de pebrer per l'atac del moscard *A. gennadii*.



21. Tall d'un jove fruit de pebrer en el qual es pot observar la cambra de la pupa a l'interior.

4.9. Els pebres d'ase (*Solanum nigrum*)

Quan l'atac de la mosca *C. savastani* ja és total i encara no hi ha les primeres garroves de la parcel·la susceptibles a la infestació, alguns moscards prefereixen l'alternativa més propera que els ofereixen per a la infestació: els pebres d'ase (*S. nigrum*).

Al llarg del període de mostreig per detectar infestació d'*A. gennadii* sobre les *S. nigrum* hem trobat les troballes destacades següents:

- Els anys 2022 i 2023, probablement a causa de les elevades temperatures i l'extrema sequera de l'estiu i part de la tardor, no es va desenvolupar cap planta d'aquesta espècie en tota la parcel·la (excepte a les acaballes de novembre de 2022).
- Durant la resta de les temporades de mostreig, *S. nigrum* es va trobar a tota la parcel·la (especialment a la zona dels tarongers i al voltant de les zones humides generades pel reg per degoteig de la vinya), que va presentar al llarg de tot el cicle les condicions fenològiques adequades per al desenvolupament del moscard. Tot i això, únicament entre principis d'agost i finals de novembre es varen observar plantes amb baies atacades per *A. Gennadii* (vegeu els quadres del capítol següent).

A les baies de pebre d'ase amb símptomes d'atac, es varen localitzar larves L3, pupes, adults i embolcalls de pupes d'*A. gennadii*. Igualment es varen observar tant formes immadures com adults del parasitoide *E. dentata*, així com pupes de *P. nitescens*.



22. Baia de *S. nigrum* amb cambra de pupa.



<https://youtu.be/vpdgCr-eUuc>

23. Emergències d'*A. gennadii* a principis d'octubre.



24. Baies deformades amb embolcalls de pupa a la mateixa època.



25. Adult del moscard *A. gennadii* sobre una baia de pebre d'ase (20x).

4.10. Resum sobre la importància de les plantes hostatgeres en el cicle anual del moscard

Com ja hem avançat, la dinàmica de producció continuada de poncelles florals de les tàperes, que normalment es produeix des de finals d'abril fins a primers d'octubre, propicia que en anys normals les successives generacions d'*A. gennadii* que s'hi desenvolupen puguin mantenir una relació de fidelitat a les plantes on s'han criat. Hi troben més facilitat d'hoste, en ser molt més abundants que les altres possibles hostatgeres i els ofereixen la possibilitat de fer el mínim desplaçament per trobar-les.

Quan les condicions ambientals propicien que la primera generació de moscards, que emergeixen de les garroves, s'avanci al període en el qual les tapereres presenten l'estat fenològic adequat per al desenvolupament d'*A. gennadii*, aquests troben un hoste alternatiu a *D. erucoides*. Tot d'una que les tapereres assoleixen l'estat fenològic adequat perquè el moscard s'hi desenvolupi, continuen el seu cicle sobre aquestes. D'altra banda, hem vist que *C. savastani* pot desplaçar *A. gennadii* i obligar-lo a cercar hostes alternatius, com ara el pebre d'ase (*S. nigrum*) (vegeu els quadres dels cicles al capítol següent).

5. EL CICLE DEL MOSCARD

El garrover és hostatger principal i de major importància, ja que és on la darrera generació anual passa l'hivern, i determina la permanència del moscard en el temps. S'inicia amb la sortida dels primers adults de la generació hivernal que té lloc al garrover i que es produeix normalment d'acaballes d'abril a principis de maig. De les sis o set generacions anuals, únicament les dues o tres primeres es desenvolupen a les garroves: els principals hostatgers secundaris són les tàperes i en determinades circumstàncies també els pebres d'ase, sense oblidar les ravenisses, les patateres i els pebrers.

En visualitzar els quadres dels cicles cal recordar que el garrover floreix quan encara té el fruit a l'arbre i que, per tant, el cicle biològic el desenvolupa en part en dos anys diferents.



1. Coincidència de flors i fruits en el garrover. Recordau la dita "Bon arbre és el garrover, / que fa garroves tot l'any / quan li cullen ses d'enguany / ja té ses de l'any que ve".

5.1. El cicle anual 2018-2019

Com ja hem assenyalat, en visualitzar els cicles, cal recordar que la floració del garrover, que és molt escalonada, s'inicia quan la collita de l'any anterior encara és a l'arbre, i va des de principis d'agost fins a les acaballes de novembre en algunes varietats. Per aquest motiu, els danys detectats durant 2019 foren resultat de les postes fetes per les poblacions d'agost i principis de setembre de l'any anterior. No hem pogut determinar quins factors abiòtics o biòtics varen poder motivar l'esclat de la plaga amb tanta intensitat.

Entre finals d'abril i principis de maig de 2019, a l'entorn de la quadrícula, la primera generació d'insectes procedents dels hivernants que varen emergir de les garroves únicament va afectar les tapereres (*C. spinosa*). Als pebres d'ase, les patateres, els sarronets de pastor i els pebrers, malgrat ser-ne susceptibles des de part de la primavera i començament de l'estiu, no

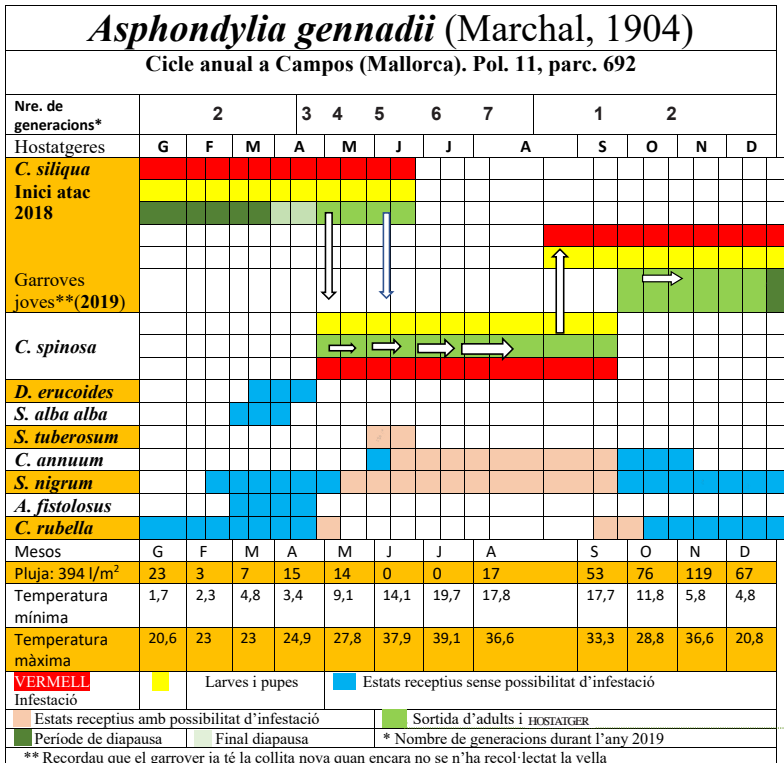
trobarem vestigis de la presència del moscard. Per la seva banda, tant les mostalles (*S. alba* subsp. *alba*) com les ravenisses (*D. erucoides*) ja havien finalitzat el període de receptivitat.

Crida especialment l'atenció el cas de les *S. nigrum*, ja que malgrat estar presents a la parcel·la, pràcticament al llarg de tot l'any, no hi trobarem infestació, ni en primavera ni a partir de les generacions que es varen desenvolupar sobre les tàperes. Això ens fa pensar que presenta una notable preferència per aquesta espècie, probablement tant per la seva abundància com per la proximitat als garrovers.

Així doncs, el cicle anual d'*A. gennadii* durant aquest període es va desenvolupar únicament sobre dues plantes hostatgeres: garrover-taperera-garrover, i la infestació de les tàperes començà a finals d'abril-principis de maig. Quan l'estat fenològic de les tapereres és òptim per a la posta del moscard, s'hi desenvolupen diverses generacions, fins que entre agost i setembre tornen a fer les postes sobre els garrovers (fins al setembre).

Aquell any *A. gennadii* es va comportar com una autèntica i perillosa plaga, que va afectar amb més o menys intensitat tots els garrovers de la parcel·la, cosa que va repercutir molt negativament en la producció, atès que se'n varen recol·lectar únicament 107 kg.

ANY 2019



Quadre 5.1. Cicle del moscard *A. gennadii* (2018-2019).

5.2. El cicle anual 2019-2020

Les pluges de l'hivern de l'any 2019 i de la primavera del 2020 varen influir clarament en el cicle del moscard i varen alterar també el d'alguna planta hoste. Així, des del punt de vista fenològic *D. erucoïdes* va presentar l'entrada en receptivitat a l'atac del moscard molts pocs dies abans que les tàperes. Aquest fet va permetre a la generació hivernal de moscards emergents de les garroves pondre a les ravenisses, amb la qual cosa s'hi afegia, respecte al cicle de l'any anterior, un nou hoste.

D'altra banda, a les tàperes va proliferar ràpidament la mosca *C. savastani*, amb la qual cosa deixà de ser desconeguda com a plaga a partir de finals de juliol, moment en què va començar a colonitzar i deteriorar la totalitat de les poncelles florals que s'anaven desenvolupant, i va desplaçant *A. gennadii*. D'aquesta manera es va veure interromput el desenvolupament habitual del moscard sobre les tàperes fins al moment de l'aparició de les primeres garroves sensibles a la posta, cosa que obligà part de la seva prole a cercar un hoste alternatiu, per la qual cosa va fer en aquesta ocasió les postes sobre algunes de les *S. nigrum* presents a la parcel·la.

Des d'agost fins a finals d'octubre, es va poder determinar que a les *S. nigrum* es desenvoluparen fins a dues generacions. Quan acabava la primera, alguns moscards ja trobaren garroves sensibles a la posta, mentre que la resta la feien de bell nou sobre pebres d'ase.

Els individus procedents de la segona generació en *S. nigrum* únicament trobaren hostatger a les darreres garroves susceptibles a la posta en les quals passaran l'hivern. Una altra generació sobre la solanàcia no és factible, ja que ja no trobarien cap ni una garrova sensible a la posta.

Cal fer ressaltar que en tota la quadrícula únicament a la parcel·la experimental va localitzar-se *S. nigrum* amb possibilitat d'infestació pel moscard al llarg de tot el seu període vegetatiu, però curiosament només foren infestades a partir d'agost.

ANY 2020

Asphondylia gennadii (Marchal, 1904)

Cicle anual a Campos (Mallorca). Pol 11, par. 692

Nre. de generacions*		2			3			4			5			6			7			1			2		
Hostatgeres		G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D												
<i>C. siliqua</i>																									
Inici atac 2019																									
**Garroves joves (2020)																									
<i>C. spinosa</i>																									
<i>D. erucoides</i>																									
<i>S. alba alba</i>																									
<i>S. tuberosum</i>																									
<i>C. annuum</i>																									
<i>S. nigrum</i>																									
<i>A. fistulosus</i>																									
<i>C. rubella</i>																									
Mesos		G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D												
Puja: 449 l/m ²		129	2	25	89	18	27	0	11	74	47	0	27												
Temperatura mín.		3,6	4,8	5,7	6,8	13,7	13,6	22,7	17,2	14,6	7,9	7	1,5												
Temperatura màx.		19,6	24,3	28,3	25,6	31,5	32,2	39,1	35,2	33,3	27,9	22,8	19,8												
VERMELL Infestació		Larves i pupes				Estats receptius sense possibilitat d'infestació																			
Estats receptius amb possibilitat d'infestació														Sortida adults i HOSTAIGER											
Període de diapausa		Final diapausa				* Nombre de generacions durant l'any 2020																			
★ Destrucció de tots els botons florals per atac de la mosca de les tàperes, <i>C. savastani</i>																									
Possibilitat de tranferència de moscards de les garroves des de <i>S. nigrum</i> fins a <i>C. siliqua</i>																									
** Recordau que el garrover ja té la collita nova quan encara no se n'ha recol·lectat la vella																									

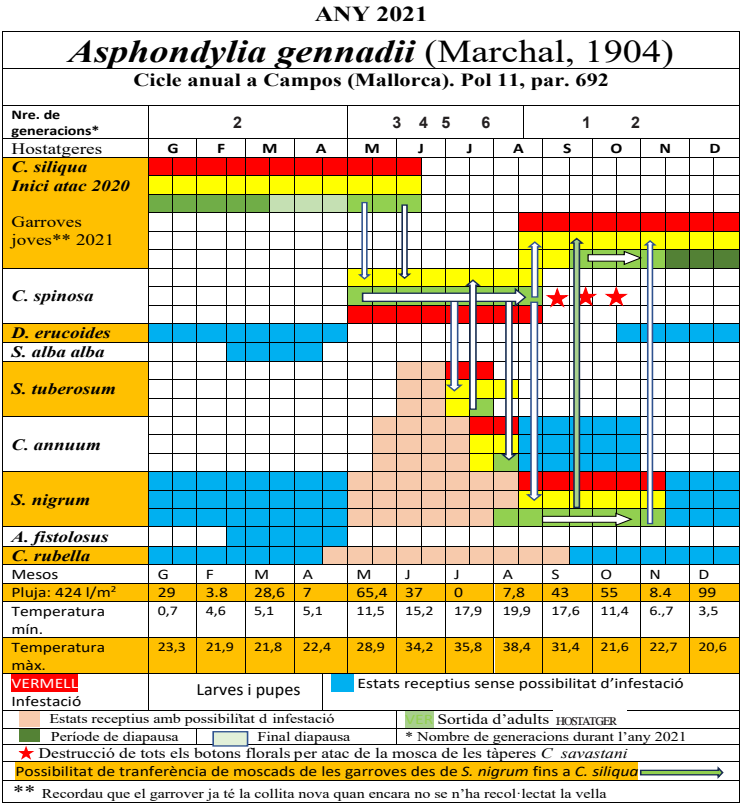
Quadre 5.2. Cicle del moscard *A. gennadii* (2019-2020).

5.3. El cicle anual 2020-2021

Les condicions meteorològiques de 2020 varen anticipar la floració tant de *S. alba alba* com de *D. eruroides*, de manera que en el moment de l'emergència dels primers adults (6 de maig) a la quadrícula ja no en quedava cap de susceptible a la infestació. Aquell any, la primera detecció de la mosca *C. savastani* a les tàperes fou el dia 13 de juliol.

Així doncs, els primers moscards emergents de la generació anual en el garrover varen trobar fàcil allotjament en les primeres tàperes susceptibles, fins al moment, que, com l'any anterior, va fer l'aparició la mosca *C. savastani* amb similar o major virulència. Així doncs, a partir de mitjan agost al moscard ja li fou impossible continuar multiplicant-se a les tàperes i ho va haver de fer com l'any anterior a les poques garroves acabades de formar existents a principis d'agost o a l'alternativa que li proporcionaren algunes de les *S. nigrum* de la parcel·la, en les quals, com en l'any anterior, fer dues generacions.

Durant aquell any es va poder observar que les patateres (*S. tuberosum*) i els pebrers (*C. annuum*) podien ser també hostatgers secundaris alternatius d'*A. gennadii*.



Quadre 5.3. Cicle del moscard *A. gennadii* (2020-2021).

5.4. El cicle anual 2021-2022

Al llarg d'aquest període, caracteritzat per una important sequera, es va observar la pràctica desaparició de totes les mostalles, les ravenisses i els pebres d'ase de la quadrícula. Només aquests darrers varen tornar a veure's començant desembre, moment en què no tenien cap possibilitat de ser infestats.

Igualment, l'onada de calor, en què s'arribà a 40 °C, afectà negativament l'aparició dels adults de la mosca (*C. savastani*), que va experimentar un retard de més de deu a dotze dies respecte als dos darrers anys, cosa que va propiciar que no es detectés fins a principis d'agost. Això afavorí que la infestació de les tàperes pel moscard pogués allargar-se fins al moment de trobar les primeres garroves susceptibles a la infestació, tal com va produir-se durant el primer any de l'estudi. Tampoc no varen observar-se danys en pebres d'ase, ja que degut a la sequera havien desaparegut de la parcel·la, ni a les patateres i ni als pebrers.

Fou el primer any en què constatarem una tercera generació sobre les garroves a partir de mitjans novembre-principis de desembre, que finalitzà cap a finals de desembre, com pot observar-se a les imatges següents.



3. Detall de garrova i embolcall.

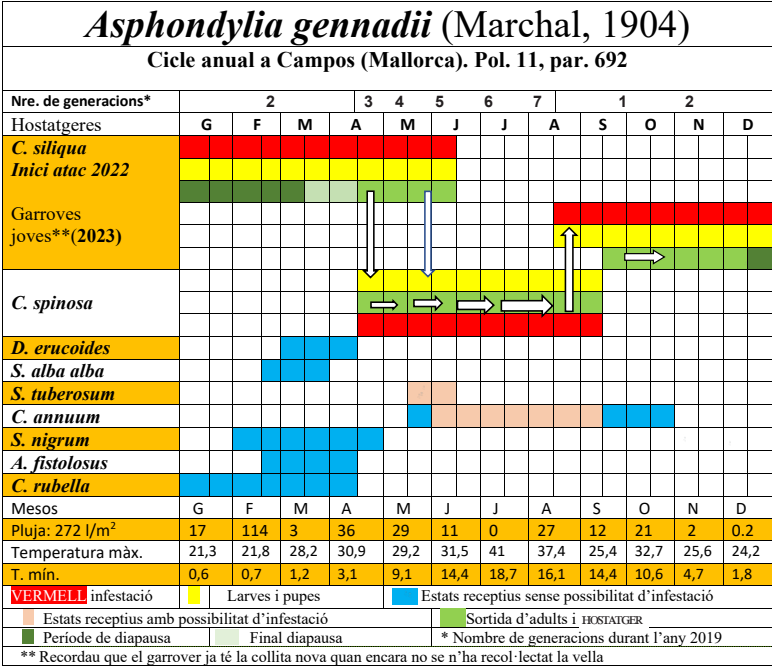
Cicle anual a Campos (Mallorca). Pol 11, par. 692

[illegible]

Quadre 5.4. Cicle del moscard *A. gennadii* (2021-2022).

El cicle del moscard fou molt semblant al de l'any anterior, igual que les condicions meteorològiques, caracteritzades per una important sequera i calor. L'aparició dels primers adults de *C. savastani* es va retardar uns pocs dies respecte al període anterior, cosa que va permetre el desenvolupament d'*A. gennadii* sobre les tàperes fins a principis d'agost, moment en què ja trobaren les primeres garroves viables a la infestació.

ANY 2023



Quadre 5.5. Cicle del moscard *A. gennadii* (2022-2023).

5.6. Consideracions sobre el moscard

Al llarg de l'estudi es varen observar diferències varietals en l'afectació dels garrovers presents a la parcel·la, i les varietats hermafrodites, especialment les primeres a florir, són les que es mostren més sensibles.

L'inici de la infestació començà sempre per les varietats més primerenques i afectà progressivament les més tardanes. Els raïms de flor que fan possible la primera generació del moscard tenen al principi un raquis curt i estan formats únicament per 1-5 garroves, de les quals sempre en queda alguna sense infestar.



4. Larva en fase L3 d'*A. gennadii* a l'interior d'una garrova jove cap a finals de setembre.

Avançat setembre, és quan emergeix la primera generació desenvolupada a la garrova. En aquests moments ja es troben arbres en floració avançada, amb abundant nombre de raïms de major longitud i, com que la població de moscards adults és major, ho és també el nombre de fruits infestats. La segona generació sobre les garroves es produeix cap a principis de novembre i roman tot l'hivern en forma larvària. Excepcionalment, com ja avançarem, durant 2022 se'n va produir una tercera, segurament per la possibilitat d'existència de poques garroves encara receptives cap a mitjan desembre.

Passen l'hivern a les garroves en forma de larva. Des de finals d'abril fins a juny, comença a produir-se l'emergència dels adults d'aquesta generació hivernal, que al moment troben tàperes disponibles sobre les quals fer les postes. Posteriorment els fruits que havien estat infestats, normalment, cauen o uns pocs romanen secs i/o deformades a l'arbre.

Durant el període primaveral és quan de bell nou comencen a detectar-se nous atacs dels parasitoides *E. dentata*, *P. nitescens* i *E. confusus*, amb l'excepció de *S. brevicornis* a les garroves i d'*E. dentata* i *P. nitescens* a les tàperes.

5.7. Difusió de la plaga

Una vegada prospectats diferents cultius de garrover en indrets de les localitats veïnes de Campos i Llubí, així com a Lloseta, Inca i Santa Maria, en cap no s'ha pogut considerar, de moment, com a vertadera plaga, atès que la seva presència és testimonial. Únicament a la part sud de Lluçmajor, al nord-est de ses Salines i als voltants nord de Maria i Santa Margalida hem pogut comprovar la presència d'una significativa població, però no n'hem pogut quantificar els efectes negatius sobre les collites. Només durant 2019 la intensitat de la plaga fou de tal magnitud que va malbaratar pràcticament la collita de la parcel·la en estudi. La resta dels anys, tot i ser evidents els danys, les produccions obtingudes, amb les seves lògiques variacions, poden considerar-se mínimament acceptables, alhora que certifiquen el mutualisme existent entre vegetal, insecte i fong. El que sembla clar és que la desaparició del cultiu de les taperes té un paper determinant en l'aparició de la plaga.

5.8. Avaluació dels danys causats pel moscard

Ha estat impossible avaluar la vertadera incidència negativa del moscard en la producció, degut entre altres factors, a la impossibilitat de controlar totes les variables que tenen incidència en el cultiu. Són exemples d'aquestes variables les malalties fúngiques que provoquen any rere any greus defoliacions, la sequera persistent que ja sembla atàvica, la tendència anyívola de l'arbre, el control de l'extraordinària i escalonada floració, la caiguda fisiològica, les garroves afectades després de l'emergència de l'insecte al juny i l'edat dels arbres.

Si ens prenem la llicència de considerar els factors negatius anteriors com a constants i utilitzam les produccions finals com a referència, veurem que únicament queda clar el perjudici causat per la plaga durant l'any 2019, com es recull en el quadre següent. En la resta, amb una infestació moderada, es fa difícil avaluar els danys.

PRODUCCIÓ ANUAL DE GARROVES A LA PARCEL·LA EN kg								
ANY	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Edat dels arbres (en anys)	9	10	11	12	13	14	15	16
Producció	253	311	107	510	1052	450	712	630

L'única referència bibliogràfica que hem trobat sobre la quantificació dels danys causats per la plaga als garroves és antiga i forana. Segons Bevan (1919) en estudis duits a terme a Xipre, quan els atacs del moscard a les garroves són greus, se n'arriba a reduir la producció fins a un 80 % o més, mentre que el normal és entre un 40 i un 50 %. Les xifres al nostre camp (vegeu el quadre anterior) –excepte les que fan referència a la detecció de la plaga, que com veim foren molt importants–, hem de considerar-les molt inferiors a les xipriotes. A més, cadascuna de les varietats estudiades (41 de femenines i 18 d'hermafrodites) presenta una sensibilitat diferent, i i destaquen les hermafrodites, que són primeres a florir, com les més atractives per al moscard.



5. A l'abril, raïm atacat per moscards de la darrera generació que s'han deslliurat de la de la caiguda fisiològica d'octubre-novembre, però que cauran després de l'emergència del moscard. Comparau-les amb les garroves de creixement normal.

RESUM

L'abandonament del cultiu de les tàperes ha propiciat que la població del moscard sigui important al llarg de la primavera i part de l'estiu, però la plaga sembla controlada prou eficaçment pels seus depredadors naturals, que possiblement hi han coevolucionat durant milers d'anys.

6. APROXIMACIÓ AL CONEIXEMENT DEL MOSCARD DE LES GARROVES I LES TÀPERES

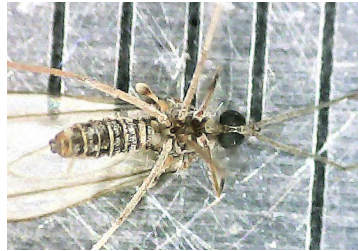
6.1. Generalitats

A. gennadii és un dípter cecidòmid d'uns 4 mm de longitud, que a primera vista ens recorda un moscard comú. L'adult és d'aspecte relativament delicat i d'un color beix, amb zones marrons vermelloses a la part del tòrax, en el qual presenta unes característiques franges grises entre anells més estrets de color marró o negre. Té totes les parts del cos, fins i tot les ales, cobertes de pèls. La vida de l'adult constitueix la fase més curta de l'insecte i en captivitat no arriba a superar mai 4 dies, com hem pogut comprovar.

Distintes imatges (20x) d'una femella del moscard de les garroves.



1. Vista dorsal.



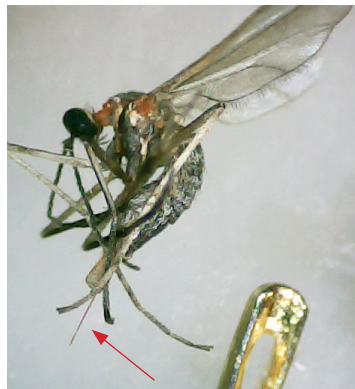
2. Vista ventral.

<https://youtu.be/9Bv3MNqoYhw>



3. Vista lateral.

<https://youtu.be/aDmzR0bzvv4>



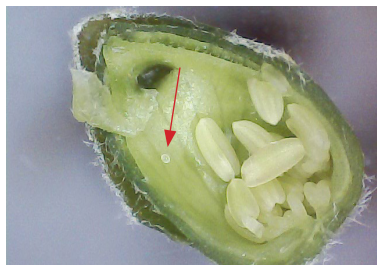
4. Visió de l'oviscapte en el moment d'iniciar la posta.

<https://youtu.be/79RffQi4H8k>



6.2. Els ous

La forma, la longitud i el color dels ous només els hem pogut comprovar a les tàperes. Inicialment, són pràcticament incoloros i lleugerament allargats, i a mesura que passa el temps van prenent una coloració lletosa. Tenen una longitud d'uns 0,15 mm i un gruix una mica inferior a 0,10 mm.



5. Ou d'*A. gennadii* (fletxa vermella) a l'interior d'una tàpera jove.

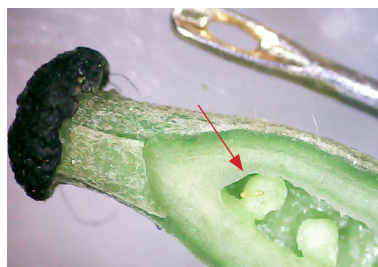


6. Ou sobre l'ovari d'una tàpera de més edat. Les dues imatges 20x.

6.3. Les larves

Les larves constitueixen la fase més llarga i complicada del cicle de l'insecte. Com en tots els dípters, són àpodes, cosa que els permet desplaçar-se amb relativa facilitat pel substrat en què es desenvolupen.

Al llarg de tot el seu cicle, que consta de tres (L1, L2 i L3) estats larvaris (Orphanides, 1975), presenten un cos glabre i 9 espiracles (1 al protòrax i 8 als abdominals).



7. Larva de final de primera fase (L1) a l'interior una jove garrova (20x).



8. Larva a començament de L2 (80x).



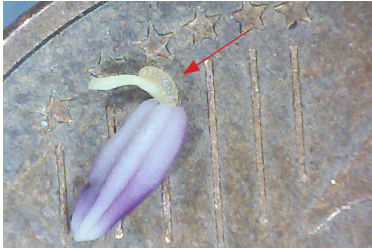
<https://youtu.be/Cz0CzD5sw>



https://youtu.be/AMEa_QlweK4

6.3.1. Les larves de primera edat

Les larves neonatals, durant part del primer estadi larvari (L1), són cilíndriques i pràcticament transparents, cosa que al camp dificulta identificar-les amb seguretat, atès que es poden confondre amb les d'algun dels parasitoides que les depreden. Ràpidament evolucionen a un color groc clar, en què únicament l'aparell bucal queda visible i diferenciat de la resta del cos. Són pràcticament cilíndriques i la part anterior és lleugerament més aguda que la posterior. Al final de l'estadi comencen a aparèixer les típiques tonalitats groc taronja que les caracteritzaran en el que els queda de cicle.



9. Larva d'*A. gennadii* al final de fase L1 procedent d'una tàpera, sobre el filament d'un estam (comparau-la amb la grandària de l'estrella de la moneda d'un cèntim d'euro) (20x).



10. Dues larves cap al final de L1, al costat d'una antera de tàpera mossegada (80x).

6.3.2. Les larves de segona edat

En la segona fase larvària (L2), les larves continuen sent cilíndriques, però tenen una grandària lleugerament superior. Al començament una petita part del cos presenta encara una certa transparència, per acabar al final amb el característic color ataronjat. En aquest estadi, la part toràcica tendeix a ser lleugerament més voluminosa que la posterior. Segons Orphanides (1975), es caracteritzen principalment per la presència de nou parells d'espíacles, un al protòrax i la resta a l'abdomen.



11. Larva L2 a l'interior d'una garrova (20x).



12. A l'inici de la fase L3 (80x).



<https://youtu.be/bVkBQBOb0Oc>

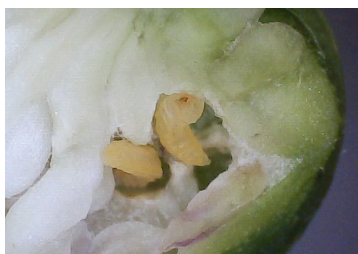
En aquesta segona fase larvària, sol ser més fàcil reconèixer els parasitoides, ja que, amb la ingesta de la larva del moscard, la zona abdominal del parasitoide adquireix la tonalitat groguenca pròpia del color de la larva depredada.

6.3.3. Les larves del tercer estadi

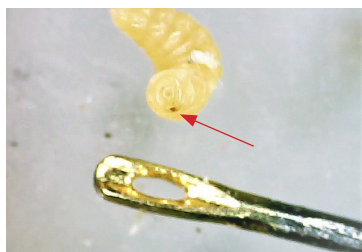
En assolir el tercer estadi larvari (L3), les larves ja són totalment del color groc ataronjat típic i la regió toràcica segueix sent una mica més ampla que l'abdominal. Presenten una clara concavitat dorsal, mentre que la ventral tendeix a la convexitat. En finalitzar el cicle arriben a assolir una longitud lleugerament superior a 3 mm. Aquesta darrera fase es caracteritza per l'aparició d'una espàtula proveïda de 4 dents que les distingeix.



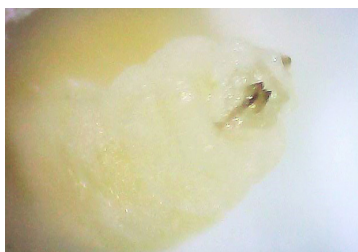
13. Larva L3 a l'interior d'una garrova petita (20x).



14. Dues larves L3 a l'interior d'una tàpera (20x).
<https://youtu.be/-niex0EaK8c>



15. Larva al final de la fase L3 amb indicació de l'espàtula (fletxa vermella).



16. Detall de l'espàtula de quatre dents (80x).

6.4. Les pupes

Les pupes corresponen al tipus obtecta, perquè tenen els apèndixs protegits per un embolcall. Es desenvolupen en un nínxol blanquinós, endurit a causa de l'acció del miceli del fong que entapissa les parets del cecidi. En principi són d'una coloració marró ataronjat que va enfosquint-se a mesura que es completa la fase. Es caracteritzen perquè els apèndixs del moscard adult es troben visibles a la superfície i la cutícula corresponent als ulls, les ales, les potes i les antenes és més fosca que la resta. La seva longitud és lleugerament inferior a la de les larves L3 en la fase final. És possible la identificació sexual de les pupes observant

que els primordis antenals que les protegeixen són més curts que els de les ales en cas de les femelles, mentre que en el cas dels mascles són iguals de llargs o fins i tot més.



17. Pupa d'*A. gennadii* a l'interior d'una garrova jove al començament de la fase (20x).
https://youtu.be/ArfT_pBQ3C0

18. Tres pupes a una tàpera en els seus respectivs nínxols (20x).



19. Vista lateral d'una pupa de mascle (20x).



20. Vista frontal corresponent a una pupa femella, en la qual poden observar els primordis antenals i els de les ales (20x).

6.5. Els adults

6.5.1. El cos del moscard

Els moscards adults tenen el cap relativament petit, mòbil, globular i lleugerament comprimit en sentit anteroposterior. Presenten dos grans ulls composts de color negre que ocupen gran part del cap. El coll és llarg, fet que els permet moure el cap amb un ampli rang de moviment.



21. Detall del cap i el tòrax (80x).



22. Detall de l'abdomen (80x).

Les antenes, com les de tots els cecidòmits, són llargues i flexibles i tenen una longitud que s'acosta als dos terços de les ales. Estan articulades en catorze artells.

El tòrax, curt, és d'un color marró amb tonalitats vermelloses més intenses quan acaben d'emergir de les pupes.

L'abdomen, cilíndric, està cobert per un borrisol gris sobre el qual es dibuixen vuit faixes més fosques, gairebé negres, que es corresponen amb els espiracles abdominals.



23. Posicionament en repòs d'un adult d'*A. gennadii*.

Les potes són fines, llargues i d'aparença feble. Són de color marró clar i les tíbies i els tarsos tenen una tonalitat groguenca.

Presenten un parell d'ales, com tots els dípters, membranoses, fortes i ben desenvolupades. Es caracteritzen per ser piloses, fet que no és usual en aquest ordre d'insectes. Són hialines i amb una venació típica, formada per una sèrie de venes més o menys longitudinals, entre les quals destaca la costal, d'una coloració marró clar. En posició de repòs les mantenen plegades en forma d'estisores.



24. La vellositat de les ales, que no és usual als dípters, constitueix una característica d'aquest cecidòmid (20x).

https://youtu.be/ArfT_pBQ3C0

25. Detall d'una ala i del balanci (80x).

Al tercer segment del tòrax es localitzen els halteris, balancins o ales modificades, típics dels dípters, que són perfectament visibles i li serveixen per mantenir l'estabilitat durant el vol.

6.6. El dimorfisme sexual

Morfològicament, hi ha tres aspectes diferencials entre les femelles i els mascles: la mida del cos, la longitud de les antenes i la presència de la terebra o ovopositor en les primeres. Pel que fa a la longitud i amplitud corporal, els mascles són lleugerament més petits que les femelles. Es pensa que aquesta petita diferència ve determinada per l'estat de gravidesa d'aquestes a conseqüència del volum d'ous que allotgen a l'abdomen, encara que no és fàcil comprovar-ho a primera vista.



26. Femella d'*A. gennadii* en la qual es pot observar clarament l'oviscapte, indicat amb una fletxa vermella (20x).



27. Mascle en el qual destaquen la major longitud de les antenes respecte a la femella i el fet de mantenir-les divergents durant el repòs (20x).

Pel que fa a la longitud de les antenes, cal dir que les dels mascles, de gairebé 22 mm de llarg, són aproximadament un 20 % més llargues que les de les femelles, i en posició de repòs solen ser una mica divergents.

Cal destacar que l'aparell ovopositor de les femelles, molt evident quan fan la posta, sobresurt en aqueix moment de la part final de l'abdomen en la qual es troba evaginat. És dur, recte, llarg, quitinós i retràctil.

Es creu que la fecundació és interna i que per aquesta raó és necessari el contacte físic entre el mascle i la femella (Orphanides, 1975), fet que no hem pogut verificar en els exemplars que s'han tingut en captivitat. La longevitat de les femelles en captiveri és lleugerament superior a la dels mascles: 3-4 dies.



28. *A. gennadii* a punt de pondre. Fixau-vos en el volum abdominal i en l'oviscapte (20x).



29. Detall de l'oviscapte evaginat (80x).
<https://youtu.be/h9s-nMbcJHs>



7. LA PART DEL CICLE ANUAL DEL MOSCARD *A. gennadii* A LES GARROVES

7.1. Durada i receptivitat del garrover a l'atac del moscard

La continuïtat del cicle anual del moscard en el garrover es caracteritza per la seva durada més llarga, respecte a la que fa a les tàperes. S'allarga des d'agost fins a finals d'abril-principis de juny, gairebé nou mesos, durant els quals es desenvolupen normalment dues o tres generacions. A les tàperes, entre maig i finals d'agost hi creixen quatre o cinc generacions, si l'atac de *C. savastani* ho permet.

L'interval de temps en el qual el moscard pot fer la posta sobre les flors del garrover a la parcel·la és el que dura el seu període de floració escalonada, és a dir, poc més de tres mesos. Aquest període –en el conjunt dels arbres estudiats: 41 varietats femenines i 18 hermafrodites, tots amb diferent cronologia de floració– s'allarga pràcticament des de principis d'agost fins a entrat desembre, quan encara troba en els garrovers més tardans algun raïm amb flors receptives a la posta.

Raïms florals hermafrodites a la parcel·la experimental receptius a la posta del moscard *A. gennadii*.



1. L'agost.



2. El setembre.



3. L'octubre.



4. El novembre

Vegeu les dates corresponents de les fotografies.

A la parcel·la de garrovers, el període de possibilitat d'infestació dels fruits pel moscard només es produeix just quan acaben de quallar, que és diferent per a cada varietat de les 69 estudiades. Com que la floració del garrover és molt escalonada, en el total de garrovers de la parcel·la dura al voltant de quatre mesos. És a dir, que d'agost a novembre pot haver-hi possibilitats d'atac del moscard. Durant aquest període es produeixen dues –rarament tres– generacions: la primera, entrat l'agost amb individus procedents de la darrera a les tàperes.

Pel motiu anterior, no és estrany que les primeres evidències de sensibilitat a l'atac en els fruits acabats de formar precedeixin en més de tres mesos la que s'ha observat en les garroves joves més tardanes, que ja ho són per a moscards pertanyents a la segona o rarament a la tercera generació feta a les garroves.

Al llarg de tots aquests anys cal destacar que les primeres varietats a entrar en floració correspongueren a garrovers hermafrodites, que foren els primeres a presentar garroves joves sensibles a l'atac. Possiblement això és perquè la femella del moscard té assegurats, en les flors acabades de quallar, els aliments vitals per a la posta: el pol·len i el nèctar.



5. Degut a la destrucció total de les poncelles florals de les tàperes que van apareixent, la mosca *C. savastani* pertorba el cicle d'*A. gennadii* en obligar-la a cercar una nova planta hostatgera. A la imatge se'n pot observar una cercant pondre a una tàpera.

Com hem esmentat anteriorment, cap a final de novembre o principis de desembre finalitza a la parcel·la el període de possibilitat d'infestació (final del període de floració).

Els anys normals, encetat setembre ja són clarament evidents els danys a les garroves joves originats per la darrera generació del moscard procedent de les tàperes.



6. Tres raïms curts, els de l'esquerra infestats i el de la dreta sense atac.



7. Dos raïms, un curt i l'altre llarg, amb totes les garroves infestades. Observau que les dues imatges corresponen a garrovers hermafrodites.

Sembla clar que la receptivitat a l'atac de l'insecte a les garroves joves s'inicia poc abans d'haver estat pol·linitzades, la qual cosa té lloc quan les futures beïnes amb prou feines arriben a 5 mm de longitud. En aquest moment, als raïms de flors hermafrodites més primerenques les anteres estan a punt d'iniciar la dehiscència.

Les siliques joves atacades romanen adherides al raquis del raïm sense caure, fins que es produeix l'emergència dels adults de cada generació. Els adults de la darrera generació sobre les garroves, que emergeixen després de l'hivern, ho fan de finals d'abril a principis de juny.



8. Raïms de garroves receptives a la posta del moscard.



9. El moment òptim de receptivitat a la infestació per part d'*A. gennadii* es produeix quan les garroves assoleixen 3-5 mm (20x).



10. En alguns garrovers hermafrodites, la receptivitat a l'atac del moscard té lloc abans que les anteres alliberen pol·len i per tant abans de la seva possible autopol·linització (20x).

7.2. La posta del moscard a les garroves

7.2.1. La caiguda fisiològica

La posta dels moscards de la segona o tercera generació a les garroves, segons els anys, assegura als joves fruits la immunitat contra la caiguda, que els permet romandre a l'arbre fins al final de la generació en començar la primavera. El fet té a veure amb el mutualisme entre arbre, insecte i fong. Així es garanteix la permanència a l'arbre de les garroves infestades, en evitar el possible despreniment de tipus fisiològic que de manera natural es produeix cada any poc temps després de la fecundació i el quallat, especialment de les garroves no fecundades, que es produeix normalment entre finals d'octubre i novembre.

La caiguda fisiològica es produeix normalment entre octubre i novembre i no s'ha observat cap any la caiguda de cap fruit amb símptomes d'atac del moscard, tal com es mostra a les imatges.



11. Octubre de 2019.



12. Novembre de 2021.

La intensitat de la caiguda es posa clarament de manifest l'abril quan observam els raïms. En els afectats, les garroves amb braquicàrpia romanen sense caure i presenten un creixement molt alentit. En els no afectats, la caiguda fisiològica, que és intensíssima, provoca que només una minoria quedi amb alguna garrova normal.

El moscard procedent de la darrera generació a les tàperes fa la posta sempre de nit, preferentment en raïms de garroves de la part mitjana-baixa de l'arbre. La inicia per la zona orientada a l'est i no s'ha localitzat mai en garroves amb braquicàrpia a les zones mitjanes-altes. Així, hem de pensar que aquests adults s'han desenvolupat en plantes no llenyoses baixes, com les tapereres. En la generació següent que es desenvolupa a les garroves, en tenir lloc a major altura, ja es localitzen garroves infestades a zones més elevades de l'arbre.

7.2.2. Les captures d'adults



13. A les trapes enganxoses grogues no es capturaren moscards.



14. Tampoc a les botelles amb solució de fosfat amònic.



15. Trampa de llum.



16. Gran efectivitat de les trapes de llum.

Durant els cinc anys de seguiment de la plaga, es varen col·locar trapes enganxoses grogues, botelles amb fosfat amònic al 4 % i parany de llum per a la captura d'adults tant a les tapereres com als garrovers. No es varen obtenir captures en els dos primers casos. Únicament amb les trapes de llum fou possible capturar-ne, la qual cosa confirma la seva activitat nocturna. Ens crida l'atenció l'absència de captures d'aquesta espècie a les trapes grogues, molt eficaces per a altres insectes, com la mosca de les tàperes *C. savastani*.

7.2.3. Les característiques de les garroves infestades

Com ja va informar Orphanides (1975), després de l'oviposició, la jove beina es va deformant gradualment, cosa que provoca una típica anomalia coneguda, com ja hem avançat, com a *braquicàrpia*. El fet es fa evident al cap de prop d'una setmana d'haver-se iniciat l'atac i es pot accentuar amb la presència d'algun parasitoida. L'anomalia, en part, és conseqüència de la toxina injectada per l'insecte durant la posta, que, a més, té la propietat de paraitzar el creixement de les llavors més properes al seu entorn, estimular el desenvolupament del fong simbiòtic del qual s'alimenta la larva en la darrera fase i contribuir a la deformació final.



17. Raïm en el moment de receptivitat a la posta del moscard.



18. Detall de garrova jove amb braquicàrpia cap a meitat d'agost.

Inicialment, la identificació de les beïnes amb larves L1 resulta difícil per a un profà, però en proporcionen un indicatiu la subtil infladura de la zona d'oviposició, així com una tènue curvatura que s'accentua amb el temps. Des de mitjans d'octubre fins a desembre el procés d'alteració de les garroves afectades s'accelera, i s'alenteix amb la davallada de la temperatura. Aquest retard en el creixement dels fruits es produeix també tant en la larva del moscard que contenen com en la del possible parasitoide depredador, en aquest cas *E. dentata*.

Quan acaba l'hivern comença a ser més evident la infestació, ja que és quan més perceptible es fa el creixement anormal de les joves garroves respecte a les sanes i ja és totalment evident a l'inici de la primavera.

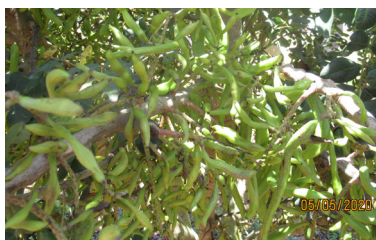
Evolució de les garroves atacades per *A. gennadii* entre els períodes d'octubre i agost.



19. Raïm atacat a l'octubre. Observau que no hi ha caiguda fisiològica de fruits atacats.



20. Durant el mes d'abril és evident la diferència de creixement entre les garroves afectades respecte a les normals.



21. Exemple de gran infestació en una imatge presa al maig.



22. Principis de juny, abans de començar les emergències.



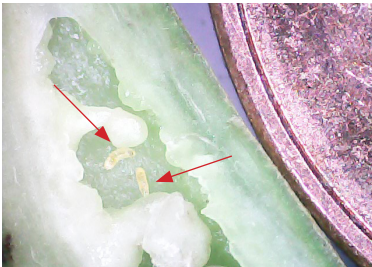
23. Al juliol, finalitzada l'emergència, garroves atacades ja seques a punt de caure i una garrova normal (fletxa vermella).



24. A l'agost, garroves atacades que han superat amb dificultats la plaga, i que poden confondre's amb una deficient pol·linització.

7.2.4. Nombre d'ous per garrova infestada

No hem pogut comprovar exactament el nombre d'ous que el moscard pon a cada garrova, ni tampoc localitzar-los. Malgrat que a la majoria de les garroves joves infestades només es troba una larva, en alguna se n'han trobat dues, la qual cosa du a pensar que el nombre d'ous que poden pondre és de 2, dels quals 1 es perd (vegeu les imatges següents).



25. Secció longitudinal d'una garrova jove al setembre, en la qual es poden observar excepcionalment dues larves L2 del moscard (20x).



26. Garrova al maig, en la qual es poden observar els embolcalls de les pupes després de l'emergència dels adults d'*A. gennadii*.

8. LA BIOLOGIA DEL MOSCARD A LES GARROVES

8.1. Generalitats

Els moscards capdavaners de la primera generació anual a les garroves tenen l'origen en les tàperes i normalment solen infestar d'una a tres garroves joves per raïm floral. Els de la segona, més abundants, poden arribar a infestar totes les del raïm.

Segons Orphanides (1975), generalment les femelles comencen a pondre poc després de l'aparellament i fan la posta en uns 60 s. Les femelles, després d'examinar cada jove garrova, elegeixen el lloc adient per fer l'oviposició. Estenen l'oviscapte, perforen el teixit en el punt precís i dipositen l'ou. A les garroves la duració de l'etapa d'ou no és ben coneguda, però es creu que no supera 4 dies (Rohfritsch, 2008).

Després de l'eclosió de l'ou, la larva L1 sobreviu durant un curt període de temps a expenses de les reserves de l'aliment embrionari que aprovisiona. Més tard, passa a alimentar-se fonamentalment de les cutícules de les diminutes llavors de les joves garroves, i es desplaça amb certa facilitat per l'interior de la beina, activitat que continua com a larva L2 fins poc abans d'entrar en la tercera fase (L3).



1. A l'interior d'una garrova, larva L3 d'*A. gennadii* iniciant la construcció de l'alberg de la pupa. Observau al seu voltant la presència de miceli del fong simbiòtic (20x).

<https://youtu.be/ZkRxG2b5ohU>



2. Part de la regió anal de larva L3 envoltada pel miceli (80x).

<https://youtu.be/46lrV7aixAg>



3 i 4. Detalls de la part cefàlica quan s'alimenta.

<https://youtu.be/aac1uKP7qSY>

La part del cicle anual del moscard al garrover ocupa gairebé nou mesos. A continuació es presenten les particularitats que ocorren al llarg de distints períodes de l'any.

8.2. Des de l'inici del cicle a l'agost fins al setembre

Al llarg d'aquest període, a les garroves que presenten braquicàrpia podem trobar les que només allotgen la larva del moscard i les que, a més, acullen també la d'algun parasitoide.

A les primeres localitzam larves que evolucionen normalment en els tres estadis, així com les primeres pupes, cosa que permet al moscard completar una primera generació al garrover, la qual que sol tenir lloc cap a les acaballes de setembre. A les segones trobam també larves dels parasitoides *S. brevicornis* i *P. nitescens*. El fet posa de manifest que l'inici de l'oviposició d'aquests parasitoides a les garroves és pràcticament simultani al de la posta del moscard. Cap a meitat de setembre es detecta igualment la presència de larves d'un altre parasitoide, *E. dentata*, la qual cosa té lloc de manera pràcticament simultània a l'emergència de la primera generació del moscard a les garroves, que coincideix també amb la de *S. brevicornis*.

A les garroves amb braquicàrpia, tant amb parasitoides com sense, destaca la relativa facilitat de moviment de les larves del moscard per l'interior de la beina, tant per alimentar-se com per cercar, com ja hem avançat, el lloc on iniciar la construcció que albergui la pupa. Aquesta tasca es produeix, com sabem, en assolir la larva el tercer estadi (L3), moment en què limita la mobilitat a l'espai que configura el cecidi. Hem de destacar també la gran mobilitat de les larves de *S. brevicornis*, que sembla no estar estrictament relacionada amb el seu objectiu de parasitar el moscard.

Imatges preses entre agost i setembre.



5. Larva en fase L3 d'*A. gennadii*, abans de començar la formació del nínxol. Observau la presència del fong simbiòtic (20x).



6. Embolcall de pupa i femella adulta de la primera generació desenvolupada a les garroves (20x).



7. Larva en fase L2 de *S. brevicornis* a una garrova amb presència de miceli a l'interior (20x).



8. Femella adulta del parasitoide *S. brevicornis* (20x).
<https://youtu.be/f0KlQ9Yux2k>



En absència de parasitoides, el moscard es desenvolupa a les garroves. Els primers adults emergeixen normalment a final de setembre i tot d'una infesten noves beines, ja sigui del mateix arbre o d'un altre, la qual cosa dona lloc a la segona generació del cicle anual del moscard. En determinats anys de tardors càlides com la de 2022 pot arribar a produir-se'n una tercera entrat ja desembre.

8.3. Des d'octubre fins a principis de gener

A partir d'octubre comença a observar-se una parada generalitzada del creixement de les larves de segona edat que s'allarga fins entrat març. L'alentiment del creixement, que no sembla afectar la mobilitat, els permet desplaçar-se entre els buits de les llavors que alberguen les beines. Aquest retard en el desenvolupament està originat per un període regular de condicions mediambientals adverses, sense entrar en una diapausa estricta, que s'allarga pràcticament durant tot l'hivern.

També es poden trobar garroves en les quals, a més del moscard, es desenvolupen parasitoides: *S. brevicornis*, *E. dentata* i *P. nitescens*. A partir de novembre apareix *E. confusus* i s'observa una gran depredació de larves i pupes del moscard, la majoria de les quals ja apareixen destrossades, a mig consumir o mortes. A les garroves s'observen també orificis d'emergència, però es poden identificar amb seguretat només els de *S. brevicornis*, que són els de diàmetre menor.

Pupes d'*A. gennadii* malmeses per parasitoides, des d'octubre fins a inicis de gener.



9. Amb primers signes de depredació.



10, 11 i 12. Totalment depredades.



Totes les imatges 20x.

El fet de trobar la pràctica totalitat de les pupes mortes, destrossades o consumides des de novembre fins a principis de gener explica la gran funció que fan els parasitoides. Amb la seva actuació eliminen pràcticament la possibilitat que el moscard *A. gennadii* pugui completar, la majoria dels anys, una tercera generació a les garroves abans de l'hivern, perquè, si fos possible, els individus d'aquesta generació no podrien trobar enlloc les imprescindibles garroves receptives per a la posta, la qual cosa n'impediria la supervivència.

Tenint en compte l'anterior, no és d'estranyar que, durant aquests cinc anys, llevat de 2022, des de final de gener fins a les darreries d'abril no hàgim trobat en cap garrova amb símptomes de braquicàrpia embolcalls de pupa ni orificis d'emergència d'*A. gennadii*. Pel que fa a *E. confusus*, només cap a final de desembre hi hem trobat pupes.

Orificis d'emergència a les garroves fàcils d'identificar.



13. El d'*A. gennadii* amb embolcall de pupa.



14. De *S. brevicornis*, cercle quasi perfecte inferior a 1 mm. Ambdues imatges 20x.

Durant aquest període, cal destacar igualment, a més de la gran pressió dels parasitoides sobre les pupes, la presència de miceli del fong simbiòtic. A diferència del que s'observa quan a la garrova únicament es troba el moscard –que el miceli es comença a observar al final de la fase L1–, quan el parasitoide hi és present, el miceli ja es fa visible a l'inici de la L1 de les dues larves.

8.4. De gener a març

Entrat gener, els únics parasitoides que s'observen al costat de larves mòbils de segona edat d'*A. gennadii* són *E. dentata* en l'estadi L2 de desenvolupament.

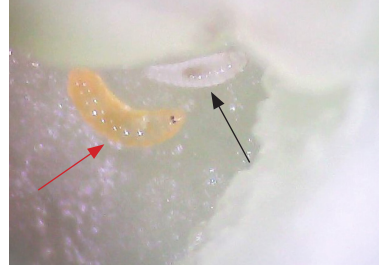
Durant el mes de febrer i principi de març el creixement de les garroves encara és molt dèbil. A les afectades per braquicàrpia sense parasitoide únicament es troben larves del moscard a l'inici de la L2, amb un creixement alentit, però amb certa mobilitat. El miceli del fong encara no és visible a 80 augments, la qual cosa ens fa pensar que el seu creixement no s'activa fins al final de la fase.

En les garroves amb braquicàrpia que també allotgen parasitoide, es tracta de larves de segona o inicis de tercera fase d'*E. dentata*. El fet és important, ja que posa de manifest que el parasitoide, igual que *A. gennadii*, també passa l'hivern a la garrova, en una fase propera a la del moscard. Contràriament al cas anterior, des del primer estadi larvari, la presència del fong simbiòtic ja es percep perfectament, la qual cosa posa de manifest la seva importància, especialment en l'evolució de les larves del parasitoide, perquè els serveix també d'aliment.

Durant els mesos d'hivern, a cada garrova amb braquicàrpia podem trobar:



15. una larva d'*A. gennadii*, en fase L2 (20x).



16. una larva L2 del moscard i una altra d'*E. dentata* que presenta una activitat depredadora dèbil (80x). Les fletxes vermelles assenyalen larves d'*A. gennadii* i la negra, la del parasitoide *E. dentata*.

A les garroves amb braquicàrpia durant aquest llarg període no es troba cap indicatiu de presència de *S. brevicornis*, d'*E. confusus* ni de *P. nitescens*. Entrada la tardor abandonen les garroves per fer la seva parada hivernal en altres plantes hostatgeres o a terra. A la primavera, reinicien el cicle sobre nous hosts, així com en alguna garrova amb larves L3 i pupes del moscard o bé a les tàperes. Tampoc no es localitzen orificis d'emergència ni d'*A. gennadii* ni de parasitoides.

Tenint en compte l'anterior, sembla lògic pensar que el creixement pausat de les larves al llarg d'aquesta etapa obeeix a una estratègia coevolutiva entre el garrover, el moscard, els parasitoides i el fong simbiòtic en benefici comú de tots, ja que fets similars als descrits són típics del gènere *Asphondylia*, que com ja hem avançat, es caracteritza, entre altres singularitats, per demorar l'emergència d'adults durant la part hivernal del seu cicle anual (Takasu i Yukawa, 1984; Yukawa i Rohfritsch, 2005; Viggiani, 2020).

8.5. D'abril a juny



17. Pupa d'*E. dentata*, a una garrova amb braquicàrpia a l'abril (20x).

Cap a finals de març-principis d'abril, el creixement de les garroves no infestades es fa molt evident i assoleix el màxim cap a finals de juny, mentre que en les afectades pel moscard el creixement és quasi imperceptible. Les larves adquireixen una mobilitat major i s'accelera el procés de desenvolupament, que acaba a finals d'abril-primers de maig amb la sortida dels primers adults de la darrera generació al garrover tant d'*A. gennadii* com d'*E. dentata*. Els del moscard passaran a les tàperes i els del parasitoide començaran a pondre en noves garroves amb braquicàrpia, en les quals encara es troben en evolució larves L3 i pupes fins entrat juny.

Recordem que durant aquest període les garroves amb braquicàrpia, que han passat l'hivern sense parasitoide, corren el risc de ser atacades per qualsevol altra de les espècies esmentades, exceptuant *S. brevicornis*, que ha hivernat en un lloc desconegut. Hem de destacar que la nova generació d'*E. dentata* no només parasita larves L3 i pupes del moscard en noves garroves, sinó que pot actuar també com a hiperparasitoide.



<https://youtu.be/MXHamb4eSoY>

18. Tall d'una garrova jove en la qual es pot observar una larva en fase L3 d'*A. gennadii* al seu nínxol, parasitada per una de *P. nitescens*, que a la vegada ho és per altra d'*E. dentata*, assenyalada amb una fletxa vermella (20x). Aquest és un clar exemple d'hiperparasitisme.

Pel que fa a la presència de miceli del fong simbiòtic, és clarament evident durant tot aquest període i és molt més abundant quan també hi són presents els parasitoides.

8.6. L'emergència dels adults a les garroves



19. Sortida de la darrera generació d'*A. gennadii* d'un raïm de garroves a final de maig. Observau les restes dels embolcalls de les pupes (20x).



20. Detall d'una part de l'embolcall de la pupa que roman a l'exterior de la garrova durant un breu període de temps.

Com hem avançat, cap finals d'abril o principis de maig emergeixen els primers adults de la darrera generació hivernal del moscard en el garrover, quasi 8 mesos després d'iniciar-se la primera. La pupa, quan ha completat el desenvolupament, cerca sortir a l'exterior obrint-se camí amb moviments rotatoris, compassats amb la pressió de les banyes cefàliques, fins a perforar l'epidermis de la garrova. En aconseguir-ho, les pupes emergeixen traient mig cos a l'exterior, moment en què l'adult, amb el cap, trenca la protecció de l'estoig i emergeix.

9. LA PART DEL CICLE ANUAL DEL MOSCARD *A. gennadii* A LES TÀPERES



1. Femella d'*A. gennadii* just acabada d'emergir d'una tàpera (observau les restes de l'embolcall de la pupa).



2. Adult, un dia després de l'emergència.

Com ja sabem, als botons florals de les tàperes, la infestació es produeix poc abans que arribin a l'amplària de 5 mm. Les tàperes d'aquesta mida es localitzen ininterrompudament a la planta cada setmana des de finals d'abril-primers de maig fins a setembre, tant a les tiges de creixement primàries com a les secundàries. D'aquesta manera, s'ha pogut comprovar que cadascuna de les plantes presents a la parcel·la cultivada pot arribar a produir al llarg del seu període vegetatiu una mitjana de més de 3.750 borrons florals.



3. Recol·lecció de tàperes a Campos (foto: Ecomuseu Son Lladó, Campos).



4. Tapereres a la plena amb gran d'atac del moscard (fixau-vos en les flors sense obrir).



5. Primeres poncelles florals d'entre 3 i 5 mm susceptibles al primer atac del moscard.



6. Tija de primeres poncelles amb el primer brot anticipat.

Cada any cap a la primera quinzena de maig, a l'interior dels botons florals, ja hi podem trobar els primers ous de l'insecte, sempre aïllats. L'eclosió es produeix al cap de dos o tres dies. Les larves nounades se situen generalment entre els estams, a la paret de l'ovari i amb certa freqüència a l'interior.



7.a. Ou d'*A. gennadii* proper a una antera (80x).



7.b. Larva en fase L1 sobre un filament d'estam (20x).

Si ens atenem al nombre de larves detectades, la femella pon a cada tàpera entre tres i vuit ous, els quals corresponen almenys a dos períodes d'oviposició diferents, ja que se n'observen de dues o tres edats, però no s'ha pogut comprovar si pertanyen al mateix moscard o a moscards diferents.



8. Tàpera d'11 mm d'amplada albergant 8 larves, totes L3 menys l'assenyalada per la fletxa vermella, que és L2.

Cap al final de la segona fase larvària, comencen a formar, principalment a partir dels filaments dels estams i el concurs del fong simbiòtic, un entramat de nou teixit. Inicialment és cotonós i cap al final de la fase es torna massís i endurit, amb la qual cosa es perd la referència al seu origen estaminal, per albergar els nínxols en què es desenvolupen les pupes.



9. Tàpera sana alliberada de pètals i sèpals.



10. Amb l'aparició de les larves L3 i la presència del fong simbiòtic s'inicia la transformació dels estams en un nou teixit.



11. Larves a l'inici de la fase L3, durant el procés de formació del nou teixit (20x).



12. Larves L3 en procés avançat de la formació del nínxol (20x).

El final de l'evolució larvària a l'interior de la tàpera acaba quan les tàperes arriben a la mida comercial de grosses –més de 13 mm–, la darrera categoria valorada per al comerç. En aquest moment, a simple vista, externament els danys produïts per l'atac del moscard passen desapercebuts, però si les observam amb atenció ens adonarem que presenten deformacions i que les flors romanen sense acabar d'obrir.

A més, si premem lleugerament aquestes tàperes entre els dits polze i índex, notarem, per mor de la seva duresa, el canvi de textura que s'ha produït a l'interior, que ens permet diagnosticar la plaga amb total seguretat. Igualment, la presència de formigues –que sempre estan a l'aguait per aconseguir una presa– pul·lulant per la superfície és un bon indicador que la tàpera pot estar infestada.



13. Les tàperes infestades pel moscard presenten deformacions i impotència per obrir les flors.



14. La presència de formigues pul·lulat per la superfície de la tàpera i la duresa al tacte constitueixen un clar símptoma de la infestació.

Quan obrim longitudinalment aquestes tàperes observem la deformació dels pètals, encara protegits i coberts pels sèpals. Entre el nou teixit compacte i dur, originat per la transformació dels filaments i de les anteres, descobrim els primers nínxols, sempre individuals, que construeixen les larves L3 per albergar la pupa en què finalitzen el desenvolupament.



15. Tàpera al final del procés de formació del nou teixit amb dues larves L3 i una pupa.



16. Quatre pupes en el teixit modificat.
https://youtu.be/56lvG_MDDJ0

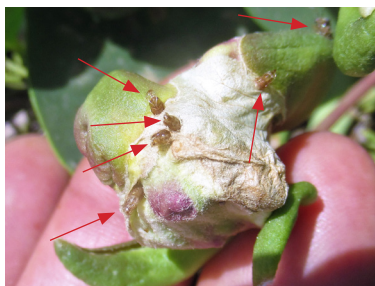


17. Tàpera en fase avançada de la formació del nou teixit.



18. Tàpera totalment endurida al final de procés, després de l'emergència dels tres moscards que albergava (20x).

Les pupes inicialment presenten una coloració marró clar de l'embolcall i es van enfosquint a mesura que arriben al final del desenvolupament. Quan acaba aquesta fase, obrin una galeria a través de la massa compacta que entapissa la paret del seu nínxol; ho aconsegueixen fent moviments circulars sobre l'eix del cos, auxiliant-se amb l'apèndix cefàlic, fins a travessar la paret dels pètals deformats i de vegades també dels sèpals. Les pupes emergeixen abocant mig cos a l'exterior, moment en què l'adult, amb el cap, trenca la protecció i emergeix, amb la qual cosa deixa l'estoig de la pupa sobresortint de la tàpera, tal com passava a les garroves.



19. Embolcalls de pupa (indicats amb fletxes vermelles) a una tàpera després de l'emergència dels adults.



20. Detall d'un embolcall després de l'emergència del moscard de la tàpera (20x).



21. Femella poc després d'abandonar l'embolcall (indicat amb una fletxa vermella).



22. Mascle sobre una tàpera unes hores després de l'emersiò de la pupa. La diferència amb la femella rau en la longitud de les antenes, més llargues en els mascles.

9.1. Els parasitoides del moscard a les tàperes

Entre els parasitoides trobats a les tàperes durant aquesta part del cicle anual del moscard, només es varen localitzar *P. nitescens* i *E. dentata*. Pel que fa a *S. brevicornis* i *E. confusus*, malgrat detectar la presència d'aquest darrer en captures fetes en trames cromotòpiques grogues, no es varen observar a cap de les tàperes analitzades.

9.2. Els moscards criats a les tàperes

Els primers moscards que emergeixen de les tàperes corresponen a la tercera o quarta generació anual (depenent de l'any), i l'emersió finalitza cap a finals de maig-principis de juny. A partir d'aquest moment, les successives generacions que es produeixen es fan sobre tàperes noves. Les tapereres presenten una floració continuada, que permet a l'insecte trobar hostatger amb un desplaçament mínim, almenys fins a final d'agost. Ocasionalment la pressió del nociu competidor, el tefrítid *C. savastani*, responsable de la destrucció i podridura dels botons florals de les tàperes (vegeu la imatge B), impossibilita al moscard fer noves infestacions i l'obliga a cercar una altra planta hostatgera.



23. A partir de principis d'agost, la població de mosca *C. savastani* és de tal magnitud que totes les tàperes que es van produint, tant les infestades pel moscard com les sanes, resulten totalment destruïdes.



24. Tàpera totalment podrida pel desenvolupament de tres larves de la mosca.

Aquest dípter, del qual parlarem extensament més endavant, malgrat haver estat citat per primera vegada a Mallorca l'any 2008 en una prospecció sobre la mosca de l'olivera *B. oleae* (Miranda *et al.*, 2008), no s'havia detectat mai com a plaga fins a finals de juliol de 2019. La intensitat d'aquesta nova plaga afectà totes les tàperes que s'anaven produint durant tot el cicle floral, finalitzat a les acaballes de setembre. Els estralls de la plaga foren de tanta intensitat que afectaren totes les tapereres de l'illa. La seva consolidació com a nova plaga important va quedar ratificada durant els sis anys següents (de 2019 a 2024). Al llarg d'aquests períodes el cicle anual s'ha anat repetint, sempre amb la mateixa intensitat, de tal manera que a tota l'illa a partir de meitat de juliol ja no hi ha possibilitat de trobar tàperes, ni cultivades ni silvestres, sense infestar. Per aquest motiu, només es produeixen fruits amb llavors (taperots) en les poques tàperes que durant el període anterior (maig i juny) se salven de la infestació d'*A. gennadii*, especialment quan no afecten l'ovari (vegeu les imatges següents).



25. Ovari de tàpera no afectat per l'atac del moscard, que podrà generar taperot amb llavors.



26. Un ovari afectat pel moscard que pot arribar a taperot deformat amb llavors ara encara incipients.

Al llarg d'aquest període, que podríem anomenar estival, a les tàperes es produeixen 4-5 generacions de moscards segons els anys.

9.3. Per què creim que la plaga *A. gennadii* ha passat desapercebuda fins ara?

Abans que el cultiu entrés en crisi, la recol·lecció de les tàperes, que es feia a mà, començava cap a la segona quinzena de maig i solia allargar-se fins a mitjans de setembre. Segons la tradició, el dia de Santa Margalida (20 de juliol) era la fita que marcava el declivi de la campanya. Es tractava d'una tasca feixuga, per la qual cosa s'aprofitaven principalment les primeres hores del matí per evitar els moments més forts de calor.



27. Estampa de la recol·lecció de tàperes devers la dècada de 1960.

Consistia a recollir un per un tots els botons florals de cada planta, de dimensions compreses entre 3-5 mm i 13 mm de grandària. Quan s'havia fet la primera recol·lecció, les següents es continuaven seguint una rotació més o menys constant de 8 dies, cosa que assegurava la producció continuada de nous botons florals.

El sistema de recol·lecció, amb torn pràcticament setmanal, eliminava, de fet, la possibilitat que el moscard es reproduís normalment a les tàperes cultivades, de manera que el seu hàbitat de cria quedava pràcticament reduït a les silvestres i a l'escàs nombre d'altres plantes hostatgeres de l'entorn. Així, la població de moscards que es generava mai no arribava a ser suficient per convertir-se, ni de molt, en plaga per al garrover, segurament perquè els danys que provocava no eren significatius, ja que les tàperes recol·lectades, per la mida i la duresa, no manifestaven signes externs de l'atac. Costa pensar que algú se n'adonés o que ho fes manifest, ja que la plaga, malgrat que present, passava desapercebuda.



28. Parcel·la de tapereres a l'hivern coberta de cereal, en la qual poden observar-se les línies del boldró, afavorit per la matèria orgànica aportada per les tapereres.



29. Després de la sega, ja entrada la primavera.

Actualment es tracta d'un cultiu en total recessió. De les 400 ha dels anys 70 del segle passat, s'ha davallat a les 4 de l'actualitat segons dades de la Conselleria d'Agricultura (2018). Tot i que el cultiu s'ha abandonat pràcticament per complet, les tapereres, després de gairebé una centúria, romanen encara als camps intentant florir normalment cada any, malgrat la destrossa a la qual són sotmeses anualment amb les labors cerealistes. Si hi afegim els estralls causats tant per la mosca *C. savastani* com pel moscard *A. gennadii*, la supervivència en el temps de la taperera com a cultiu té un negre futur.

10. LA PART DEL CICLE DEL MOSCARD AL PEBRES D'ASE (*S. nigrum*)

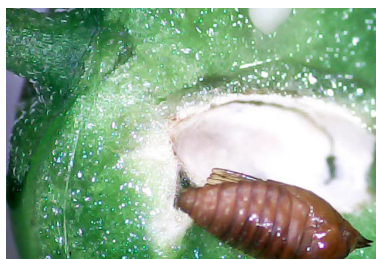
Com hem avançat, durant l'any 2019 no vam localitzar *A. gennadii* a les *S. nigrum* presents a la parcel·la ni a la resta de la quadrícula. Així, el seu cicle anual es va desenvolupar únicament sobre dues plantes hostatgeres: el garrover i la taperera. Es va iniciar a les garroves l'agost de 2018, passà després a les tàperes des de final d'abril-maig de 2019 fins entrat setembre, en què va retornar als garrovers per passar-hi l'hivern (garrover-taperera-garrover).

Durant els anys 2020 i 2022 el cicle de la mosca *C. savastani* a les tàperes s'avançà a finals juliol, cosa que impossibilità la infestació d'*A. gennadii* en noves tàperes, ara infestades per la mosca. Com que en aquell moment encara no hi ha garroves susceptibles a la posta, el moscard es veu obligat a cercar una nova alternativa en els *S. nigrum* existents a la parcel·la. L'emergència d'aquesta primera generació es produeix cap a finals de setembre-primers d'octubre, en què infesta de bell nou part dels pebres d'ase i part de les primeres garroves aleshores ja existents.

La part de la segona generació que es desenvolupa als *S. nigrum*, encara presents a la parcel·la, va infestar únicament les darreres garroves sensibles a la posta del moscard, ara ja molt abundants. Malgrat l'existència de pebres d'ase susceptibles a l'atac del moscard, no es produeix una tercera generació sobre ells, ja que els adults no trobarien cap possibilitat d'hostatger a les garroves perquè no n'hi hauran de receptives fins entrat l'agost de l'any següent.



1. Tres baies de pebre d'ase (*S. nigrum*) deformades per l'atac del moscard, i al centre una inflorescència de patatera també infestada.



2. Pupa del moscard desplaçada del nínxol.



3. Embolcall de pupa d'*A. gennadii*.



4. Pebre d'ase a finals de novembre, en el qual s'observa un gran nombre de baies, totes sense atac del moscard.

Durant aquesta segona generació d'*A. gennadii* als pebres d'ase és quan el parasitoide *E. dentata* s'ha localitzat amb més abundància.

Cal destacar que aquests atacs a *S. nigrum* es produeixen únicament sobre plantes de la parcel·la molt properes a garrovers amb braquicàrpia i tapereres. No s'han observat sobre pebres d'ase d'altres llocs de la quadrícula.

11. ELS PARASITOIDES DEL MOSCARD DE LES GARROVES (*A. gennadii*)

11.1. Els parasitoides. Generalitats

Els parasitoides són insectes que es caracteritzen perquè les seves larves s'alimenten i desenvolupen a l'interior o a la superfície del cos d'un altre insecte, de manera que al final del seu cicle l'hoste mor. És a dir, el parasitoide sempre resulta mortal per al seu hostatger. Aquest fet els distingeix tant dels depredadors com dels paràsits. Els primers es caracteritzen perquè cada individu mata més d'una presa al llarg de la seva vida per alimentar-se'n, mentre que els segons no necessàriament maten el seu hoste. Podríem dir, doncs, que el parasitoïdisme és una relació intermèdia entre la depredació i el parasitisme. Per adonar-nos de la seva importància, direm que actualment es coneixen al voltant de 90.000 espècies d'aquests depredadors, però el seu nombre pot arribar a ser molt més important. S'estima que representen entre el 10 i el 20 % de la totalitat dels insectes.

11.2. Actuació

Les femelles dipositen un ou a dins o a prop del seu hoste biològic. Depenent de la biologia de l'espècie, les larves es desenvolupen com a ectoparàsits o endoparàsits, i s'alimenten del seu hoste al llarg de la fase larvària.

En general, són molt més específics que els depredadors i, a diferència dels paràsits, poden dispersar-se activament per cercar els seus hostes. Això ha suposat que en l'actualitat hagin adquirit una gran importància en l'agricultura com a agents de control biològic de plagues.

Els adults són de vida lliure, amb una alimentació que pot ser tant fitòfaga com depredadora, i normalment s'alimenten de pol·len i nèctar.

11.3. L'hiperparasitoïdisme

Quan un parasitoide és víctima d'un altre, el darrer es denomina *hiperparasitoide*. Generalment, són obligats, és a dir, es desenvolupen necessàriament a partir d'un altre parasitoide, però en els casos que veurem són facultatius, ja que el seu desenvolupament té lloc tant sobre una espècie lliure com sobre una altra de parasitoide. Poden tenir un paper negatiu en les operacions de control biològic, especialment quan es tracta de la introducció d'espècies exòtiques.

11.4. Els parasitoides com a principals actors del control biològic natural

La seva importància és inqüestionable, ja que representen clarament el que es denomina control biològic natural, en regular, sense la intervenció humana, la pressió que aquests enemics presenten sobre la plaga. Cal diferenciar-lo del control biològic clàssic basat en la introducció d'enemics naturals exòtics degut a l'absència d'aquests enemics als països on es desenvolupa la plaga que s'ha de combatre.

11.5. Els parasitoides del moscard de les garroves i les tàperes (*A. gennadii*)

Al llarg dels cinc anys de l'estudi i seguiment de la plaga ocasionada per *A. gennadii*, n'hem localitzat depredant-la tant als garrovers com a les tapereres, als pebres d'ase, a les patateres i indicis a les ravenisses.

Per primera vegada a Mallorca, com ja hem avançat, han estat quatre a les garroves, dos a les tapereres i els pebres d'ase i un a les patateres. Tots pertanyents a la superfamília Chalcidoidea, però cadascun a una família diferent. Recordem quins són:

Els 4 parasitoides del moscard *A. gennadii* a les garroves (totes les imatges 20x):



1. *E. confusus*.



2. *E. dentata*.



3. *P. nitescens*.



4. *S. brevicornis*.

11.6. La parasitoïdització del moscard a les garroves

A les garroves, l'activitat reproductiva d'aquests parasitoides es du a terme al llarg del cicle d'*A. gennadii* sobre el garrover, tant en forma d'adults com de larves i pupes.

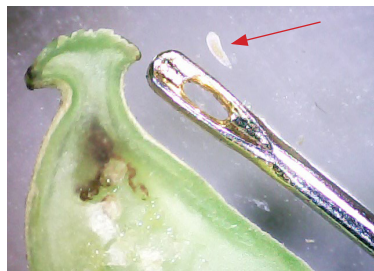
El primer en detectar-se és *S. brevicornis*, present des que es localitzen els primers atacs del moscard a les garroves cap a meitat agost i s'allarga fins a les acaballes de novembre tant en fase larvària com de pupa. Normalment se'n produeixen dues generacions. No es troba a la primavera.

P. nitescens: es localitza cada any des de principis de setembre fins a novembre i d'abril a juny, sempre també en fase larvària i de pupa. El nombre de generacions varia de tres a quatre.

E. dentata: se'l troba cap a mitjan setembre en fase de larva i de pupa fins a finals de desembre. Passa l'hivern a garroves amb braquicàrpia en fase larvària i des d'abril a juny de bell nou en fases de larva i de pupa. Fa quatre generacions anuals.

E. confusus: al llarg de tots els anys només s'han pogut localitzar larves en tercera fase i pupes durant els mesos de maig-juny. Al desembre s'han trobat pupes. És el més difícil de localitzar.

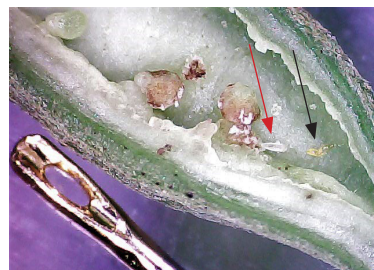
En tots el parasitoides l'aparició de les formes adultes sobre les garroves va de setembre a desembre i des de maig fins a juny.



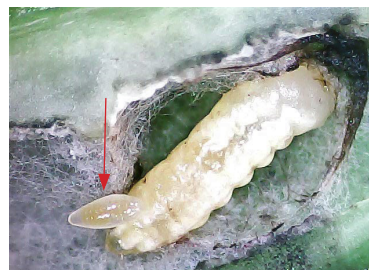
5. Larva L2 de *S. brevicornis* treta d'una garrova jove amb braquicàrpia.



6. Pupa d'*E. dentata* a l'inici de la fase, després de depredar-ne una d'*A. gennadii*.



7. Larva L2 d'*E. dentata* (fletxa vermella) i d'*A. gennadii* (fletxa negra) a l'interior d'una garrova a l'hivern.



8. Larva L3 d'*A. gennadii* sent atacada per *P. nitescens* (fletxa vermella) al maig. Totes les imatges 20x.
<https://youtu.be/543NYpB2o6Y>



11.7. La parasitoïdització del moscard a les tàperes



9. Larva L2 de *P. nitelescens* alimentant-se d'una en fase L3 d'*A. gennadii* dins d'una tàpera (20x).
<https://youtu.be/i9kCh41lazz>



10. A la dreta, pupa d'*E. dentata*. Observau el nínxol buit construït per la larva del moscard (a l'esquerra de la pupa) abans de ser eliminada pel parasitoide.

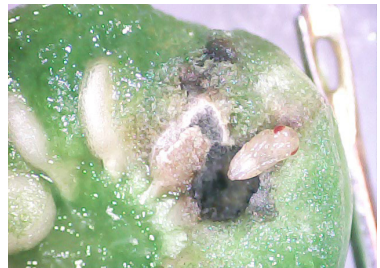
A les tàperes atacades pel moscard, únicament es varen poder identificar els parasitoides *E. dentata* i *P. nitelescens*, sempre en fase larvària i de pupa a partir de principis de maig en poncelles florals infestades per *A. gennadii*, en les quals l'atac dels parasitoides s'allarga fins a finals de setembre els anys normals, quan es retarda l'aparició de la mosca.

11.8. La parasitoïdització del moscard als pebres d'ase

Als pebres d'ase (*S. nigrum*) atacats pel moscard, s'identificaren també els parasitoides *E. dentata* i *P. nitelescens*, únicament des de setembre fins a principis de novembre, excepte el darrer any, per manca de solanàcies a la parcel·la.



11. Femella d'*E. dentata*, cap al final de setembre, acabada d'emergir d'una baia de pebre d'ase, infestada pel moscard, a finals d'agost (20x).
<https://youtu.be/b2G2dkGE8-E>



12. Pupa de *P. nitelescens* al nínxol creat per *A. gennadii* després de la ingesta de la L3 del moscard a una baia de *S. nigrum* (20x).

11.9. La parasitoïdització del moscard a les patateres

A les inflorescències de les patateres (*S. tuberosum*) afectades pel moscard, únicament hem aconseguit detectar *E. confusus*.



13. Pupa d'*E. confusus* a una baia de patatera amb atac del moscard. Observau l'important presència de miceli del fong simbiòtic al nínxol construït per la larva L3 d'*A. gennadii*. (20x).

11.10. La parasitoïdització del moscard a les ravenisses

A les plantes de ravenissa (*D. eruroides*) infestades per *A. gennadii*, no es va poder identificar cap parasitoide, encara que algunes larves L3 presenten a l'epidermis clars símptomes d'erosió dèrmica per efecte de l'atac d'un parasitoide.



14. Síliqua deformada de *D. eruroides* amb larva L3 d'*A. gennadii*.

11.11. Els parasitoides i la presència del fong simbiòtic

Cal destacar, com ja sabem, que a l'interior de totes les garroves amb braquicàrpia i també en presència de parasitoide sempre es pot visualitzar l'existència de miceli del

fong simbiòtic, la qual cosa certifica l'existència del mutualisme. De totes maneres hi ha una excepció: quan la larva del moscard es troba solitària i en la primera fase de desenvolupament, no s'observa a simple vista. Posteriorment, l'observació fúngica es fa evident a simple vista fins al moment de la caiguda natural de la garrova que ha estat infestada pel moscard cap a meitat de juny.

Com ja hem avançat, el miceli d'aquest fong correspon molt probablement a *B. Dothidea*, simbiont bàsic dels moscards de les agalles, en hostatgers propis de la família de les lamiàcies i altres espècies vegetals (Zimowska *et al.*, 2017, 2020; Biggiani, 2017; Bernardo *et al.*, 2018). Segons Biggiani, encara que no ha estat provat experimentalment, les observacions suggereixen que les larves d'aquests parasitoides poden completar el desenvolupament alimentant-se directament del fong i/o sobre els teixits modificats del cecidi. Això sembla especialment possible per a *S. brevicornis*, donat el seu caràcter gregari. Ho veurem en parlar en concret de cadascun.



15. Tall d'una garrova jove, en la qual poden observar-se dues larves del parasitoid *S. brevicornis*, sense presència de la larva del moscard que ja han eliminat. Fixau-vos en la presència de miceli del fong simbiòtic que els proporcionarà aliment fins a completar el desenvolupament, així com en la coloració groguenca de la larva superior deguda a ingesta d'hemolimfa de la larva del moscard.

11.12. El seguiment dels parasitoides

Als **garrovers**, al llarg del període de seguiment de la potencial plaga del moscard, es feren recollides periòdiques de joves fruits que presentaven símptomes de braquicàrpia. Tots els que mostraven forats d'emergència de parasitoides es posaven a part, per comprovar l'existència de vestigis del fong a l'interior, així com despulls de l'embolcall de la pupa. El seguiment es feia setmanalment des de setembre fins a principis de juny, moment en què *A. gennadii* finalitza el seu cicle anual al garrover.



16. Imatge de garroves joves a principis de maig, en les quals es pot observar l'orifici d'emergència del parasitoide.



17. Es presenta una imatge d'un tall d'aquestes garroves (20x), en la qual es pot observar clarament la quasi desaparició del miceli del fong.
<https://youtu.be/GMMVbq6DtQ8>



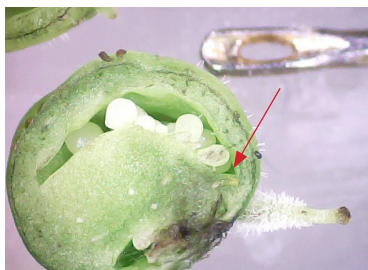
Quant a les **tàperes** amb símptomes d'atac del moscard, després d'haver comprovat si presentaven enduriment al tacte en prémer-les lleugerament entre el polze i l'índex, se'n recollien els exemplars afectats d'entre 3-5 a 13 mm d'amplària. La recollida començava iniciat maig i finalitzava en el moment de la desaparició a les tàperes.

En relació amb els **pebres d'ase**, la recollida de baies per al seguiment dels parasitoides es feia setmanalment, sempre que hi havia exemplars en la fase posterior al quallat, generalment des de maig fins a finals de desembre. Se cercaven baies verdes, amb formes una mica irregulars i més dures al tacte del que és normal.

A les **ravenisses**, les prospeccions per cercar possibles síliques amb deformacions es dugueren a terme durant dos períodes: des d'abril fins a juny, i des de finals d'octubre fins a gener.



18. Síliques de *D. erucoides* deformades per l'atac d'*A. gennadii*.



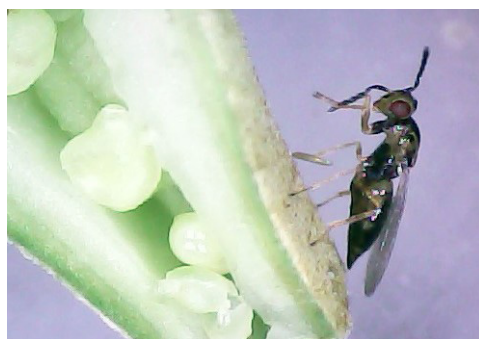
19. Tall d'una baia de *S. nigrum*, amb larva a l'inici de la fase L2 d'*A. gennadii* (indicada amb una fletxa vermella).
<https://youtu.be/wRE7yd59kZw>



Les mostres recollides procedents de les plantes hostatgeres amb símptomes d'atac del moscard a les garroves (d'agost a juny), a les tàperes (de finals d'abril a maig), a les síliques de ravenissa (el maig i el juny) i a les baies dels pebres d'ase (d'agost a novembre) es disseccionaven i es duïa a terme el reconeixement i estudi de la larva o pupa que hi havia a l'interior, tant del moscard com dels possibles parasitoides. Igualment es confirmà l'existència del fong simbiòtic a totes les mostres.

Queda pendent estudiar el paper d'aquests parasitoides en la relació amb el fong simbiòtic associat als cecidis induïts per l'atac del moscard, especialment el seu possible paper com a vectors, i de la seva dispersió, així com el paper que té en la alimentació de les larves, tant del moscard com dels parasitoides, en determinats moments del cicle.

12. *Sigmophora brevicornis*



1. Femella de *S. brevicornis* acabada d'emergir
d'una garrova infestada pel moscard (20x).
<https://youtu.be/b3ZtZkqQB0E>

Segons Noyes (2019), aquest parasitoide és una espècie clàssica i popular associada a *Asphondylia*. A les garroves amb braquicàrpia, inicia el desenvolupament alimentant-se de l'única larva d'*A. gennadii* que roman al cecidi i el completa alimentant-se tant del seu teixit com del miceli del fong simbiòtic que alberga.

El vàrem localitzar per primera vegada a Mallorca el setembre de 2019 a l'interior de les incipients beines atacades pel moscard, des de principis d'agost fins a les acaballes de novembre, i durant aquest període observàrem els orificis d'emergència característics a les garroves en les quals es va desenvolupar.

Hem comprovat que ataca larves L2 i L3 del moscard, però mai no l'hem pogut localitzar alimentant-se ni de larves L1 ni de pupes. El seguiment es va fer tots els anys durant el període de finals d'agost a desembre, que és quan se'l localitza.

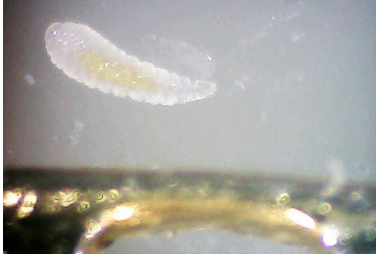
Crida l'atenció el caràcter gregari d'aquest parasitoide. Val a dir que vàrem trobar en una garrova amb braquicàrpia fins a disset larves de *S. brevicornis*, segurament procedents de dues o tres postes molt properes en el temps. El normal és trobar-ne d'una a cinc.

No l'hem pogut localitzar desenvolupant-se als cecidis que el moscard fa a les tàperes, als de *S. nigrum* ni a cap altra possible planta de les que hem estudiat com a hostatgera del moscard.

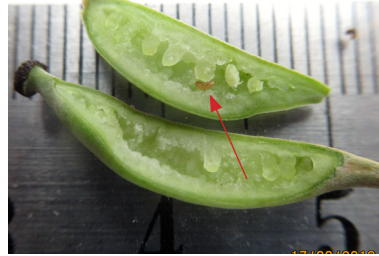
12.1. La presència de *S. brevicornis* a les garroves

Com ja hem avançat, la presència del parasitoide al garrover coincideix pràcticament amb la detecció dels primers símptomes d'atac del moscard, és a dir, des de l'aparició dels primers raïms de flor –de l'agost a primers de setembre– fins a desembre. D'aquesta

manera, a algunes de les garroves més precoces a l'inici del cicle d'*A. gennadii*, quan la majoria de les varietats femenines del camp experimental comencen la seva esglaonada floració, ja es presenten símptomes de braquicàrpia i es detecta una important presència del parasitoide. El fet posa clarament de manifest que l'inici de la part de la seva generació anual a les garroves és pràcticament simultània a la del moscard, la qual s'allarga fins a les acaballes de la tardor.



2. Larva en fase L2 del parasitoide *S. brevicornis*. Observau a l'interior del cos la coloració groguenca adquirida per ingesta d'hemolimfa de la larva d'*A. gennadii* (80x).



3. Pupa de *S. brevicornis* localitzada cap a mitjan setembre a l'interior d'una garrova jove amb braquicàrpia. En aquest moment no es detecta visualment presència del miceli del fong simbiòtic (20x).

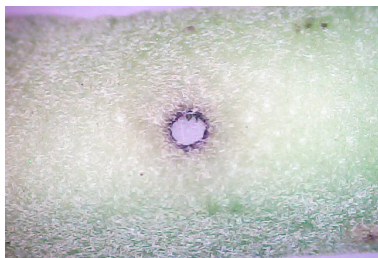
Durant aquest període es va observar que almenys es produeixen dues generacions anuals, constatades pels forats d'emergència característics que deixen a les garroves. Tot i l'elevat nombre d'individus que es poden trobar a una garrova amb braquicàrpia, mai no hem localitzat més de dos orificis d'emergència d'adults.

A partir de novembre ja no se'l localitza ni hem pogut determinar com hiverna, i hem descartat que sigui en forma de larva al garrover. En aquest sentit, Parnell (1964) creu que probablement passa l'hivern com a adult, encara que desconeix on, i que torna a iniciar el cicle a finals de març-abril i completa una primera generació a partir d'abril-maig sobre un altre cecidòmid diferent a *A. gennadii*.



4. Mascle de *S. brevicornis* emergit d'una garrova en la qual poden observar-se dues pupes a l'interior (fletxa vermella), a punt de completar el desenvolupament (20x).
https://youtu.be/G_ZPeITSvuM

A garroves amb un nombre important de larves del parasitoide es produeix primer la sortida dels mascles i immediatament després ho fan les femelles.



5. Orifici d'emergència de *S. brevicornis* (diàmetre aproximat a 1 mm).



6. A una mateixa garrova, orifici de sortida i a l'interior encara presència de miceli del fong simbiòtic i restes quitinoses d'embolcalls de pupa. Ambdues imatges a 20x.

12.2. No s'ha localitzat presència de *S. brevicornis* a les tàperes

A les tàperes aquest parasitoide no l'hem pogut localitzar al llarg de tot el seu període de prefloració continuada, que va des de maig fins a final de setembre. Pensam que possiblement, en reiniciar l'activitat a la primavera, cerca fer la posta sobre larves d'altres insectes en diferents plantes hostatgeres. Sembla que li és impossible desenvolupar-se a les tàperes, tant per la mida reduïda del seu botó floral, que limita en gran manera el seu interior, com per la mobilitat saltirona de les larves i l'entrellat dels estams. Igualment, la textura compacta que presenta el nou teixit, generat per l'atac del moscard i el fong simbiòtic, no ho permet. Finalment, la naturalesa gregària d'aquesta espècie en relació amb la mida dels botons florals dificulta que s'hi desenvolupin.

12.3. Els ous

Es varen localitzar ous entorn de les incipients llavors de les garroves amb braquicàrpia, sempre en nombre variable (entre 2 i 17), mai solitaris. A partir de finals d'octubre, el més freqüent és que el nombre variï al voltant de 4-5. Pel que vàrem observar posteriorment quant al nombre de pupes, sembla que les postes de més de 4 ous són escalonades.



7. A l'esquerra, imatge de quatre ous de *S. brevicornis* dins una garrova amb braquicàrpia a principis de setembre.



8. Cinc ous damunt el cap d'una agulla de cosir. Ambdues imatges a 80x.

12.4. Les larves



9. Larva en fase L2 de *S. brevicornis* a l'interior d'un cecidi a una garrova (80x).
<https://youtu.be/7v390e-AGtQ>



10. Dues larves L2.
<https://youtu.be/bi0q394GUn4>



11. Larves L2 i L3.



12. 7 Larves L3 (20x).
<https://youtu.be/FBSu4sQN5MM>

Podem distingir fàcilment les larves de *S. brevicornis* de les d'*A. gennadii* per diversos aspectes, entre els quals destaca el color: presenten una tonalitat blanc crema quasi translúcida, a diferència de les d'*A. gennadii*, que són de color groguenc a taronja. Altres aspectes que ens permeten diferenciar-les són que són cuneïformes o en forma de coma aguda fortament recorbada i la peculiar manera de desplaçar-se, serpentejant, que els permet moure's amb relativa facilitat pels espais buits de l'interior de la beina. Com en el cas d'altres parasitoides, la seva mobilitat no sembla estar lligada estrictament a la larva parasitoïditzada, ja que es mouen molt lliurement per l'interior de la garrova. Sovint es pot observar que presenten una coloració groguenca a l'interior del cos procedent de l'hemolimfa de la larva depredada del moscard.



13. Una larva en fase L3 de *S. brevicornis* (fletxa vermella) a l'inici de la depredació d'una altra d'*A. gennadii* (20x).
<https://youtu.be/oFKgAgd0r14>



14. Larva en fase L3 d'*A. gennadii* en avançat estat de parasitoïdització (fletxa negra) (20x).

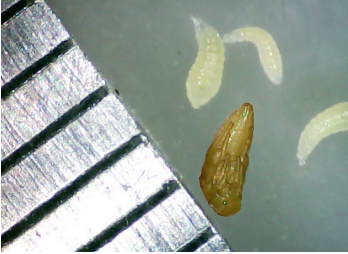
Degut a l'elevat nombre d'individus que podem trobar en cada petita garrova, si tenim en compte que teòricament s'han de desenvolupar alimentant-se de l'única larva d'*A. gennadii* que hi mora (rarament dues), que és d'una mida lleugerament superior a la del parasitoide, és lògic pensar que la larva ràpidament serà presa de la voracitat d'aquests depredadors, els quals, en conseqüència, necessitaran una nova font alimentària per assegurar-se el desenvolupament.

Com ja s'ha avançat, tot i que encara no ha estat provat experimentalment, els darrers estudis consultats suggereixen que les larves d'alguns parasitoides, com les de *S. brevicornis*, poden completar el desenvolupament alimentant-se directament del miceli fúngic i/o dels teixits modificats del cecidi, per completar la seva dieta alimentària (Viggiani, 2020). De totes maneres, el paper dels parasitoides del gènere *Asphondylia* tant en la seva faceta alimentària com en la de possibles vectors dels fongs associats requereix, segons l'autor anterior, una investigació més acurada.

12.5. Les pupes de *S. brevicornis*

Pel que fa a les pupes, és característic el seu color cremós que s'enfosqueix poc abans de completar el seu desenvolupament. Les de les femelles són de major grandària que les

dels mascles. Solen ser presa fàcil tant per part d'*E. dentata* com de *P. nitescens*, ambdós depredadors també d'*A. gennadii*, per la qual cosa adquireixen el rang d'hiperparasitoides, com veurem més endavant.



15. Una pupa de mascle i tres larves de L2 de *S. brevicornis*.
<https://youtu.be/HZzwicFTS30>



16. Pupes a l'interior d'una garrova, a l'inici de la fase. S'observen encara restes de miceli.
<https://youtu.be/Ku3BhxYDhu4>



17. Pupes de mascles i femelles (les de més grandària). S'observen restes de miceli.
<https://youtu.be/8YMD2lv7lq4>



18. Dues pupes de femella en fase final de desenvolupament. Totes les imatges 20x.

12.6. Els adults

Tant els mascles com les femelles de *S. brevicornis* són molt vivaços i actius i existeix un clar dimorfisme sexual entre ambdós. Les femelles, d'uns 2,5 mm de longitud, superen la longitud dels mascles en gairebé 1 mm. El seu cos, amb irisacions no metàl·liques, és d'un color groc amb taques negres variables. Les antenes dels mascles són més llargues i piloses que les de les femelles, tret que els fa fàcilment distingibles.



19. Femella adulta de *S. brevicornis* (20x) sobre una secció de garrova jove.
https://youtu.be/AvyZaQP4J_M



20. Un mascle (20x).
 Observau el dimorfisme sexual existent entre ambdós sexes.
<https://youtu.be/IIBMwgG8v4Q>



En l'emergència dels adults s'ha pogut comprovar que la relació de mascles respecte a femelles és superior a u i se n'han arribat a trobar fins a quatre o cinc. Normalment la sortida és pràcticament simultània i l'aparellament és gairebé immediat, atès que tots els mascles sorgits de la garrova festegen la femella.



21, 22, 23 i 24. Mascles i femelles de *S. brevicornis* després d'emergir d'una mateixa garrova. Els mascles festegen tot d'una la femella. Observau la diferència de grandària entre mascles i femelles, així com la de les antenes. Totes les imatges 20x.

https://youtu.be/8vVkfXHY_no



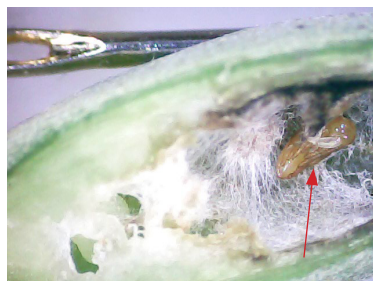
12.7. La part del cicle de *S. brevicornis* a les garroves

Com ja hem avançat, a les garroves amb braquicàrpia, les primeres larves de *S. brevicornis* es localitzen cada any cap a l'agost i les primeres pupes s'observen en encetar setembre. Els primers adults emergeix uns dies després i la durada d'aquesta primera generació és d'unes quatre setmanes. El fet confirma que l'atac del parasitoide és immediat a l'aparició de la primera larva d'*A. gennadii* a la garrova. Posteriorment, la presència de larves del parasitoide es localitza fins a les acaballes de novembre, però cap any no varem poder determinar amb exactitud si durant aquest període es varen succeir dues o tres generacions (almanco dues segons les garroves amb forats d'emergència).

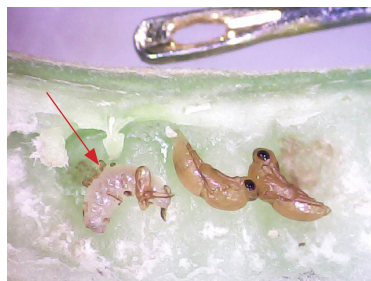
Durant l'hivern no es va poder localitzar la seva presència a cap de les garroves amb braquicàrpia analitzades, en les quals només es troba una larva de primera edat del moscard acompanyada de vegades per una altra, rarament dues, de la mateixa edat o inicis de la segona d'*E. dentata*.

Des de la primavera fins a juliol, a cap de les garroves amb braquicàrpia obertes a l'efecte tampoc no se'n va localitzar cap individu, ni indicis de la seva presència.

12.8. La hiperparasitoïdització de pupes de *S. brevicornis* per *E. dentata* i per *P. nitescens*



25. Larva de L2 d'*E. dentata* (fletxa vermella) nodrint-se d'una pupa de *S. brevicornis*.



26. Larva en fase L3 de *P. nitescens* (fletxa vermella) després de depredar totalment una pupa de *S. brevicornis*. Al costat, dues pupes de *S. brevicornis*. Ambdues imatges a 20x.

Fou durant setembre, especialment el 2020, en què es va detectar una major densitat d'aquests parasitoides, quan s'observà una major activitat d'hiperparasitoidisme sobre les pupes de *S. brevicornis*, tant per part d'*E. dentata* com *P. nitescens*, com veurem en parlar-ne en concret.

13. *Eurytoma dentata*

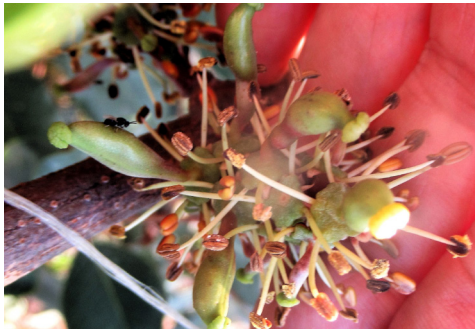


1. *Eurytoma dentata*. A dalt, mascle; a baix, femella (20x).
<https://youtu.be/y7sf4TyJOM>

13.1. Localització d'*E. dentata* a les garroves amb braquicàrpia

Descrita per Parnell (1964) com un ectoparasitoide associat a agalles en general. La primera cita de l'existència a Mallorca d'*E. dentata* com a parasitoide d'*A. gennadii* a les garroves li devem, com ja hem avançat, a Nieves-Aldrey (2019), que va identificar una mostra que se li va enviar amb aquesta finalitat.

Actuació com a ectoparàsit a les garroves. Al garrover, l'aparició com a adult d'aquest parasitoide té lloc d'una manera activa des de meitat de setembre fins a la segona quinzena de gener. Després se'l localitza en fase de larva de primera i/o segona edat en un estat de cert alentiment del creixement, però amb aparentment plena mobilitat i lleugera activitat parasitoidea sobre larves d'*A. gennadii* de primera edat i amb menys freqüència de segona.



2. Femella d'*E. dentata* el setembre, fent la posta a fruits joves amb braquicàrpia d'un garrover hermafrodita. Observau la deformació que ha generat a les garroves l'atac d'*A. gennadii*.

Des de finals de febrer fins al juny, en què finalitza el desenvolupament sobre el garrover, el trobam en plena activitat i localitzam larves de totes les edats a les garroves amb braquicàrpia. Les primeres pupes es detectaren a partir de final de març-principis d'abril. Les emergències d'adults es varen observar cap a finals d'abril-principis de maig i tots els anys s'han allargat fins a mitjan juny.

Actuació a les garroves com a hiperparasitoide. A partir de setembre, en garroves amb braquicàrpia, se'l localitza també parasitant pupes de *S. brevicornis*.



3. *E. dentata* a una garrova amb braquicàrpia a finals de maig, en el moment de la posta. Observau la clàssica deformació i la gran quantitat de garroves afectades pel moscard, que cauran en haver acabat la sortida del dípter a les acaballes de juny.

13.2. Localització a les tàperes i als pebres d'ase infestats pel moscard

A les tàperes amb atac del moscard, es localitza en forma de larva des de finals de maig fins a octubre en anys normals o fins a finals d'agost, si l'atac de la mosca *C. savastani* l'obliga a cercar noves plantes hostatgeres, tal com va passar el 2019 i el 2021. Les primeres pupes es localitzen cap a finals de juny i els adults, uns 7 dies després.



4. Adult d'*E. dentata* cercant un lloc d'oviposició a una tàpera infestada pel moscard de les garroves *A. gennadii* a principis d'agost.

A les *S. nigrum* de la parcel·la, només es va determinar la seva presència entre els mesos de setembre i novembre, durant els anys en què la mosca *C. savastani* va provocar una gran afectació sobre les tàperes, cosa que va obligar *A. gennadii* a cercar hostes alternatius en els pebres d'ase.



5. Adult d'*E. dentata* al principi d'octubre sobre una baia seca de *S. nigrum*.

13.3. Els ous d'*E. dentata*

L'ou té forma oblonga amb una longitud d'uns 0,3 mm i presenta un pedicel llarg d'una longitud similar, amb aparença de filament, que és responsable de la seva fixació, tot i que es desprèn fàcilment. A l'extrem oposat en presenta un altre de molt curt, punxegut i lleugerament col·lapsat.

Segons Viggiani (2020), la superfície del còrion mostra una xarxa d'unes 10 fileres de línies longitudinals, delimitades per petits denticles. Té una longitud aproximada de 0,25 a 0,3 mm i una amplada propera a 0,1 mm.

S'ha pogut comprovar que pon dos ous per garrova, dels quals únicament un sol ser fèrtil. No s'ha pogut avaluar el nombre que en pot arribar a pondre en total.



6. Ou d'*E. dentata* a l'interior d'una garrova jove amb braquicàrpia. Observau les restes del filament de fixació de l'ou (fletxa vermella).



7. Ou després de l'eclosió.



8. Ou i larva L2.
<https://youtu.be/3lkMi3nsT44>

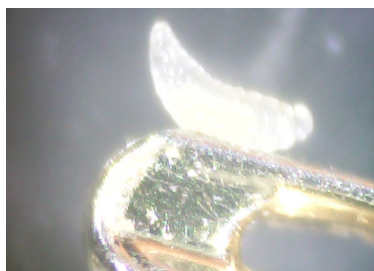


9. Ou d'*E. dentata*. Al centre, larva L2 d'*A. gennadii* que mostra els primers símptomes d'atac del parasitoides, caracteritzats per la pèrdua de coloració taronjada. A la dreta, larva L2 d'*E. dentata*.
Totes les imatges 80x.

13.4. Els estats larvaris

A excepció de les característiques morfològiques de la larva en el darrer estadi, les de la resta han estat fins ara molt poques vegades descrites, ja que en aquest cas la variabilitat morfològica de l'espècie es troba escassament definida. Els distints treballs de Parker (1924), Parnell (1964), que no descriu els ous, i Tiwari (1974) ofereixen un relat de la biologia d'*E. dentata* en què detallen la morfologia bàsica d'alguna de les fases larvàries, que ens han ajudat a identificar-les.

Immediatament després de l'eclosió de l'ou, la larva passa per cinc fases de desenvolupament i en la L1 és lleugerament superior en longitud al d'aquest, incolora i gairebé transparent. El cos consta de cap, tres segments toràcics desproveïts de potes i deu abdominals. La càpsula del cap és gran, arrodonida i dotada de fortes mandíbules. Fa una longitud d'aproximadament 1 mm per 0,25 mm d'amplada (Tiwari, 1974). En aquesta fase no se li observa encara activitat depredadora, ja que les reserves d'aliment embrionari que posseeix li permeten completar-la en molt poc temps.



10. Larva L2 d'*E. dentata* al final de la fase (80x).



11. Íd. en fase larvària L4 (20x).

Seguint Tiwari, en el segon estadi la larva perd lleugerament la transparència característica de la primera, però mantén la coloració blanca, encara que una mica més apagada. El seu creixement és relativament ràpid i al final d'aquest estadi assoleix 2 mm de longitud i una amplada lleugerament superior a 0,5 mm, amb un cap notòriament més esclerotitzat. Té el cos més gruixut a l'extrem anterior i es va estrenyent gradualment fins a la base. És durant aquesta fase quan inicia l'activitat depredadora, tot i que mantén encara viu l'hoste, en aquest cas la larva del moscard de les garroves.



12. Larva L2 d'*E. dentata* sobre un estam de tàpera infestada per *A. gennadii* (80x).



13. A l'interior d'un cecidi de garrova amb braquicàrpia i abundant presència de miceli del fong simbiòtic al final de desenvolupament de la L2 (80x).



14. Al final de la L3 (20x).



15. Al principi de la L4 (20x).



16. En fase L5 procedent d'una baia *S. nigrum* atacada pel moscard.



17. En fase L5 procedent d'una garrova amb braquicàrpia (20x).



Al llarg del tercer estadi larvari la coloració passa a adquirir un to de blanc opalí a brut, assoleix al final quasi 3 mm de longitud i s'apropa a 1 mm d'amplada. Presenta unes mandíbules més esclerotitzades i fortes, amb les quals continua l'activitat depredadora encara que sense parilitzar l'hoste.

Per la seva similitud, la quarta fase larvària és difícil distingir-la de la cinquena i darrera, ja que les diferències morfològiques més notòries rauen en la seva mida. A la fase final la larva adulta és més robusta que als estadis precedents i arriba a assolir 3,5 mm de llarg per uns 1,5 mm d'ample, amb variacions si s'ha desenvolupat a una garrova, a una tàpera o a un pebre d'ase, que afecten també la seva coloració blanquinosa.

Tant al garrover com a la taperera i al pebre d'ase, al final del darrer estadi larvari abandona el lloc on ha devorat la larva d'*A. gennadii* per iniciar la construcció del nínxol en què farà la fase de pupa, sense aprofitar el que havia començat a construir la larva de tercera edat del moscard.

13.5. El cap i el cos



18. Detall del cap i part del cos d'una larva L5 on pot apreciar-se la coloració taronjada de l'hemolimfa per la ingesta de larva L3 d'*A. gennadii* (80x).



19. Mandíbules d'*E. dentata*, iniciant la depredació d'una larva de L3 d'*A. gennadii* (80x).

Com a la majoria de les larves d'aquesta família, el cos es compon, com ja hem avançat, del cap més 13 segments postcefàlics. Tres formen el tòrax i la resta es consideren segments abdominals, fins i tot el darrer, anomenat *anal*. El cap és més o menys trapezoidal i sempre més estret que el tercer segment toràctic. A les mandíbules esclerotitzades, fortes i perfectament visibles, es podem apreciar dues dents.

13.6. Les pupes

La pupa, de color negre atzabegenc abans de l'eclosió de l'adult, mostra durant el desenvolupament marcats canvis de pigmentació: al principi és completament blanca per anar ennegrint gradualment tot el cos, amb excepció dels ocells, que són vermells.

Es distingeixen fàcilment de les de la resta dels altres himenòpters (vegeu la foto) perquè les beïnes antenals s'estenen més enllà de les potes davanteres, però sense arribar al final de les beïnes de les mitjaneres.

13.6.1. A les garroves

La primera detecció de pupes d'*E. dentata* a les garroves es produeix a la tardor, cap a la tercera setmana de setembre, i s'allarga fins a finals de desembre-principis de gener, segons els anys. A l'hivern no se'n localitzen, ja que els passa en fase larvària, i les primeres apareixen novament a partir de maig i fins a les acaballes de juny.

13.6.2. A les tàperes i als pebres d'ase

A les tàperes, el fet té lloc cap a finals de juny i finalitza segons els anys a finals de setembre. Durant aquests períodes d'atac intens de la mosca *C. savastani* només se'n va poder confirmar la presència fins a l'agost.



20. Inicialment la pupa d'*E. dentata* és quasi completament blanca. A mesura que es desenvolupa, tot el cos se li va ennegrint gradualment, excepte els ocells, que són vermells (20x).



21. Detall de la part frontal de la pupa (80x).



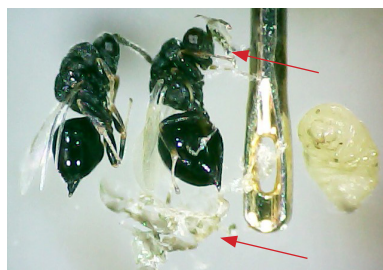
22. Pupa en fase intermèdia d'ennegrint (20x).



23. Fase final amb la coloració típica atzabegenca (20x).



24. Pupa en fase de despreniment de l'embolcall i adult (20x).



25. Dues femelles, la del centre de la imatge encara amb restes de l'embolcall de pupa (fletxes vermelles) i una larva L5 (20x).

13.7. Els adults

Les femelles, d'una mida lleugerament superior als mascles, mesuren al voltant de 3 mm de longitud. El seu cos, relativament gruixut, és negre, no metàl·lic i robust (vegeu les imatges). Les antenes dels mascles es diferencien clarament de les de les femelles per tenir pèls més llargs als artells.



26. Imatge de dues femelles d'*E. dentata*.



28. Detall del cap d'una femella i les antenes (80x).



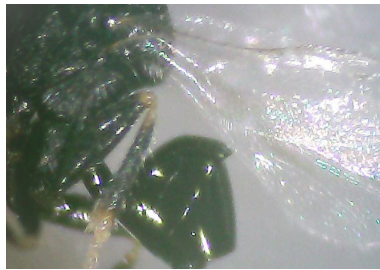
27. Tres mascles.



29. Íd. del cap del mascle i les antenes (80x).



30. Detall de l'abdomen i l'oviscapte de la femella (80x).



31. Abdomen atípic d'un mascle en comparació amb el de la femella de la foto anterior (80x).

Cada any l'emergència d'adults de les garroves amb braquicàrpia es va produir al llarg de la tardor des de finals de setembre fins a finals de desembre, i entrada la primavera des de maig fins a finals de juny.

Excepcionalment l'any 2023 la sortida dels darrers adults es va retardar quasi un mes respecte a altres anys, degut, possiblement, a l'augment de les temperatures per sobre les normals de la tardor i començament de l'hivern, i se'n varen fer captures fins a les acaballes de gener. Posteriorment als garrovers no se'l tornà a localitzar fins a la primavera.

13.8. La parasitoïdització de larves d'*A. gennadii* per *E. dentata*

A cada garrova, la parasitoïdització de la larva d'*A. gennadii* per *E. dentata* no comença fins que inicia la segona fase larvària. Aleshores se situa sobre l'hoste i comença a depredar-lo, produint-li amb les mandíbules erosions epidèrmiques al llarg del cos. D'aquesta manera, va debilitant-lo paulatinament, encara que sense danys visibles d'ingesta.

Al llarg d'aquest procés de debilitació, la larva d'*A. gennadii* continua evolucionant fins a la fase L3, com posa de manifest l'aparició en aquest moment de l'espàtula esternal. Ho fa d'una manera aparentment normal, amb els estigmes cada vegada més evidents de l'erosió causada pel parasitoide entre els segments postcefàlics, que apareixen amb

grans taques circulars en les quals el color groc-taronja típic de la larva del moscard s'ha transformat en un groc rentat. En aquest moment encara no presenta indicis distingibles de danys corporals interns. Mentrestant, el parasitoide persisteix en la seva activitat implacable de depauperació, alhora que entra també en una nova fase larvària.



32. Larva d'*A. gennadii* de final de la fase L2 experimentant el procés de debilitació ocasionat per la d'*E. dentata*, encara sense afectar aparentment la seva evolució normal (80x).

<https://youtu.be/KRtVz1rT2gM>

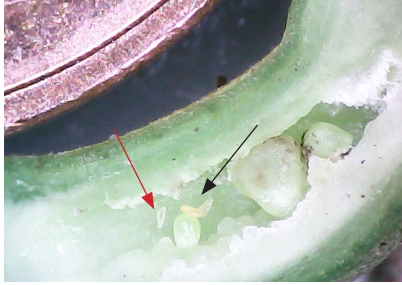


33. A l'interior d'una garrova, larva de L3 d'*A. gennadii* atacada pel parasitoide, moments abans d'immobilitzar-la i començar a consumir-la (20x).

<https://youtu.be/emHNM4EyK8Q>

A partir d'aquest moment, la larva L4 d'*E. dentata* paralitza completament l'exhausta víctima i tot seguit comença a devorar-la en molt poc temps. Només es deslliura de la ingesta una petita porció de la cutícula al costat de les parts més esclerotitzades, com l'espàtula esternal i les mandíbules. Després inicia la cinquena fase larvària i seguidament passa a la de pupa. Aquesta darrera es desenvolupa en una zona propera, normalment fora (especialment a les tàperes) del nínxol iniciat o acabat per la larva de la darrera fase del moscard.

Quan la parasitoïdització s'inicia directament sobre una larva d'*A. gennadii* en fase L3 (vegeu les fotos 38 i 39), tot el procés evolutiu de la larva d'*E. dentata* és similar al que s'ha iniciat sobre larves del moscard de final de la L2, encara que amb la diferència que la larva L3 del moscard és immobilitzada des de l'inici de l'atac. En aquest cas, el parasitoide tampoc no fa la fase de pupa al mateix nínxol que havia començat a construir la víctima.



34. Al final de la tardor a una garrova amb braquicàrpia comença la "coexistència hivernal" de les larves d'*E. dentata* (fletxa vermella) i d'*A. gennadii* (fletxa negra) (20x).

https://youtu.be/djNkoEy_Hio



35. Ambdues larves al febrer (80 x).



36. Larva L2 d'*E. dentata* depredant-ne una altra també L2 d'*A. gennadii* (20x).



37. Íd. (80x).



38. Larva de final L2 d'*A. gennadii*, encara viva, en procés de parasitoïdització per una altra L2 d'*E. dentata* (80x).



39. Íd. L3 d'*A. gennadii*, ja immobilitzada, en començar a ser consumida per una larva L2 d'*E. dentata*.

13.9. Parasitoïdització de pupes d'*A. gennadii* per *E. dentata*

El procés de parasitoïdització de pupes d'*A. gennadii* per *E. dentata* té lloc al garrover des d'octubre fins a desembre i des d'abril fins a mitjans de juny. L'atac a la pupa normalment sol començar per les parts menys esclerotitzades.



40 i 41. Pupes d'*A. gennadii* depredades per *E. dentata*, a una garrova jove (20x).



42. A l'interior d'una tàpera, restes de pupa d'*A. gennadii* amb larva L5 d'*E. dentata* (20x).

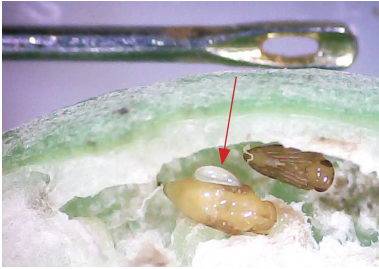


43. Deixalles de pupa depredada d'*A. gennadii* i pupa d'*E. dentata* en estat inicial d'ennegritment poc després de la depredació feta per la larva (20x).

13.10. *E. dentata* hiperparasitoide de pupes de *S. brevicornis*

La hiperparasitoïdització de pupes de *S. brevicornis* per *E. dentata* té lloc quan les del primer assoleixen la maduresa. A les garroves amb braquicàrpia es produeix únicament durant el mes de setembre i principis d'octubre, que és quan es troba la major població de pupes de *S. brevicornis*, que aprofita *E. dentata* per fer-hi la posta.

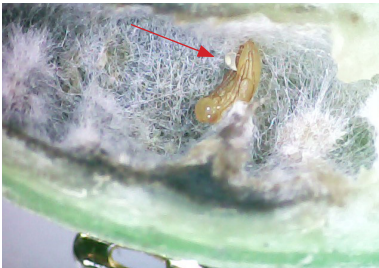
Malgrat que a cada garrova hi pugui haver, com sabem, diverses pupes de *S. brevicornis*, només s'ha pogut detectar en la mateixa beina una única pupa atacada per *E. dentata* i la resta se n'ha deslliurat.



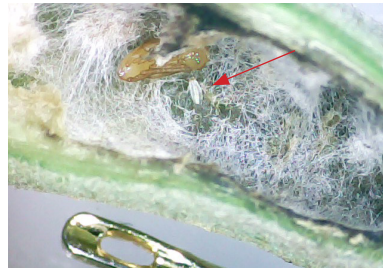
44. A l'interior d'una garrova amb braquicàrpia, larva L2 d'*E. dentata* sobre una pupa de *S. brevicornis* abans d'iniciar la parasitoïdització (20x).



45. Íd. (80x).



46. Íd. iniciant la ingesta de la pupa de *S. brevicornis*.



47. Ingesta avançada de la pupa per la larva del parasitoide (20x). Observau en totes les fotos l'abundància de miceli del fong simbiòtic. Les larves L2 d'*E. dentata* s'indiquen amb una fletxa vermella.

La larva d'*E. dentata* inicia la ingesta de la pupa de *S. brevicornis* totalment de manera ectoparàsita i la resta dels seus estats larvaris es desenvolupen a mesura que va consumint-la. No s'ha determinat si per completar el seu desenvolupament ho fa únicament alimentant-se de la **pupa** de *S. brevicornis* o si ha de recórrer al miceli del fong.

13.11. La sortida d'*E. dentata* de les garroves

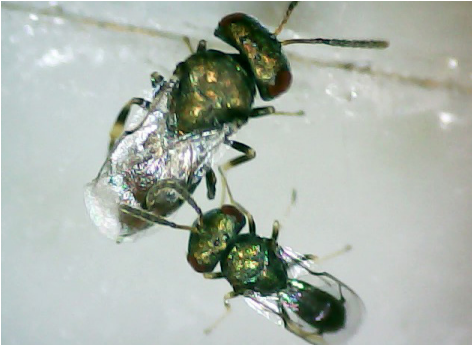
Finalitzada la fase de pupa, abandona la garrova, la tàpera o el pebre d'ase perforant-hi una sortida d'escapament. Aquest moment només l'hem pogut anticipar en algunes garroves, en dissecar-les longitudinalment, ja que els intents al camp sempre foren negatius.



48, 49, 50 i 51. Imatges d'*E. dentata*, en les quals s'ha forçat la sortida d'una garrova amb braquicàrpia. Observau les restes de l'embolcall de la pupa (20x).

<https://youtu.be/RmEwXoNCKGY>

14. *Pseudocatolaccus nitescens*



1. Femella i mascle de *P. nitescens*. Observau la grandària major de la femella (20x).
<https://youtu.be/W6kXrLCeSPw>

14.1. Localització a les plantes hostatgeres del moscard de les garroves i les tàperes

Descrit com un ectoparasitoide solitari de distintes espècies, algunes del gènere *Asphondylia* (Noyes, 2019), la presència a Mallorca de *P. nitescens* en garroves procedents del camp experimental infestades pel moscard *A. gennadii* fou confirmada per primera vegada per Nieves-Aldrey el juny de 2019, en mostres de garrova amb braquicàrpia que li enviàrem.



2. Larva L3 de *P. nitescens* devorant-ne una altra L3 d'*A. gennadii*.



3. Observau que només s'ha deslliurat de la ingesta la part larvària més esclerotitzada. Ambdues imatges 20x.

P. nitescens juntament amb *E. dentata* foren els dos únics ectoparasitoides identificats tant a les tàperes com a *S. nigrum*. No s'hi varen trobar indicis de la presència de *S. brevicornis* ni d'*E. confusus*.



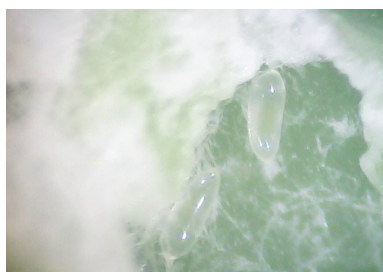
4. Final de juny. Femella adulta de *P. nitescens* elegint el lloc adient per a la posta a una tàpera d'1,3 cm d'amplada infestada per *A. gennadii*.

14.2. Els ous

El còrion és llis, de color blanquinós, té forma d'oval allargat i lleugerament arquejat, amb una longitud unes tres vegades superior a la seva amplada ($0,6 \times 0,2$ mm) i s'estreny lleument als dos extrems.

Al llarg dels cinc anys de l'estudi, no s'ha pogut determinar el nombre d'ous que pon a cada garrova. El més freqüent és trobar-ne dos, però sempre es localitza una sola larva, excepte quan actua com a hiperparasitoide de pupes de *S. brevicornis*, que se'n troben dues.

A les tàperes, les larves i les pupes localitzades sempre han estat solitàries, fet que ens fa pensar que no solen pondre més d'un ou.



5. Dos ous de *P. nitescens* a l'interior d'una garrova amb braquicàrpia (80x).



6. A una tàpera sobre una pupa del moscard *A. gennadii* (20x).

14.3. Les larves

Les característiques morfològiques de les larves han estat fins ara molt poc estudiades. Són de forma cilíndrica, allargada i una mica afilada posteriorment, i estan dotades de cap i tretze segments. El cap és quasi tant ample com el tòrax. Presenten mandíbules fortes, bastant agudes, simples i lleugerament arquejades.



7. Larva en fase L2 de desenvolupament de *P. nitescens* (20x).
https://youtu.be/Rqr_h3Z1JV4



8. Íd. a l'interior d'una garrova amb braquicàrpia (20x).



9. Larva L2 cap al final de la fase de desenvolupament amb un gra d'arròs de referència.



10. Larva completament desenvolupada.

En les larves destaquen les mandíbules ben formades, totalment esclerotitzades en la fase final. S'alimenten de manera ectoparàsita de les larves L3 del moscard.

14.4. Les pupes

Cal posar de manifest que la larva aprofita el mateix nínxol que construïa la de L3 del moscard després de consumir-la, on el parasitoide farà també la fase de pupa, fet que ajuda a identificar-lo tant a les garroves com a les tàperes.

Les pupes presenten molta variació de mida i poden fer fins a 2,7 mm de llargària i 1,1 mm d'amplada. Un tret característic és que els primordis de les potes anteriors arriben a la part final de les ales.



11. Inici del desenvolupament de pupa de *P. nitescens* ocupant el nínxol fet per la larva L3 del moscard, abans de ser depredat.

<https://youtu.be/meAX57I9IOc>



12. Pupa en una fase més avançada, en la qual s'observa l'ennegritament parcial del cos.



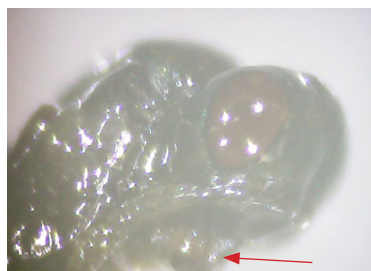
13. Pupa en fase final, completament ennegrida.



14. Pupa en fase final, comparant-ne la grandària amb l'ull d'una agulla de cosir (1 mm de llum).



15. Imatge inferior de pupa cap al final del desenvolupament. A dalt, pupa en el moment de desprendre's de l'embolcall.



16. Detall del cap de la pupa al final de l'evolució, en el qual ja s'observa la prominència de les mandíbules característiques dels adults. Totes les imatges preses amb un augment de 20x.

A les garroves la fase de pupa té una durada d'uns 16 dies al maig, i de 10 a 12 durant setembre-octubre.

14.5. Els adults

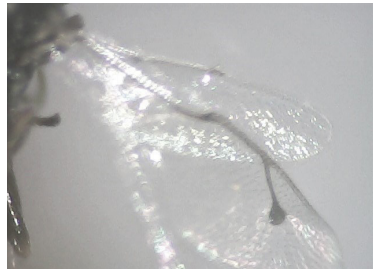
Els adults, de quasi 4 mm de longitud en les femelles i poc més de la meitat en els mascles, presenten una coloració del cap i el tòrax que varia del bronzejat al verd.

La primera troballa anual de *P. nitescens* a les garroves va produir-se tots els anys de finals d'abril a principis de maig, quan les primeres larves hivernants d'*A. gennadii* arriben a la fase L3 o a l'inici de la de pupa, moment que aprofiten per iniciar la parasitiodització. Normalment fins a final de juny solen produir-se dues generacions. A la tardor, a les garroves joves també se'n detectaren dues generacions.

A les tàperes, es localitzaren els primers adults sobre botons florals a final de maig, mentre que els primers atacs es varen produir de juny a setembre. No es va poder determinar el nombre de generacions anuals.



17. Dues femelles adultes de *P. nitescens* (20x).



18. Detall de la venació característica de les ales (80x).



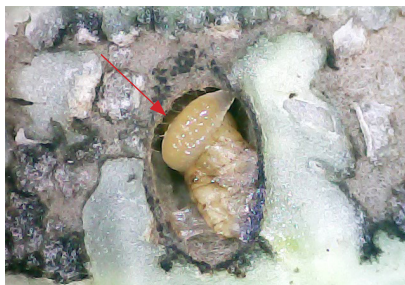
19. Detall del cap.



20. Íd. de les mandíbules amb quatre dents.

14.6. La parasitoïdització de larves d'*A. gennadii* per *P. nitescens*

A la primavera *P. nitescens* actua com a parasitoide de larves d'*A. gennadii* que han passat l'hivern en garroves amb braquicàrpia i fa la posta sobre elles quan entren en la fase larvària L3, que immobilitza quan acaben de completar la construcció del nínxol on haurien de transformar-se en pupa.



21. Larva al començament de la L3 de *P. nitescens* a l'interior del nínxol construït per una altra 3 d'*A. gennadii* depredant-la.
https://youtu.be/sX_P8WEIo2U



22. Larva L2 de *P. nitescens* iniciant la ingesta d'una altra de tercera fase d'*A. gennadii*.
<https://youtu.be/gLFnKAcfTTs>



23 i 24. Larves L3 de *P. nitescens* al final del procés de parasitoïdització (s'han tret del nínxol per fer-lo més visible). Imatges preses amb un augment de 20x.

14.7. La parasitoïdització de pupes d'*A. gennadii* per *P. nitescens*

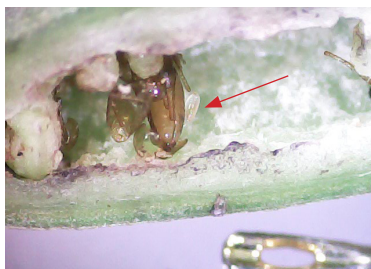
Com en el cas anterior, a les garroves amb braquicàrpia, és a la primavera quan *P. nitescens* es manifesta amb més intensitat com a gran consumidor de pupes d'*A. gennadii*, que comença a devorar al seu propi nínxol, com podeu observar a les fotos que es presenten a continuació.



25, 26, 27 i 28. Imatges amb un augment de 20x. Diverses fases de l'evolució de la pupa de *P. nitescens*, després de la ingesta que ha fet de la d'*A. gennadii*. Observau que només es varen deslliurar de la voracitat de l'hiperparasitoide les cobertes més quitinoses de la pupa del moscard.

14.8. *P. nitescens* com a hiperparasitoide de pupes de *S. brevicornis*

Cada larva de segona edat de *P. nitescens* inicia l'atac a una pupa de *S. brevicornis*: la comença a consumir a partir de la zona basal que protegeix l'abdomen, continua cap a la regió cefàlica, com si es tractés d'un endoparàsit, fins a consumir-ne tot l'interior. Finalment la larva de *S. brevicornis* es queda amb les restes quitinoses del pupari aferrades en part de la superfície corporal, especialment al cap. Tot seguit inicia la fase de pupa. En una mateixa garrova s'ha trobat, de vegades, més d'una larva de *P. nitescens*, depenent del nombre de pupes existents de *S. brevicornis*, encara que mai no se'n varen localitzar més de dues.



29. A l'interior d'una garrova jove, larva L2 de *P. nitescens* hiperparasitoïditzant una pupa de *S. brevicornis*.



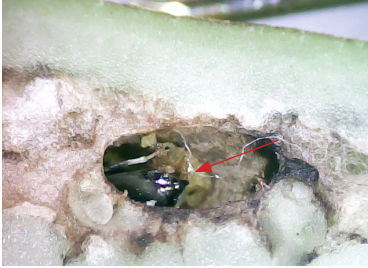
30 i 31. Larves en fase L3 després de la ingesta de la pupa del moscard llevat de les parts quitinoses.



32. Dues larves en distintes fases de desenvolupament de *P. nitescens*, una ja finalitzada la hiperparasitació i l'altra, a l'esquerra, cercant una víctima. Observau les restes quitinoses de les pupes de *S. brevicornis* depredades. Totes les imatges preses amb un augment de 20x.

14.9. Sortida de la garrova

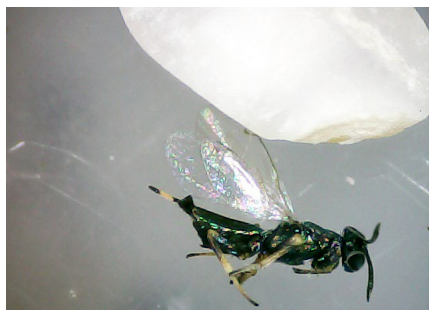
Per tal de poder observar la sortida de l'adult directament al camp, després de diversos intents sense resultat, s'optà per obrir transversalment garroves amb braquicàrpia evident, especialment de la primera quinzena de maig a principis de juny, quan es creia que la sortida del parasitoide era propera.



33, 34, 35 i 36. Quatre moments de la sortida forçada de *P. nitescens* des del nínxol construït durant la L3 d'*A. gennadii* per al seu desenvolupament com a pupa. Observau les restes no consumides de la larva assenyalades per les fletxes. Totes les imatges amb un augment de 20x.

<https://youtu.be/k-5SrzCLYIM>

15. *Eupelmus confusus*



1. Femella d'*E. confusus*, amb un gra d'arròs com a referència per a la grandària.



2. Mascle amb la referència de l'ull d'una agulla de cosir d'1 mm de llum.

15.1. Característiques

Aquest parasitoide és un himenòpter pertanyent a la família dels eulòfids i va ser descrit per Al-Khatib (2014) per primera vegada. Es caracteritza per atacar gran quantitat d'insectes pertanyents a diverses famílies de coleòpters, himenòpters, lepidòpters i dípters. Pel que fa als dípters cecidòmids, pot servir-nos d'exemple la parasitoidització del moscard de les garroves *A. gennadii*, la de *L. berlesiana*, que ja hem esmentat com a depredador d'ous de la mosca de l'olivera *B. oleae*, i la del lepidòpter causant de l'arna de la garrova *Apomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839). Per afectar les tres espècies esmentades, considerades com a plagues de la nostra agricultura, hi ha la possibilitat d'utilitzar *E. confusus* com a eina de control biològic.

15.2. Detecció a Mallorca

Anteriorment *Eupelmus confusus* (Al-Khatib, 2014) va ser considerat com una espècie pertanyent al complex *E. urozonus* (Dalman), la qual cosa motivà que les referències a Mallorca anteriors a 2014 el descrigueren com a pertanyent al dit complex.

La primera referència correspon a Askew (1975), que a inicis de la primavera de 1972 en va detectar per primera vegada la presència a l'illa, al municipi d'Escorca, com a *E. urozonus*, en una fulla d'alzina (*Quercus ilex*) que presentava una agalla marginal causada per un himenòpter cinípid.

La segona, el 1982 M. Boness el localitza en fruits de savina comuna (*Juniperus phoenicea*), sense determinar-ne el lloc (Askew i Nieves-Aldrey, 2000).

Uns anys més tard, concretament el 2011, Askew i Nieves-Aldrey (2017) varen informar que havia estat presenciat a Sóller per J. Bibiloni, com a procedent de la cria en fruits de porrassa (*Asphodelus ramosus*) d'un himenòpter del gènere *Bruchophagus*.

Una darrera referència la devem a Gibson i Fusu (2016), per la localització d'un mascle en ginesta borda (*Ephedra fragilis*), sense identificar el lloc de localització.

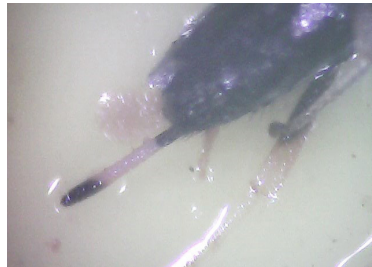
Amb motiu del present treball, Nieves-Aldrey (2019) va confirmar per primera vegada la seva presència a l'illa com a *Eupelmus confusus* (Al-Khatib, 2014) en garroves afectades de braquicàrpia a la parcel·la experimental de Campos.

15.3. Localització a la parcel·la

Ha estat el parasitoide menys detectat al llarg dels cinc anys del seguiment de la plaga del moscard. A les garroves l'hem localitzat principalment ja entrada la tardor i amb més abundància a partir de començament de maig. A la resta de les plantes hostatgeres atacades per *A. gennadii* únicament l'hem trobat a les patateres infestades pel moscard, sembrades *ad hoc*, al final de la primavera. Les captures d'adults als paranys enganxosos grocs han estat sempre durant maig i juny i nul·les a la tardor.



3. Captura d'*Eupelmus confusus* en tramps grogues enganxoses al llarg de maig i juny (20x).



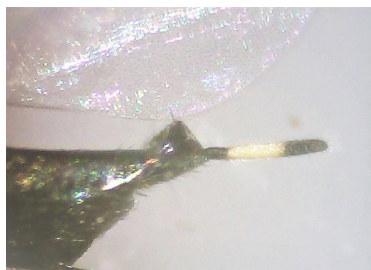
4. Detall de l'oviscapte (80x).

15.4. L'adult

L'adult presenta un cos bastant allargat i d'aspecte bronzejat, que en el cas de les femelles pot arribar a assolir 4 mm i en els dels mascles, d'inferior grandària, només fa un màxim de 3 mm. El cap és d'un color verdós tirant a blau. La funda protectora de l'oviscapte de la femella és relativament gruixada i rígida, amb una franja blanca al centre. Quan l'utilitzen, es doblega en angle quasi recte amb l'abdomen. L'ovipositor és bastant més llarg i prim que la funda visible i una part queda amagada a l'abdomen.



5. A l'esquerra es mostra una femella adulta d'*E. confusus* (20x).



6. Detall de l'oviscapte (80x).

15.5. Els ous

Els ous són ovalats, d'aproximadament uns 0,2 mm de longitud per 0,05 mm d'amplària, semitransparents, amb un pedicel llarg de quasi una tercera part de la seva longitud (vegeu les imatges que es presenten a continuació).



7. Ou d'*E. confusus* localitzat en el cocó de la pupa del parasitoide *P. nitescens* (80x).



8. Detall d'una larva L2.

15.6. Les larves

Durant la primera fase, la larva no passa de 0,25 mm de llargària. Com totes les que hem vist, té el cos segmentat en forma de fus de 13 segments i presenta espines robustes en la majoria dels segments. La càpsula cefàlica és més quitinosa que la resta del cos. Al final del cicle, que es desenvolupa en tres fases, assoleix una llargària de poc més de 3 mm.

No es varen trobar larves de les dues primeres fases d'aquest parasitoide, fet que ens fa pensar que actua com si es tractés d'un endoparasitoide de pupes en aquest moment del cicle. En canvi, es varen detectar larves en fase L3 alimentant-se de larves de fase L3 d'*A. gennadii* i de pupes de *P. nitescens*.



9. Larva d'*E. confusus* cap al final del desenvolupament nodrint-se d'una altra d'*A. gennadii* de fase L3 que encara manté el color ataronjat.



10. Larva d'*E. confusus* al final de la L3. Ambdues imatges 20x.

15.7. Les pupes

La pupa inicialment és blanquinosa i a mesura que es desenvolupa es va enfosquint fins que en la fase final comença a adquirir una coloració fosca, de manera que no presenta cap semblança amb l'insecte adult. La durada del desenvolupament és d'uns 20-25 dies al maig-juny.

Al reconeixement de les pupes ens ajudà la localitzada a una oliva afectada per la malaltia coneguda com a escudet, produïda per un fong que ja ens és familiar: *B. dothidea*, que té com a vector el cecidòmid *L. berlesiana* quan depreda els ous de la mosca *B. oleae*.

A la quadrícula, l'existència d'oliveres, ullastres i olivardes (*Dittricha viscosa*) propicia la destrucció dels fruits per part dels dípteres *B. oleae* en el primer i en el segon casos i de *Myopites stylatus* (Fabricius, 1794) en el tercer, fet que obre la possibilitat a *E. confusus* per actuar com a parasitoide.

En oliveres i ullastres la recollida de fruits atacats per la mosca s'iniciava cap a mitjan juny, i a les olivardes, a partir de setembre i en ambdós casos s'allargava fins al gener. En el primer cas sempre s'escollien olives que presentaven picada de la mosca i en el cas de de les olivardes es feia a l'atzar. Posteriorment es guardaven en recipients *ad hoc* per controlar possibles emergències tant de mosques com del parasitoide. En fruits d'olivarda, cap any no s'obtingueren resultats positius d'emergència d'*E. confusus*, la qual cosa ens fa pensar que la presència d'olivardes a les rodalies de la parcel·la de garrovers no té una incidència significativa en les poblacions d'*E. confusus* que participen en el control biològic del moscard.



Vista ventral (11) i lateral (12) d'una pupa d'*E. confusus* amb les restes del meconi de la larva de darrer estadi (20x).



13. Pupa a l'interior d'una garrova (20x).



14. Pupa a l'interior d'una baia de patatera afectada per braquicàrpia. Observau la gran presència de miceli a l'interior del nínxol fet per la larva de tercera edat d'*A. gennadii* (20x).

15.8. Parasitoïdització de pupes d'*A. gennadii* per *E. confusus*



15. A l'interior d'una garrova, a dalt, pupa d'*A. gennadii* parasitoïditzada per *E. confusus* abans de finalitzar la fase larvària L3. A baix, la pupa d'*E. confusus* (20x).

15.9. Hiperparasitoïdizació de pupes de *P. nitescens* per *E. confusus*

Aquest procés només l'hem observat a les garroves a la primavera, quan la larva de *P. nitescens* ha eliminat la larva L3 d'*A. Gennadii* i passa a l'estat de pupa en el mateix nínxol creat per la larva del moscard. El fet, com ja hem avançat, l'aprofita *E. confusus* per pondre un ou al mateix lloc, de manera que, en eclosionar, la larva trobarà en la pupa el nodriment necessari per assegurar-se el desenvolupament fins a entrar en la fase de pupa.



16. Pupa de *P. nitescens* devora un ou d'*E. confusus*.



17. Larva de tercera edat d'*E. confusus* començant a nodrir-se d'una pupa de *P. nitescens*, iniciant el procés per la part basal.



18. Íd. en un estat larvari i d'alimentació més avançat (imatges 16, 17 i 18 preses amb un augment de 20x).



19. Larva adulta d'*E. confusus* i restes quitinoses de l'embolcall d'una pupa consumida de *P. nitescens* (80x).

16. EL FONG SIMBIÒTIC DELS CECIDIS INDUÏTS PEL MOSCARD

16.1. Generalitats

Les interaccions del moscard de les garroves i les tàperes (*A. gennadii*) i el fong simbiòtic associat, present a l'interior dels cecidis que indueix, encara no han estat estudiades, ni en el cas de les garroves ni en el de les altres plantes hostatgeres del dípter de què tractam aquí. Avançam el que hem pogut trobar a la l'escassa bibliografia.

Es tracta, com ja coneixem, d'un fong de caràcter endòfit que viu i creix en el teixit vegetal dels fruits juvenils del garrover, les tapereres i altres vegetals atacats pel moscard *A. gennadii*. Recordem que els endòfits són microorganismes que colonitzen el teixit vegetal, en aquest cas de les garroves joves, sense causar cap símptoma o malaltia evident a l'arbre alhora que aporten una sèrie de beneficis al soci o socis participants de la simbiosi.

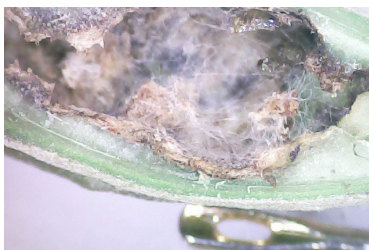
Malgrat que no se n'hagi estudiat encara l'existència a les garroves afectades de braquicàrpia ni a les altres plantes hostatgeres, la presència del fong no ens ha d'estranyar si pensam que recentment s'ha descobert que totes les plantes alberguen a les cèl·lules fongs endòfits que resulten imprescindibles per al seu microbioma, de la mateixa manera que els bacteris de l'intestí humà en conformen el nostre (Limi Shu, 2022). Aquests sistemes de simbiosis són molt complexos i just ara comencen a ser estudiats.

16.2. Antecedents

El primer que va intuir la característica simbiòtica del fong present a les agalles induïdes per *A. gennadii* a les garroves va ser Harris (1975), com ja hem avançat. Creia que una possible explicació a la diversa gamma de plantes hostatgeres del moscard es devia possiblement al fet que els cecidis que els induïa contenien un fong de tipus "ambrosia", semblant en certa manera als típics dels escarabats ambrosials (com en el cas de *Xylosandrus compactus* al garrover), però que no produeixen danys secundaris. Pensava que el miceli del fong que creixia a la superfície interna del nínxol provocat pel moscard servia també d'aliment a les seves larves.



1. Detall del miceli del fong simbiòtic a l'interior d'una garrova jove, abans de les emergències tant d'*A. gennadii* com dels possibles parasitoides (80x).



2. El miceli després d'emergir els adults (20x).
<https://youtu.be/Cdvq7hjPq2Q>



Estudis duits a terme recentment amb tècniques més avançades han demostrat que, efectivament les estructures fúngiques dels possibles fongs “ambrosials” de Harris pertanyien en realitat a un o diversos fongs de costums endòfits. Així, s’ha pogut demostrar en la majoria dels escassos estudis duits a terme amb cecidis produïts pel moscard en lamiàcies que aquests fongs corresponien a *B. dothidea* (Viggiani, 2017). Tanmateix, encara no s’ha estudiat ni en el garrover ni en la taperera.

Igualment, aquests estudis han posat de manifest que els serveis intercanviats en aquest mutualisme entre plantes, insectes i fongs inclouen dispersió, nutrició i protecció. Segons Biedermann i Vega (2020), aquests fongs poden ser consumits directament per les larves de l’insecte o degradar polímers vegetals i composts defensius, alhora que protegeixen contra factors ambientals i produeixen composts antagònics a competidors microbians. Per la seva banda, els insectes dispersen els fongs i també poden proporcionar-los protecció i substrats per al seu creixement.

Adair *et al.* (2009) ja havien comprovat que el gènere *Asphondylia* a Austràlia i Sud-àfrica estava associat amb àmplies comunitats de fongs als cecidis que produïa i que *B. dothidea* era sovint l’únic present.

Anys més tard, Zimowska *et al.* (2017) i Bernardo *et al.* (2018) associaren el fong amb la majoria de les espècies del gènere *Asphondylia* conegudes i comprovaren també que es tractava de *B. dothidea*, el simbiont bàsic dels moscards i que era present en una gran varietat de plantes i entorns ecològics.

Dos anys després, Park *et al.* (2019) varen demostrar que *B. dothidea* era el fong associat als cecidis dels brots florals del mesquite (*Prosopis* sp.) induït per *Asphondylia prosopidis* (Cockerell, 1898) a Nou Mèxic.

A aquesta mateixa conclusió varen arribar Zimowska *et al.* (2020). Això confirma que tant a Itàlia com a Polònia el fong es trobava també constantment associat als cecidis produïts pels moscards cecidòmids en una gran varietat de plantes hostes i entorns ecològics. A més, estudis taxonòmics moleculars havien detectat diferències en les soques provinents de l’hemisferi sud, cosa que indica l’existència de variació genètica relacionada amb l’origen geogràfic associat amb l’agalla.

Bernardo *et al.* (2021) identificaren els fongs existents a les agalles estudiades a Itàlia com a *B. dothidea*, *Alternaria* spp., i *Cladosporium* spp., amb predomini del primer. L’estudi no inclou ni el garrover, ni la taperera, ni els altres hostes estudiats en aquest treball, sobre els quals no existeix cap informació.

16.3. Dispersió del fong simbiòtic

Pel que fa a la dispersió del fong, se sospita que són les femelles dels moscards les que el vehiculen, transportant el seu inòcul en les setes de la darrera esternita abdominal. Constitueix una veritable estructura micangial, portadora del fong que introdueixen juntament amb els ous als teixits meristemàtics de la planta d’acollida. Tanmateix, no està clar quin nés el veritable origen ni el lloc on les femelles adquireixen el fong (Yukawa

i Rohfritsch, 2005; Kobune *et al.*, 2012). Pel que s'ha observat en els estudis, sembla que aquest lloc és el cecidi i les femelles del moscard, les portadores.

16.4. Dubtes sobre *B. dothidea*

Finalitzat el nostre estudi, no hem pogut confirmar quin és o són exactament els fongs que es troben als cecidis induïts per l'atac del moscard *A. gennadii* a cap dels hostes estudiats en aquest treball: les tàperes, les garroves, els pebres d'ase, les ravenisses, les patateres i els pebrers. No existeix cap estudi al respecte ni estan al nostre abast les tècniques per fer-ho.

Pels resultats obtinguts per la bibliografia en diferents països, pensam que el més probable és que es tracti de *B. dothidea*, per ser el més comú en altres plantes d'acollida estudiades fins ara. Si es confirma que és així, el fet ens produeix seriosa preocupació, perquè aquest fong quan no actua de manera endòfita és el causant en fructicultura de malalties greus en diverses espècies de fruiters com l'ametler, el melicotoner, la pomera, la vinya, etc. No en va, en la seva faceta endòfita, és conegut com el *gegan adormit*. Toquem ferro perquè no es desperti.

Seguidament s'exposen alguns exemples de la presència de miceli de fong simbiòtic a les nostres plantes d'acollida sotmeses a l'atac d'*A. gennadii*.

16.5. Alguns exemples de la presència del fong simbiòtic

16.5.1. A les garroves (*C. siliqua*)

Imatges de l'interior de les joves garroves, en les quals es pot observar el miceli del fong simbiòtic.



3. Amb presència de pupa del parasitoide *S. brevicornis* (20x).



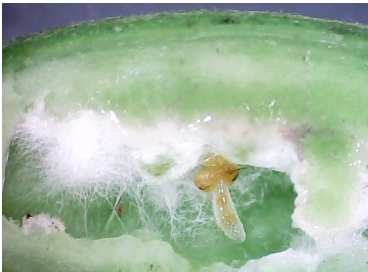
4. Amb larva de L3 d'*A. gennadii* que presenta símptomes d'atac de parasitoide (20x).



5. Amb pupa d'*A. gennadii*.



6. Al nínxol d'una pupa d'*A. gennadii* (20x).



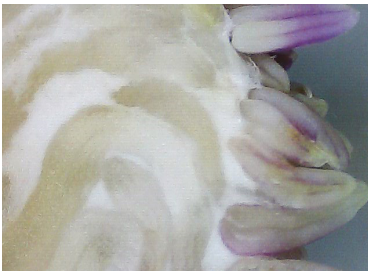
7. Amb larva de tercera edat de *P. nitescens* parasitòiditzant-ne una altra d'*A. gennadii* (20x).



8. Amb larva de segona edat d'*E. dentata* (80x).

16.5.2. A les tàperes (*C. spinosa*)

Imatges de l'interior de tàperes atacades per *A. gennadii* en les quals es pot observar el desenvolupament del fong simbiòtic.



9. Colonitzant els filaments dels estams fins a aconseguir la creació d'un nou teixit.



10. Formant el nínxol de la pupa per la larva de tercera edat d'*A. gennadii*.



11. Imatge cotonosa del miceli albergant una pupa d'*A. gennadii*.



12. Amb una larva L3 d'*A. gennadii* atacada de parasitoide i una pupa al final de la seva fase en els teixits transformats de les anteres de la tàpera. Totes les imatges 20x.

16.5.3. A les ravenisses

El fong simbiòtic a l'interior de síliques deformades de *D. eruroides* (20x).



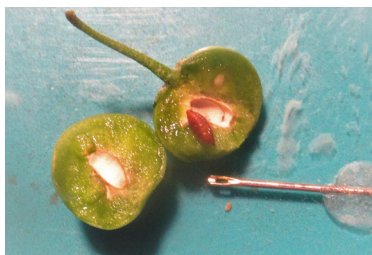
13. Amb presència de larva al final de la L1 d'*A. gennadii*.



14. Amb presència del miceli i una larva L3 d'*A. gennadii*.

16.5.4. Als pebres d'ase (*S. nigrum*)

Exemples de fong simbiòtic en baies de *S. nigrum* infestades pel moscard *A. gennadii* en diferents embolcalls de pupa.



15. En tota la superfície de l'embolcall.



16. D'una pupa jove.



17. D'una larva L3.



18. En el moment de l'emergència del moscard, deixant una part de l'embolcall de la pupa fora de la baia. Totes les imatges 20x.

16.5.5. A les patateres (*S. tuberosum*)



19 i 20. El fong als nínxols de pupes d'*A. gennadii* a baies de patatera formades al juliol (20x).

16.5.6. Als pebrers (*C. annuum*)



21 i 22. El fong als nínxols de pupes d'*A. gennadii* a joves fruits de pebren després de l'emergència del moscard (20x).

17. LA MOSCA DE LES TÀPERES



1. Femella de la mosca de les tàperes
Capparimya savastani (Martelli, 1911).

17.1. Distribució mundial de la mosca

C. savastani és l'única espècie de les 8 que inclouen el gènere *Capparimya* pròpia de la regió afrotropical que es troba a Europa meridional. Està àmpliament distribuïda i registrada, des de fa molt pocs anys, per tota la costa mediterrània: el sud d'Itàlia, Sicília, Malta, Algèria, Líbia, Egipte, Grècia, Israel, el sud de França, Marroc, Tunísia i Líban. Igualment es troba en alguns països de l'Orient Mitjà i Àsia, com l'Iran, el Pakistan, Oman i el Iemen (Demetriou i Kryfos, 2020).

L'àrea de distribució de la mosca coincideix amb la de la seva planta nutrícia exclusiva, la taperera. Les larves es desenvolupen a l'interior, tant de les poncelles florals com dels fruits o caparrots. És una forma de vida que la distingeix d'altres tefritrídits que només parasiten fruits, però mai poncelles florals.



2. Distribució mundial de *C. savastani* (Mohamadzade i Roberts, 2020). S'ha afegit Mallorca a l'original.

17.2. Detecció per primera vegada a Mallorca

Durant una prospecció feta el 2007, per a la detecció de paràsits de la mosca de l'olivera *B. oleae* mitjançant la utilització de trampes enganxoses grogues (cromotòpiques), es va capturar una única femella del tefrítid *C. savastani*. Aquesta espècie mai no havia estat registrada anteriorment ni a les Illes Balears ni a la Península. Com que les seves larves s'alimenten dels botons florals comestibles de la tàpera (*Capparis* sp.) constitueixen una potencial plaga del cultiu (Miranda *et al.*, 2008).

17.3. Aparició per primera vegada com a plaga a Mallorca

Es va detectar per primera vegada aquesta espècie de dípter com a plaga de les tàperes a principis del mes de juliol de 2019, tant a les plantes existents a la parcel·la experimental de garrovers com a les de la quadrícula, precisament quan es feia el seguiment de la part del cicle del moscard *A. gennadii* procedent de les garroves, en altres plantes hostatgeres secundàries, de les quals les tapereres varen resultar ser les més importants. El fet va permetre comprovar que les fases de receptivitat de les tàperes a la infestació tant d'*A. gennadii* com de *C. savastani* compartien una bona part del període vegetatiu.

Mentre l'atac del moscard començava amb la sortida de la segona o tercera generació procedent de les garroves, segons els anys, cap a finals d'abril-principis de maig, el de la mosca s'iniciava cap a meitat de juliol, de manera que a final de mes els adults del moscard ja no trobaren tàperes per desenvolupar-se. Això provocà que cap a principis d'agost totes les tàperes afectades presents a la zona en aquell moment, així com les que s'hi anaven desenvolupant fins al final de la seva època de floració a finals de setembre, eren monopolitzades en exclusiva per la mosca.

Així doncs, únicament des de meitat de juliol fins a principis d'agost, els botons florals de les tapereres poden ser compartits per les larves dels dos dípters, coincidint fins i tot amb les dels possibles parasitoides del moscard. La competència pel menjar i l'espai es va agreujant amb el temps, i donat el creixement exponencial de la mosca les seves larves acaben desplaçant *A. gennadii* totalment de les tàperes. Cap al començament d'agost és totalment impossible la vida del moscard (*A. gennadii*) a les tàperes, cosa que l'obliga a cercar una nova alternativa d'hostatger, que troba a les poquíssimes garroves, ja sensibles en aquesta època, i/o a les possibles *S. nigrum* existents a la parcel·la.



3. Cap a meitat d'agost és quan la població de *C. savastani* assoleix el màxim poblacional. Observau la gran quantitat d'aquestes mosques capturades en una trampa cromàtica en només tres dies.



4. Una mosca cercant pondre a una tàpera.

17.4. La causa de la forta expansió de la mosca

Indubtablement, de la mateixa manera que en el cas del moscard, la causa de la imparable expansió de la mosca ha estat la desaparició del cultiu de les tapereres. El sistema periòdic de recol·lecció de les poncelles florals eliminava a la mosca la possibilitat de reproduir-se massivament i assegurava cada any l'existència d'una mínima població, que passava desapercebuda com a plaga.

17.5. Generalitats sobre el dípter

Els adults de *C. savastani* a primera vista són molt semblants als de la coneguda mosca de la fruita *Ceratitis capitata*. Ambdues presenten un patró d'ales molt similar, encara que la diferència més gran es localitza al tòrax, com podeu observar a les imatges que es presenten a continuació.



5. Adult de *C. savastani* sobre una tàpera jove.



6. Adult de *C. capitata* sobre una taronja.



7. Detall (80x) del tòrax de *C. savastani*, en el qual es pot observar l'ornamentació en forma de trident característica.



8. Tòrax de *C. capitata* perfectament diferenciable de l'anterior (80x).

No s'ha pogut confirmar el moment exacte en què les femelles comencen a fer la primera posta a les tàperes, però ha de ser a principis de juliol, ja que cap a meitat de mes és quan són perceptibles les primeres larves en els borrons florals.

17.6. Els ous

La femella fecundada pon ous, que són de color blanc i de forma allargada, d'entre 7 i 8 mm. El seu període d'incubació pot durar 2 o 3 dies a l'estiu, fins a arribar a 8 o 10 entrat setembre. Els ous els ponen a l'interior de les tàperes entre els estams, en grups de 3 a 6. Sovint, una altra femella fa la posta a la mateixa tàpera, però en cap cas no se n'han trobat més de 7 larves.



9. Femella de *C. savastani* fent la posta a una tàpera (20x).



10. Ou entre els filaments dels estams (20x).



11. Primers danys de la mosca a una tàpera i sis ous (part superior dreta) (20x).



12. Detall dels ous a punt de sortida de la larva (80x).
<https://youtu.be/DxOys2Hu9nY>



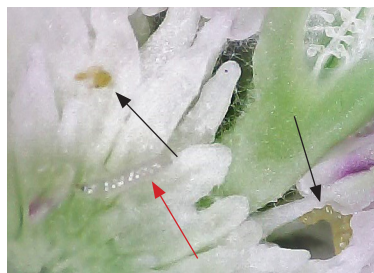
17.7. Les larves

Les larves passen per tres fases de desenvolupament abans d'arribar a la de pupa, són blanques i, com ocorre amb els adults, molt semblants a les de la mosca de la fruita *C. capitata*. Destaca la seva forma cilíndrica i allargada, amb l'extrem anterior lleugerament més estret i el caudal una mica aplanat. Les mandíbules són molt evidents en la tercera fase.

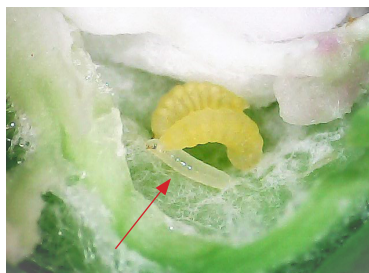


13. A dalt, larva L3 de *C. savastani* en la qual s'observen les potents mandíbules. A baix, a esquerra, larva L3 del moscard *A. gennadii* i a la seva dreta l'ovari de la tàpera infestada.
https://youtu.be/9b2A_L0QUKY

En la tercera o darrera fase de creixement larvari (L3), la seva longitud gairebé arriba a assolir 1 cm. Abans d'abandonar la tàpera per passar a la fase de pupa a terra, perforen els sèpals auxiliant-se dels ganxos mandibulars amb la finalitat d'obrir un forat d'emergència cap a l'exterior. S'enterren a una profunditat d'uns 5-8 cm, depenent de la duresa i de l'estat d'humitat del sòl. Fora de la tàpera es caracteritzen pels acrobàtics salts que fan per allunyar-se de la llum.



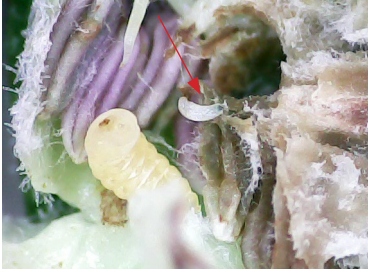
14. Larva L1 de *C. savastani* (fletxa vermella) i dues de segona edat d'*A. gennadii* (fletxes negres) a l'interior d'una tàpera (20x).



15. Larva de L2 de *C. savastani* devora dues de L3 d'*A. gennadii*. No les ataquen, però les deixen sense menjar (20x).

<https://youtu.be/nrvkP0Dv3XA>





16. Larva L1 de *C. savastani* (fletxa vermella) devora una L3 d'*A. gennadii* a una tàpera en avançat estat de podridura (20x).



17. Tàpera amb una larva L3 de *C. savastani* (fletxa roja) i a dalt una L3 i una pupa d'*A. gennadii*.

Com que a l'interior de la tàpera les larves disposen de menjar abundant, es desenvolupen de manera molt ràpida, cosa que els permet transformar-se en adults en un curt espai de temps, que no sol durar més de dues setmanes. El resultat final d'aquest reduït període de vida larvària dins de les tàperes n'és la destrucció total, de manera que queden buides, podrides i sense valor comercial. Posteriorment s'assequen i/o cauen a terra i en queda només el pecíol com a mer testimoni de la seva existència.



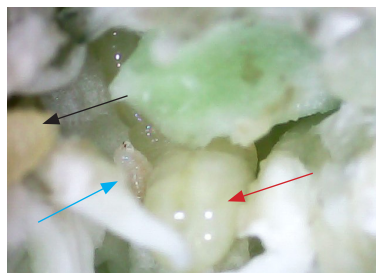
18, 19, i 20. Tàperes totalment destruïdes per la mosca *C. savastani*, sense opció al desenvolupament del moscard *A. gennadii*, que ha de cercar una altra planta hostatgera per continuar el cicle anual.



21. Tàpera i orifici d'emergència de la larva de tercera edat per fer la fase de pupa a terra.

Com ja hem avançat, durant els anys 2020 i 2021 a partir de meitat de juliol es va constatar la dominància de la mosca sobre el moscard *A. gennadii*, la qual cosa va donar lloc que en la majoria de les tàperes afectades les formes immadures d'aquest així com les dels seus possibles parasitoides haguessin de compartir la poncella amb les larves de *C. savastani*, en una convivència impossible.

El ràpid consum de la poncella floral que fan les larves de la mosca deixa ràpidament sense la seva font de subsistència, tant les formes immadures del moscard com les dels seus parasitoides, que, en no tenir la possibilitat de poder completar el cicle a l'interior de la tàpera, moren per inanició. Mai no hem pogut comprovar que siguin devorades o mortes per les larves dominants de la mosca. Tot i això, hem pogut observar com una petita larva de segona edat de *P. nitescens* intenta agredir en va amb les mandíbules el goliat que li suposa la larva adulta de la mosca.



22. Part d'una larva de tercera edat d'*A. gennadii* (fletxa negra) a l'interior una tàpera en la qual es desenvolupa també una altra L5 de *C. savastani* (fletxa vermella), víctima de l'atac defensiu sense èxit d'una altra del parasitoide *P. nitescens* (fletxa blava).



23. Una tàpera pràcticament destruïda per la mosca, amb part d'una larva amagant-se de la llum (ambdues, 20x).

17.8. Les pupes

La fase de pupa, com altres mosques d'aquesta família, la fan al sòl.



24. Pupes de la mosca de les tàperes.



25. Pupa de la mosca (20x).

Els anys d'atac fort de *C. savastani* sobre les tàperes, com es va observar el 2020 i el 2021, la pressió de la mosca va obligar el moscard a cercar un hoste alternatiu, que va trobar en el pebre d'ase (*S. nigrum*), per poder completar el seu cicle. Durant la resta dels anys, una incidència menys intensa de la mosca va permetre el moscard completar la part del cicle a les taperes abans de finalitzar-lo en el garrover, sense intervenir la solanàcia en el cicle.



26. *C. savastani*, la mosca de les tàperes.



27. *A. gennadii*, moscard de les garroves i les tàperes.

17.9. El cicle dels dos dípters de les tàperes al llarg dels cinc períodes de l'estudi

CICLE DELS DOS DÍPTERS DE LA TAPERERA ELS DARRERS CINC ANYS AMB LA SEVA POSSIBLE COINCIDÈNCIA A LES TÀPERES									
ANY	INSECTE	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE
2019	moscard								
	mosca								
2020	moscard						★ ★		
	mosca								
2021	moscard						★ ★		
	mosca								
2022	moscard								
	mosca								
2023	moscard								
	mosca								

- A les tàperes només trobam larves del moscard
- A les tàperes és possible trobar larves de la mosca i larves, pupes i parasitoides del moscard
- A les tàperes, només larves de la mosca
- A partir de mitjan agost el moscard desapareix de les tàperes en benefici de la mosca

17.10. Nombre de generacions anuals

A Campos durant l'any 2019 el nombre de generacions anuals va oscil·lar de 5 a 6, aproximadament una cada 20-24 dies. Durant la resta dels anys, degut a la gran explosió de la plaga, que es va agreujar a partir d'agost i que va afectar la pràctica totalitat de les tàperes de l'illa, tant silvestres com cultivades, calculam que se'n degueren produir 7 generacions, i el pic poblacional es va assolir a finals agost.

Aquest gran nombre de generacions anual feia presagiar, com així ha passat, que a partir de mitjan juliol en cap indret de l'illa no seria possible trobar tàperes sanes per al consum humà.



29. A partir de mitjan juliol la presència de la mosca *C. savastani* sobre les tàperes es fa omnipresent.

17.11. Visibilitat dels danys produïts per ambdós dípters

El símptomes es distingeixen fàcilment. A les tàperes atacades per la mosca, els primers danys no s'observen fins a finals de juny, quan ens adonam que les flors romanen sense obrir i no arriben a assolir la categoria comercial de "grosses" (més de 13 mm). En prémer-les entre el polze i l'índex són molt blanques i en assecat-se solen romandre a la planta o caure a terra i només deixen el peduncle.

A les tàperes atacades pel moscard, l'efecte es manifesta molt més prest, quan les primeres assoleixen la grandària de 3-4 mm, cap a principis de maig, però cal obrir-les per confirmar-ho, ja que encara es fa difícil observar les deformacions. En augmentar de grandària es presenten inflades i deformades i no arriben mai a obrir les flors, com si l'obertura quedés en l'intent. En prémer-les, són bastant més dures al tacte del que és normal i romanen a la planta sense acabar d'obrir la flor.



30. Tàperes amb símptomes típics de l'atac de la mosca *C. savastani* en començar setembre.



31. Tàperes amb símptomes de l'atac típic del moscard *A. gennadii* el juliol.

17.12. Factors que influeixen en el desenvolupament de les poblacions de *C. savastani*

A banda del factor humà, derivat de l'abandonament del cultiu de les tàperes, el desenvolupament d'aquesta mosca depèn de molts factors. En aquest agroecosistema dels garrovers, els factors biòtics que intervenen de manera més directa i que causen el major impacte negatiu sobre el desenvolupament del cicle biològic de la mosca són la temperatura, la humitat relativa i la precipitació.

La humitat relativa influeix particularment en la supervivència dels ous i les larves. Durant l'estiu humitats inferiors al 20 % combinades amb temperatures elevades poden provocar una alta mortalitat, que pot arribar al 90 % dels ous i de les larves neonatals, tal com va passar l'any 2022.

Durant la tardor i l'hivern l'acció combinada de les temperatures baixes i de la humitat alta del sòl pot ocasionar una gran mortalitat de les pupes enterrades, especialment en sòls compactes com la majoria dels nostres.

Es creu que les temperatures altes i la humitat baixa poden tenir un impacte negatiu en la maduració de l'ovari, en la durada de la vida de l'adult, en la distància de vol i en la mortalitat dels adults, especialment de les femelles.

Finalment, pel que fa als factors biòtics, és a dir, als possibles paràsits, parasitoides i depredadors, no coneixem que se n'hagi fet cap estudi.



32. Imatge d'una trampa cromàtica a una taperera. Segons els anys, les primeres captures significatives de mosques es produeixen al voltant de la segona quinzena de juliol.

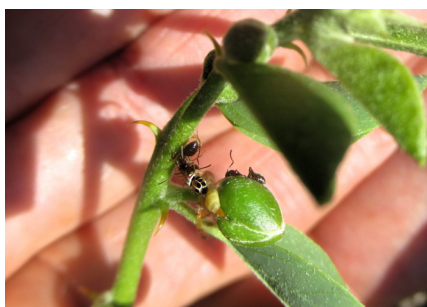


33. Taperera totalment infestada a principis de setembre.

17.13. El control de la mosca

Planificar un mètode de control eficaç contra la mosca serà molt difícil; d'una banda, perquè hauria d'implicar el màxim possible de cultivadors, cosa complicada d'aconseguir fins i tot per decret, i de l'altra, perquè podria afectar tant els enemics naturals com els insectes que visiten les flors en el moment de la pol·linització, així com la qualitat del producte.

Les estratègies de control que s'hi poden aplicar inclouen l'ús de trampes adhesives grogues per capturar massivament adults, de mosquers amb proteïna hidrolitzada, de trampes amb amoni, etc., tot amb l'objectiu de monitorar la presència dels adults i racionalitzar la possible aplicació d'insecticides.



34. Formigues atacant una femella ponent. Femella en el moment de la posta.

Caldria considerar també la possibilitat de la lluita biològica, però només s'ha trobat descrit a la bibliografia un únic parasitoide d'origen nord-africà: l'himenòpter braconíid *Psytalia concolor* (Szepligeti, 1910) (= *Opius concolor*). Fou introduït a la Península durant les darreres dècades del segle passat en la lluita contra la mosca mediterrània de la fruita (*C. capitata*). A més, és un conegut parasitoide que s'utilitza en la lluita contra

altres espècies de tefrítids com la mosca de l'olivera (*B. oleae*) i la del gínjol (*Carpomya incompleta* (Becker, 1903)).

Es tracta d'un endoparasitoide que fa la posta sobre larves de tercer estadi de la mosca, poc abans que entrin en fase de pupa. Presenta quatre estadis larvaris, els quals es desenvolupen a l'interior de la larva *C. savastani*.

En la pràctica, la seva introducció sol presentar dificultats, degut a les temperatures hivernals, que poden suposar un greu problema per a la seva supervivència, la qual cosa obliga a fer introduccions anuals, com va passar inicialment a la Península per al control de la mosca de l'olivera. A Mallorca, malgrat produir-se aquesta situació, segons Miranda *et al.* (2008), una introducció que es va dur a terme entre agost i setembre de 2007 aconseguí, en cultiu ecològic, una alta taxa de parasitoïdisme de *B. oleae* per *E. concolor* superior al 20 %.

A Espanya no hi ha autoritzat cap producte per a la lluita contra *C. savastani*. A Sicília els programes integrats de control de plagues suggereixen aplicacions de spinosad, un insecticida d'origen natural produït per la fermentació d'un bacteri (*Saccharopolyspora spinosa*), en el moment de captura dels primers adults a les trampes adhesives grogues. També s'aconsellen pràctiques culturals com llaurar per destruir les pupes. Com veim, es tracta d'estratègies semblants a les que s'utilitzen en la lluita contra la mosca de la fruita, però, com s'ha pogut comprovar a l'illa italiana, tenen una eficàcia molt baixa.

17.14. Resum

En l'actualitat, a Mallorca *C. savastani* ha esdevingut la principal plaga econòmica de les tàperes. El desenvolupament de les larves als seus botons florals comestibles constitueix una veritable plaga, com hem pogut comprovar al llarg dels cinc anys en què n'hem fet el seguiment.

Malgrat el crític moment, proper a la desaparició, que passa el cultiu de la tàpera a la nostra terra, s'albira una fundada esperança de ressorgiment, cimentada principalment en les seves característiques més destacades: el caràcter xerofític, que hi atorga una notable adaptabilitat a ambients hostils (canvi climàtic, manca de fertilitat del sòl, incendis forestals, sequera, etc.); les possibilitats enormes que presenta com a planta medicinal, degut als molts components bioactius que contenen les arrels, les fulles, les poncelles i els fruits, i els seus coneguts usos culinaris.

Com acabam de veure, a hores d'ara, l'estudi de la biologia d'aquesta mosca, *C. savastani*, està encara molt superficialment tractat. Per tant, es coneix molt poc sobre alguns dels seus trets característics, com la longevitat, l'aparellament, la fecunditat, el període de fase de pupa en el sòl, l'existència de fauna auxiliar contrària, els paràmetres climàtics que influeixen en el seu desenvolupament, etc.

18. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ADAIR, R.-J., BURGESS, T., SERDANI, M., BARBER, P. 2009. Fungal associations in *Asphondylia* (Diptera: Cecidomyiidae) galls from Australia and South Africa: implications for biological control of invasive acacias. *Fungal Ecology*, 2 (3): p. 121-134.
- AL KHATIB, F., FUSU, L., CRUAUD, A., GIBSON, G., BOROWIEC, N., RASPLUS, J.-Y., RIS, N. i DELVARE, G. 2014. An integrative approach to species discrimination in the *Eupelmus urozonus* complex (Hymenoptera, Eupelmidae), with the description of 11 new species from the Western Palaearctic. *Systematic Entomology*, 39: p. 806-862.
- AMMAVUTA G., P. L. BUE, R. FEDERICO, F. SPATAFORA, E. PERI. 2006. *Asphondylia gennadii* (Marchal) fitogafo dannoso al cappero nelle isole minori della Sicilia (Diptera: Cecidomyiidae). *Informatore fitopatologico*, 11: p. 26-30.
- ASKEW, R.R. 1975. Some Chalcidoidea from Majorca, with descriptions of two new species. *Eos. Revista Española de Entomología. Madrid*, 49: p. 13-27.
- ASKEW, R.R., BLASCO-ZUMETA, J., PUJADE-VILLAR, J. 2001. Chalcidoidea y Mymarommatoidea (Hymenoptera) de un sabinar de "Juniperus thurifera" L. en los Monegros, Zaragoza. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa: Monografías SEA*, 4.
- ASKEW, R.R., NIEVES-ALDREY, J.L. 2000. The genus *Eupelmus* Dalman, 1820 (Hymenoptera Chalcidoidea, Eupelmidae) in peninsular Spain and the Canary Islands, with taxonomic notes and descriptions of new species. *Graellsia*, 56: p. 49-61.
- ASKEW, R.R., NIEVES-ALDREY, J.L. 2017. Eupelmidae (Hymenoptera, Chalcidoidea) of Iberia and the Canary Islands; an annotated checklist with descriptions of some previously unrecognized males and a new species of *Calosota* Curtis. *Graellsia*, 73 (2): p. 1-17.
- BARNES, H.F. 1946. Gall midges of economic importance. Vol. 6: Gall midges of miscellaneous crops. Crosby Lockwood.
- BARRANCO, D., RALLO, L., FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. 1999. *El cultivo del olivo*. Junta de Andalucía. Ediciones Mundi- Prensa, Madrid: p. 470-472
- BATLLE, I., TOUS, J. 1997. Carob tree. *Ceratonia siliqua* L. *Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 17. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Roma.
- BERNARDO, U., NUGNES, F., GUALTIERI, L., NICOLETTI R., VARRICCHIO, P., SASSO, R., VIGGIANI, G. 2018. A New Gall Midge Species of *Asphondylia* (Diptera: Cecidomyiidae) Inducing Flower Galls on *Clinopodium nepeta* (Lamiaceae) From Europe, Its Phenology, and Associated Fungi. *Environmental Entomology*, 47(3): p. 608-622.
- BERNARDO, U., NUGNES, F., GARGIULO, S., NICOLETTI, R., BECCHIMANZI, A., STINCA, A., VIGGIANI, G. 2021. An Integrative Study on *Asphondylia* spp. (Diptera: Cecidomyiidae), Causing Flower Galls on Lamiaceae, with Description, Phenology, and Associated Fungi of Two New Species. *Insects*, 12 (11): 958.
- BEVAN, W. 1919. Notes on Agriculture in Cyprus and Its Products. Hellenica Word Scientific Library. Hazell, Watson & Viney, Ltd., Londres i Aylesbury.
- BIEDERMANN, P., VEGA, F.E. 2020. Ecology and Evolution of Insect-Fungus Mutualisms. *The Annual Review of Entomology*, 65: p. 431-455.

- BLANES-DALMAU, M., CABALLERO-LÓPEZ, B., PUJADE, VILLAR, J. 2017. Estudi de les gales de la col·lecció Vilarrúbia dipositada al Museu de Ciències Naturals de Barcelona. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 81: p. 137-173.
- CAMPO G., DINATALE, A., RINALDI, P., SANFILIPPO, M.; GENNA, G. I principali fitofagi deldi Salina. 2007. XXI Congresso Nazionale Italiano di Entomologia. p. 180.
- CONDIT, I. J. 1919. The carob in California. *Agric. Exper. Station. University of California Press*, Berkeley, 309: p. 431-440.
- CONREY, J.C. 2001. La diapausa prolongada y su papel en la dinámica poblacional de sistemas huésped-parasitoide. Tesis de Posgrado. Biblioteca digital FCEN-UBA. Biblioteca Central Luís F. Leloir. Universidad de Buenos Aires.
- CONSELLERIA D'AGRICULTURA I PESCA. 2010. Estadístiques bàsiques de l'agricultura, la ramaderia i la pesca a les Illes Balears. Palma.
- CHANDRA, R. 1993. Biology of *Mycodiplosis beliae* Chandra (Cecidomyiidae: Diptera). Animal Behaviour. Pest, Pathogens and Biogenis Diseases of Plants. *Cecidologia Internationale*, 13-14 (1-3): p. 143-153.
- DE MEYER, M., i FREIDBERG, A. 2005. Revision of the fruit fly genus *Capparimyia* (Diptera, Tephritidae). *Zoologica Scripta*, 34(3): p. 279-303.
- DELVARE, G., RIBES-ESCOLÀ, A., STOJANOVA, A.M., BENOIT, L., LECOMTE, J., ASKEW, R.R. 2019. Exploring insect biodiversity: the parasitic Hymenoptera, chiefly Chalcidoidea associated with seeds of asphodels (Xanthorrhoeaceae), with the description of nine new species belonging to Eurytomidae and Torymidae. *Zootaxa*, 4597 (1): p. 1-90.
- DEMETRIOU, J., KRYFOS, D. 2020. First record of the caper fly *Capparimyia savastani* (Martelli, 1911) (Diptera: Tephritidae) in Cyprus. *Israel Journal of Entomology*, 50: p. 15.
- ELDESOUKI-ARAFAT, I. 2012. Interacciones de *Bractocera oleae* Gmel. (mosca del olivo) con *Botryosphaeria dothidea* Moug. (escudete de la aceituna) y de *Phloeotribus scarabaeoides* Bern. (barrenillo del olivo) con *Verticillium dahliae* Kleb causante de la Verticilosis del olivo. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba.
- GAGNÉ, R., ORPHANIDES, G. 1992. The pupa and larva of *Asphondylia gennadii* (Diptera: Cecidomyiidae) and taxonomic implications. *Bulletin of Entomological Research*, 82 (3): p. 313-316.
- GAGNÉ, R.J., JASCHHOF, M. 2021. *A Catalog of the Cecidomyiidae (Diptera) of the World*. 5a edició.
- GENNADIUS, P. 1902. *The carob tree*. U.S. Government Printing Office.
- GIBSON, A.P., FUSU, L. 2016. Revision of the Palaearctic species of *Eupelmus* (Eupelmus) Dalman (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eupelmidae). *Zootaxa*, 4081 (1): p. 1-331.
- GINARD BAUÇÀ, R. 1980. *Cançoners Popular de Mallorca. Arbres i Fruits*. Vol II. Ed. Moll. Palma. p. 154 (91).
- GOBIERNO DE ARAGÓN. Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad. 2018. *Ensayo para determinar la biología del mosquito de la corteza* (Resseliella oleisuga). Foro Técnico de la Sanidad Vegetal. Centro de Sanidad y Certificación Vegetal (CSCV).
- GOKHMAN, V.E., NIKELSHPARGS, M. 2021. *Eupelmus messene* Walker, 1839 and *E. microzonus* Förster, 1860 as parasitoids of *Aulacidea hieracii* (Bouché, 1834) (Hymenoptera, Eupelmidae, Cynipidae). *Journal of Hymenoptera Researchs*, 84: p. 87-102.

GOMEZ, J.F., NIEVES-ALDREY, J.L., HERNÁNDEZ-NIEVES, M., STONE, G.N. 2011. Comparative morphology and biology of terminalinstar larvae of some Eurytoma (Hymenoptera, Eurytomidae) species parasitoids of gall wasps (Hymenoptera, Cynipidae) in western Europe. *Zoosystema*, 33(3): p. 287-323.

HANSEN, A., MORAN, A. 2013. The impact of microbial symbionts on host plant utilization by herbivorous insects. *Molecular Ecology*, 23: p. 1473-1496.

HARRIS, K. 1975. The taxonomic status of the carob gall midge, *Asphondylia gennadii* (Marchal), comb. n. (Diptera, Cecidomyiidae), and of other *Asphondylia* species recorded from Cyprus. *Bulletin of Entomological Research*, 65(3): p. 377-380.

EBERT, P., RATNASINGHAM, U., ZAKHAROV, E., TELFER, A. 2016. Counting animal species with DNA barcodes: Canadian insects. *Philosophical Transactions of The Royal Society B. Biological Sciences*, 371: 201503332.

JOY, J.B. 2013. Symbiosis catalyses niche expansion and diversification. *Proceedings of the Royal Society B. Biological Sciences*, 280 (1756): 20122820.

JUNTA DE ANDALUCÍA. 2004. Fauna auxiliar de la mosca del olivo. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Dirección General de la Producción Agrícola y Ganadera.

KOBUNE, S., KAJIMURA, H., MASUYA, H., KUBONO, T. 2012. Symbiotic Fungal Flora in Leaf Galls Induced by *Illiciomyia yukawai* (Diptera: Cecidomyiidae) and in Its Mycangia. *Microbial Ecology*, 63: p. 619-627.

LARA, L., CANO, M., TÉLLEZ, M. Y ALCÁZAR, M.D. 2009. *Identificación de una especie de cecidómido fungívoro en cultivos hortícolas de Almería*: Mycodiplosis sp. (diptera: cecidomyiidae). Transferencia tecnológica: Hortícolas. Phytoma, 214.

LIM, M., SHU, Y. 2022. *El futuro es fúngico*. Ed. Blume.

LOTFAZILADEH, H., DELVARE, G., RASPLUS, J.Y. 2007. Phylogenetic analysis of Eurytominae (Chalcidoidea: Eurytomidae) based on morphological characters. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 151: p. 441-510.

LONGO, S. 1996. La mosca del capper. *L'informatore Agrario*, 52: p. 65-69.

LONGO, S., SISCARO, G. 1987. Notes on behaviour of *Capparimyia savastani* (Martelli) (Diptera, Tephritidae) in Sicily. Fruit flies of economic importance. *Proceedings of the CEC/IOBC International Symposium, Rome/Italy*: p. 81-89.

LLULL, C. 2010. *Les tàperes i el seu univers*. Edicions Documenta Balear.

MARCHAL P. 1904. Diagnose d'une Cécidomyie nouvelle vivant sur le caroubier (Dipt.). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 9 (18): p. 272.

MARSBERG, A., KEMLER, M., JAMI, F., NAGEL, J.H., POSTMA-SMIDT, A., NAIDOO, S., WINGFIELD, M.J., CROUS, P.W., SPATAFORA, J.W., HESSE, C.N., ROBERTSE, B. i SLIPPERS, B. 2017. *Botryosphaeria dothidea*: a latent pathogen of global importance to woody plant Health. *Molecular Plant Pathology*, 18(4): 477-488.

MAZZON, L., MARTÍNEZ-SAÑUDO, I. 2014. The caper fly *Capparimyia savastani* (Martelli) (Diptera: Tephritidae). *Fruit Fly News*, 27.

MEYER, J. 1987. *Plant Galls and Gall Inducers*. Gebrüder Born-traeger. Berlín, Stuttgar. 291 p.

MIRANDA, M.A., J. TERRASSA, MIQUEL, M. 2008. *Capparimyia savastani* (Martelli, 1911): A New Record of Tephritidae of Economic Significance for Spain. *Phytoparasitica*, 36: p. 247-248.

MIRANDA, M.A., MIQUEL, M., TERRASSA, J., MELIS, N., MONERRIS, M. 2008. Parasitism of *Bactrocera oleae* (Diptera; Tephritidae) by *Psytalia concolor* (Hymenoptera; Braconidae) in the Balearic Islands (Spain). *Journal of Applied Entomology*, 132 (9-10): p. 798-805.

MOUSSA, Z., YAMMOUNI, D. 2015. First record of *Capparimya savastani* (Martelli, 1911) in Lebanon (Diptera: Tephritidae). *Zoology in the Middle East*, 61 (1): p. 93-94.

MOHAMADZADE, N., ROBERTS, H. 2020. Faunistic study of the fruit flies (Diptera, Tephritidae) in the United Arab Emirates, with a new record and an updated checklist. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 06 (4): p. 343-352.

NIEVES-ALDREY, J. L. 1998. Insectos que inducen la formación de agallas en las plantas. Una fascinante interacción ecológica y evolutiva *Bol. SEA*, 23: p. 3-12.

NIEVES-ALDREY, J. L., ASKEW, R. R. 2002. Calcidoideos (Hym., Chalcidoidea) asociados a agallas de Aylacini y Diplolepidini (Hym., Cynipidae) en España. *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 26 (1-2): p. 11-37.

NIEVES-ALDREY, J.L. 2019. Nota sobre los parasitoides de *Asphondylia gennadii* (Marchal), díptero dañino de los frutos del algarrobo en Mallorca. Comunicació personal.

NOYES J. S. 2019. Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication. Natural History Museum, Londres.

ORPHANIDES, G. 1975. Biology of the carob midge complex, *Asphondylia* spp. (Diptera, Cecidomyiidae), in Cyprus. *Bulletin of Entomological Research*, 65(3), p. 381-390.

POWELL, J.M. 1971. Additional Records of Mycodiplosis larvae (Diptera: Cecidomyiidae) feeding on rust fungi. *Can. Plant Dis. Surv.*, 51 (2).

PAPACHRISTOS, D. et alii. 2009. First record of *Capparimya savastani* in Greece. *Entomologia Hellenica*, 18: p. 74-77.

PARNELL J. R. 1964. Investigations on the biology and larval morphology of the insects associated with the galls of *Asphondylia sarothamni* H. Loew (Diptera: Cecidomyiidae) on broom (*Sarothamnus scoparius* (L.) Wimmer.). *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 116 (11): p. 255-273.

PARK, I., SANOGO, S., HANSON, S.F., THOMPSON D.C. (2019) Molecular identification of *Botryosphaeria dothidea* as a fungal associate of the gall midge *Asphondylia prosopidis* on mesquite in the United States. *BioControl*, 64: p. 209-219.

PARKER H. L. 1924 Recherches sur les formes postembryonnaires des Chalcidiens. *Annales de la Société entomologique de France*, 93: p. 261-379.

PARKER, H. L., THOMSON, W. R. 1928. Contribution a la biologie des Chalcidiens entomophages. *Annales de la Société Entomologique de France*, 97 (3-4): p. 425-465.

PINTOS-VARELA, C., REDONDO-FERNÁNDEZ, V., AGUÍN-CASAL, O., COSTAS-IMBERNÓN, D., MANSILLA-VÁZQUEZ, J.P. 2017. Detección de hongos de la familia Botryosphaeriaceae en especies forestales. 7º Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Plasencia Cáceres. 8 p.

RAMAN, A. W. WHEATLEY, W., POPAY, A. 2012. Endophytic Fungus Vascular Plant-Insect interactions. *Entomological Society of America. Environmental Entomology*, 41(3): p. 433-447.

RIXON, M.E., BAYLY, M.J., MCLAY, T.G.B., LEBEL, T. 2021. Investigating gall midges (*Asphondylia*), associated microfungi and parasitoids in some chenopod plant hosts (Amaranthaceae) in south-eastern Australia. *Arthropod-Plant Interactions*, 15: p. 747-771.

RIZZO, M.C., MASSA, B. 1998. On two Italian Gall Midges (Diptera Cecidomyiidae) and their parasitoides. *Entomologica*, 32: p. 121-131.

ROBINSON, R., NIEVES-ALDREY, J. L. 2000. The genus *Eupelmus* Dalman (Hym., Chalcidoidea: Eupelmidae) in Spain and the Canary Islands, with taxonomic notes and description of new species. *Graellsia*, 56: p. 49-61.

ROHFRITSCH, O. 2008. Plants, gall midges, and fungi: a three-component System. *The Netherlands Entomological Society*, 128(1): p. 208-216.

SKUHRAVÁ, M. I SKUHRAVÝ, V. 1994. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Italy. *Entomologica-Bari*, 28: p. 45-76.

SKUHRAVÁ M., SKUHRAVÝ V., BLASCO-ZUMETA J., PUJADE J., 1996 - Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of the Iberian peninsula. *Boln. Assoc. Esp. Ent.*, 20: p. 41- 61.

SKUHRAVÁ, M., SKUHRAVÝ, V. i EBEJER, M. J. 2002. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Malta. *Entomologica-Bari*, 36: p. 25-43.

SKUHRAVÁ, M., SKUHRAVÝ, V. 2004. Gall midges (Cecidomyiidae, Diptera) of Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Boln. Asoc. Esp. Ent.*, 28 (1-2): p. 105-119.

SKUHRAVÁ M., SKUHRAVÝ V., BLASCO-ZUMETA J., PUJADE J. 2006. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of the Iberian peninsula. *Boln. Assoc. Esp. Ent.*, 30 (1-2): p. 93-159.

SKUHRAVÁ, M. 2006. Species richness of gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) in the main biogeographical regions of the world. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 69: p. 327-372.

SKUHRAVÁ, M., SKUHRAVÝ V., MASSA, B. 2007 Gall Midges (Diptera Cecidomyiidae) of Sicily. *Naturalista Sicil.*, S. IV, XXXI (3-4): p. 261-309.

SKUHRAVÁ, M., SKUHRAVÝ, V. 2009. Species richness of gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) in Europe (West Palaearctic): biogeography and coevolution with host plants. *Acta Soc. Zool. Bohem*, 73: 87-156.

SKUHRAVÁ, M., SKUHRAVÝ, V. 2010. Species richness of gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) in Europe (West Palaearctic): biogeography and coevolution with host plants. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 73: p. 87-156.

SKUHRAVÁ, M., SKUHRAVÝ, V. 2016. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of south-western Turkey. *Acta Soc. Zool. Bohem.*, 80: p. 165-195.

SLIPPERS, B., CROUS, P. W., DENMAN, S., COUTINHO, T. A., WINGFIELD, B. D., WINGFIELD, M. J. 2004. Combined Multiple Gene Genealogies and Phenotypic Characters Differentiate Several Species Previously Identified as *Botryosphaeria dothidea*. *Mycologia*, 96(1): p. 83-101.

TAKASU, K. i YUKAWA, J. 1984. Two-year life history of the neolitsea leaf gall midge, *Pseudasphondylia neolitseae* Yukawa (Diptera, Cecidomyiidae). *Kontyû*, 52 (4): p. 596-604.

TÉLLEZ NAVARRO, M. M., CANO BANDERAS, M., TAPIA PÉREZ, G., CABELLO GARCÍA, T., LARA ACEDO, L. 2010. *Guía ilustrada de plagas y enemigos naturales en cultivos hortícolas en invernadero*. Nueva edición actualizada. Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Sevilla.

TLILI, N., ELFALLEH, W., SAADAoui, E., KHALDI, A., TRIKI, S., NASRI, N. 2011. The caper (*Capparis L.*): Ethnopharmacology, phytochemical and pharmacological properties. *Fitoterapia*, 82 (2): p. 93-101.

- TIWARI, N. K. 1974. Eurytoma nesiotae Crawford (Hym.: Chalcidoidea) an external parasite of gall midge *Asphondylia sesami* Felt. *Journal of Applied Entomology*, 77(1-4): p. 189-194.
- TOUS, J. (2015). Comunicació personal.
- TRAVESET, A., MAS, R.E. 1999. Presència de gal·les induïdes per cecidòmits, *Asphondylia trabutii* Marchal 1896, en els fruits de *Solanum nigrum* L. 1753 a Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: p. 27-31.
- TOKUDA, M. 2012. Biology of Asphondyliini (Diptera: Cecidomyiidae). *Entomological Science*, 15(4): p. 361-383.
- UECHI, N., YUKAWA, J., YAMAGUCHI, D. 2004. Host alteration by gall midges of the genus *Asphondylia* (Diptera: Cecidomyiidae). *Bishop Museum Bulletin in Entomology*, 12: p. 53-66.
- UECHI, N., YUKAWA, J. 2006. Life History Patterns and Host Ranges of the Genus *Asphondylia* (Diptera: Cecidomyiidae). Dins: Ozaki, K., Yukawa, J., Ohgushi, T., Price, P.W. (ed.), *Galling Arthropods and Their Associates*. Springer, Tokyo.
- UECHI, N., YUKAWA, J., TOKUDA, M., MARYANA, N., GANAHA_KIKUMURA, T., KIM, W. 2017. Description of the Asian chili pod gall midge, *Asphondylia capsicola* sp. n., with comparative notes on *Asphondylia gennadii* (Diptera: Cecidomyiidae) that induces the same sort of pod gall on the same host plant species in the Mediterranean region. *Applied Entomology and Zoology*, 52: p. 113-123.
- VALENCIA-BOTÍN, A. J. LIVERA-MUÑOZ, M., SANDOVAL-ISLAS, J. S. 2005. Caracterización de una Cepa de *Fusicoccum* sp. anamorfo de *Botryosphaeria dothidea* Moug.:Fr (Ces. and De Not.) Aislada de Pitahaya [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton y Rose] Cactacea. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 23(2): p. 157-161.
- VIGGIANI G. 2017. Attuali ricerche su alcune specie di *Asphondylia* Loew (Diptera: Cecidomyiidae) causanti galle fiorali su Lamiaceae. *Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia*, 65: p. 37-42.
- VIGGIANI, G. 2020. The complex of parasitoids of *Asphondylia* spp. (Diptera Cecidomyiidae), flower gall midges of Lamiaceae, with description of a new species of *Baryscapus* (Hymenoptera Eulophidae). *Bulletin of Insectology*, 73 (1): p. 45-52.
- YARAN, M., GÖRMEZ, V., KOYUNCU, M., TARLA, G. 2023. Two new records of fruit fly (Diptera: Tephritidae) for fauna of Turkey. *Journal of the Entomological Research Society*, 25(1): p. 137-141.
- YUKAWA, J., ROHFRITSCH, O. 2005. Biology and ecology of gall-inducing Cecidomyiidae (Diptera). Dins: A. Raman, C. W. Schaefer, T. M. Withers (ed.), *Biology, ecology and evolution of gall-inducing arthropods*. Science Publishers: p. 273-304.
- ZEROVA, M. D., SERYOGINA, L. Y. 2006. A review of the Palaearctic species of the genus *Eurytoma*, belonging to the *E. robusta* species-group (Hymenoptera, Eurytomidae), with description of two new species. *Entomological Review*, 86: p. 695-705.
- ZIMOWSKA B., VIGGIANI G., NICOLETTI R., FURMAŃCZYK A., BECCHIMANZI A., KOT, I. 2017. First report of the gall midge *Asphondylia serpylli* on thyme (*Thymus vulgaris*), and identification of the associated fungal symbiont. *Annals of Applied Biology*, 171 (1): p. 89-94.
- ZIMOWSKA, B., OKOŃ, S., BECCHIMANZI, A., KROL, E.D., NICOLETTI, R. 2020. Phylogenetic Characterization of *Botryosphaeria* Strains Associated with *Asphondylia* Galls on Species of Lamiaceae. *Diversity*, 12 (2): 41.

Agraïment

A José Luis Nieves-Aldrey (Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid), Pedro del Estal (Universidad Politécnica de Madrid) i Diego Olmo (Conselleria d'Agricultura del Govern de les Illes Balears), que varen facilitar-me la informació per conèixer la identitat del moscard i de tres dels seus parasitoides i la bibliografia bàsica necessària per iniciar l'estudi.



**Conselleria d'Agricultura,
Pesca i Medi Natural**

Institut de Recerca i Formació
Agroalimentària i Pesquera