



## Preferència de posta del depredador *Dicyphus errans* (Hemiptera: Miridae) entre diferents plantes.

Treball Final de Màster en Protecció Integrada de Cultius Universitat de Lleida

**Cognoms i nom:** Pagès Mas, Pere

**Tutor:** Filipe Madeira

**Director:** Ramón Albajes

## Resum

En moltes parts del món i específicament a Europa, el control biològic s'està convertint cada cop més en un eix principal en les estratègies de control integrat de plagues en cultius en hivernacle. En aquest treball s'ha estudiat alguns paràmetres de l'espècie *Dicyphus errans*, depredador polífaq que actualment no es comercialitza però que pot tenir potencial per introduir-se en el mercat.

S'han dut a terme assajos de supervivència i velocitat de desenvolupament, en condicions de laboratori i segons diferents dietes. En aquests assajos es va poder observar la importància de la planta hoste i de l'alimentació que complementa la dieta.

També s'ha determinat l'entrada a la fertilitat de les femelles de *D. errans* i s'ha fet un assaig per observar en quina espècie vegetal (pebrot, cogombre, tomàquet o calèndula) presenten més preferència per pondre els ous. Malgrat que en totes les espècies vegetals van haver-hi naixements, s'ha observat més preferència de posta en les plantes de tomàquet.

## Resumen

En muchas partes del mundo y especialmente en Europa, el control biológico se está convirtiendo cada vez más en el eje principal del control integrado de plagas en cultivos en invernadero. En este Trabajo se han estudiado algunos parámetros de la especie *Dicyphus errans*, depredador polífago que actualmente no se comercializa pero que puede tener potencial para ser introducido en el mercado.

Se han llevado a cabo ensayos de supervivencia y velocidad en el desarrollo, en condiciones de laboratorio y según diferentes dietas. En estos ensayos se pudo observar la importancia de la planta hospedadora y de la alimentación que complementa la dieta.

También se ha determinado la entrada a la fertilidad de las hembras de *D. errans* y se ha hecho un ensayo para observar en qué especie vegetal (pimiento, calabacín, tomate o caléndula) presenta más preferencia a la hora de poner huevos. Aunque en todas las especies vegetales hubo nacimientos, se observó que *D. errans* tiene más preferencia para poner los huevos en las plantas de tomate.

## Abstract

In many places of the world but especially in Europe, biological control is becoming a principal strategy for greenhouse crops by integrated pest management. This master thesis reports a series of assays to study some biological parameters of the species *Dicyphus errans*. This predator is not available on the market at the moment but it has potential to be used.

Nymphal development and survival trials when feed with different diets have been tested in the laboratory. Results reveal that diet including tomato plant improves nymph development and survival.

Age of fertility of *D. errans* females has been determined and assays have been carry out in order to establish plant species preference (pepper, cucumber, tomato or calendula) to oviposit. Although nymphs were found in all plant species, *D. errans* females prefer tomato plants to lay the eggs.

# Índex

Resum.....	1
Resumen.....	1
Abstract .....	1
Índex de figures i taules .....	4
Introducció .....	5
Mírids depredadors en programes de control integrat de plagues .....	6
Problemàtiques, i limitacions per l'ús de mírids depredadors comercialitzats .....	7
El <i>Dicyphus errans</i> .....	9
Caràcters morfològics i biològics estudiats de <i>D. errans</i> .....	9
L'espècie <i>D. errans</i> com a agent de control de plagues.....	10
Objectiu .....	12
Materials i mètodes .....	13
Desenvolupament de <i>D. errans</i> .....	14
Fertilitat de les femelles de <i>D. errans</i> .....	15
Preferència de posta en diferents espècies cultivades .....	15
Anàlisi de dades .....	17
Resultats i discussió.....	18
Supervivència i desenvolupament de <i>D.errans</i> .....	18
Fertilitat femelles de <i>D. errans</i> .....	21
Ovoposició de <i>D. errans</i> en diferents espècies vegetals .....	22
Conclusions .....	25
Agraïments .....	25
Bibliografia .....	26

## Índex de figures i taules

Taula 1 Plantes (tomàquet, pebrot, cogombre i calèndula) i combinacions utilitzades en les tendes per als experiments de preferència de posta .....	16
Taula 2 Alçada, número de fulles, varietat i casa comercial de les plantes utilitzades en els experiments. ....	16
Figura 1 distribució de <i>D. errans</i> a Europa. Font: (Sanchez & Cassis, 2018) .....	9
Figura 2 <i>D. errans</i> mascle (esquerra) i femella (dreta).....	10
Figura 3 <i>D. errans</i> atacant ous i larves de lepidòpter en fulla d'ortiga .....	11
Figura 4 Pot (esquerra) i gàbia de cria (dreta) de <i>D. errans</i> en laboratori.....	13
Figura 5 Nimfa de <i>D. errans</i> emergint de l'ou (esquerra), i nimfes de 4rt i 5é estadi (dreta).....	14
Figura 6 Femella de <i>D. errans</i> amb l'ovopositor dins una tija de tomàquet.....	15
Figura 7 Plantes utilitzades en els assajos de preferència de posta .....	17
Figura 8 Supervivència nimfal respecte a les nimfes inicials de <i>D. errans</i> quan és alimentat amb brot de tomàquet, ous d' <i>Ephestia kuehniella</i> , aigua + <i>E. kuehniella</i> o tomàquet+ <i>E. kuehniella</i> . Diferents lletres a cada estadi nimfal indiquen diferències significatives entre dietes (Tukey, $P < 0.05$ ) .....	18
Figura 9 Durada de desenvolupament nimfal de <i>D. errans</i> quan és alimentat amb cada dieta (brot de tomàquet, ous d' <i>E. kuehniella</i> , ous d' <i>E. kuehniella</i> +aigua o ous d' <i>E. kuehniella</i> + tomàquet). Les lletres diferents indiquen que hi ha diferències entre les mitjanes dins de cada estadi nimfal segons la separació de mitjanes LSmeans Student's T.....	20
Figura 10 Percentatge de femelles de <i>D. errans</i> que entren a la fase fèrtil segons els dies d'edat dels adults. ....	21
Figura 11 Nombre mitjà de nimfes ( $\pm$ EE) de <i>D. errans</i> per tenda amb la combinació de 2 plàntules, després de ser inoculada amb 3 parelles durant 5 dies. Les combinacions estudiades: Cogombre – cogombre (CuCu), Pebrot – cogombre (PCu)... Lletres diferents indiquen diferències significatives entre combinacions. ....	22
Figura 12 Total de nimfes emergides en les diferents combinacions d'espècies vegetals, un p-value $< 0.05$ indica diferències significatives .....	23

## Introducció

En els últims anys, a Europa, les estratègies de control de plagues en cultius protegits han estimulat la recerca de millors tècniques de control biològic. Part d'aquesta tendència es deu a les normatives de protecció del consumidor, les quals estan comportant creixents restriccions d'ús legal de gran part dels productes fitosanitaris més utilitzats i part a les exigències del mercat, on cada cop es demanen productes més lliures de matèries actives químiques (per exemple utilitzant segells de qualitat). Per altra banda, algunes de les plagues clau que afecten als cultius protegits tenen facilitat per desenvolupar resistències als insecticides aplicats, fet que obliga a buscar nous insecticides o a buscar alternatives de control de plagues, entre les quals, les de control biològic.

Els productes d'horta, que per naturalesa tenen un cicle de cultiu curt i una part important es destina al consum en fresc, són dels productes més afectats per les noves normatives d'ús restrictiu dels productes fitosanitaris. Això ha provocat una gran reducció del nombre de matèries de síntesi química autoritzades. Com a resposta són moltes les explotacions on s'han establert estratègies de control biològic com a eina clau en els programes de control integrat de plagues.

En aquest context i centrant-nos en els cultius d'horta, les diferents estratègies de control biològic engloben una gran quantitat d'espècies molt diferents, que poden tenir en compte depredadors estrictes, depredadors facultatius, parasitoids o microorganismes. Sovint també utilitzen mètodes culturals per atraure enemics naturals o per allunyar insectes plaga o evitar malalties (Gabarra et al., 2000).

Aquest increment de la utilització del control biològic en explotacions comercials ha tingut i segueix tenint una resposta en la investigació de noves estratègies i nous agents de control per aconseguir eficàcies capaces de competir amb les tècniques de control de plagues tradicionals, així com oferir beneficis tant a productor com a consumidor per tal d'incrementar la seva utilització. Aquesta recerca s'emmarca en aquesta voluntat.

En la conca mediterrània, el clima és temperat en la gran part de l'any, amb estius calorosos i hiverns suaus. Aquestes condicions ajuden a que hi hagi una gran quantitat d'insectes plaga i també dels enemics naturals d'aquests, sobretot durant l'estiu i la tardor. En general aquesta fauna és capaç d'anar passant de cultiu en cultiu fluctuant entre l'interior i l'exterior dels hivernacles i d'hivernar en cultius d'hivern o a les herbes ruderals. Aquestes condicions permeten per un costat l'activitat agrícola durant pràcticament tot l'any i fent necessària la protecció de cultius en aquest mateix període (Castañé et al., 2004).

Les estratègies de control biològic, habitualment han consistit en alliberar agents de control biològic, seguint els exemples d'èxit de control biològic augmentatiu obtinguts en els hivernacles del nord d'Europa (Castañé et al., 2004). A l'oest del mediterrani és recurrent que a finals de primavera es produeixi una colonització espontània de mírids depredadors quan no s'apliquen insecticides d'ampli espectre (Castañé et al., 2004). Això comporta que les estratègies de control biològic a la conca mediterrània hagin derivat cap a estratègies basades en els enemics naturals generalistes, en són exemples els mírids depredadors i els antocòrids (Riudavets & Castañé, 1994). Tanmateix la colonització espontània d'enemics naturals pot ser complementada per

alliberaments específics d'agents de control biològic per tal d'augmentar les poblacions dels enemics naturals.

Els depredadors generalistes, com els mírids depredadors o els antocòrids, es caracteritzen per la seva alimentació zoo-fitòfaga. Per tant, estan estrictament relacionats tant amb la planta (cultiu) com amb la presa (Alomar & Albajes, 1996; Sanchez et al., 2004; Ingegno et al., 2011).

## Mírids depredadors en programes de control integrat de plagues

A la Península Ibèrica hi trobem més de 500 espècies de mírids, entre elles hi ha una gran varietat de mides, coloracions i biologia en general. A les zones d'horta es troben principalment les espècies de mírids de la subfamília *Dicyphinae*. Dels 22 gèneres d'aquesta subfamília, només 4 es troben a l'estat espanyol, i d'aquests 4 n'hi ha 3 que es troben en els cultius d'horta: *Macrolophus*, *Nesidiocoris* i *Dicyphus* (Alomar & Goula, 1994). Aquests gèneres són depredadors generalistes i molt usats en hivernacles. Els caracteritza que són omnívors, per tant es poden alimentar amb la plaga i amb les plantes/fruits del cultiu (Coll & Guershon, 2002).

A la conca mediterrània, les espècies de mírids depredadors de la subfamília *Dicyphinae* més comunes establertes en els cultius d'horta, s'han registrat com *Dicyphus cerastii* Wagner, *D. errans* Wolff, *D. bolivari* (abans identificada com a *D. tamaninii* (Wagner) (Sanchez & Cassis, 2018)), *Macrolophus costalis* Fieber, *M. pygmaeus* Rambur, i *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Ingegno et al., 2013).

Habitualment, l'alta especificitat del depredador o parasitoid cap a una plaga, s'ha considerat un factor positiu en els agents de control biològic. Alguns dels arguments per donar prioritat a aquests agents de control més específics en front dels més generalistes com ara els mírids són la seva eficàcia per mantenir les poblacions de plaga baixes, ja que l'ús de depredadors generalistes pot afectar a altres espècies que no són objectiu, a més els depredadors zoo-fitòfags es poden convertir en la pròpia plaga si causen danys importants al cultiu (Albajes & Alomar, 1999).

Tot i això, els mírids també ofereixen avantatges per al control de plagues. Són depredadors generalistes i capaços de reduir significativament les poblacions de diferents plagues, també es poden establir en cultius a l'inici de temporada i colonitzar-los abans que les plagues siguin molt abundants, ja que poden romandre al cultiu encara que la quantitat de presa sigui escassa (Castañé et al., 2011). Aquesta colonització primerenca es va observar en cultiu de tomàquet a la zona del Maresme, la plaga de mosca blanca colonitzava els cultius i simultàniament arribava la colonització de *D. bolivari* (Castañé et al., 2004).

Un altre factor positiu d'espècies polífagues com les que conformen els mírids és el descrit en Biondi et al., (2013) on per fer front a la nouvinguda plaga, *Tuta absoluta* (Meyrick), (Lepidoptera: Gelechiidae), van fer proves d'agents de control biològic locals amb més de 70 espècies d'artròpodes autòctones que s'havia registrat que atacaven a la nova espècie invasora. Entre els enemics naturals, els mírids depredadors van destacar amb un potencial prou prometedor per a ser inclosos en estratègies de gestió de la plaga.

Per posar altres exemples, es coneix el seu impacte sobre espècies de mosca blanca com són *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (*Hemiptera*) o *Bemisia* spp, i també es coneix que tenen una alta activitat sobre àfids, àcars, trips, larves minadores de fulles i ous de lepidòpters (Albajes & Alomar, 1999). En el cas de la plaga *T. vaporariorum*, als anys 80 havia esdevingut molt difícil de controlar amb insecticides a causa de la seva facilitat per tornar-se resistent a moltes matèries actives (Alomar et al., 2002), no obstant això a finals dels 80 amb la reducció de l'ús d'insecticides, mírids de la subfamília *Dyciphinae* van començar a colonitzar els camps de tomaqueres on s'aplicava un maneig integrat de plagues (Perdikis, 2009).

La conservació de les poblacions naturals de mírids depredadors és una estratègia de control de plagues que s'està duent a terme satisfactòriament en moltes zones de la conca mediterrània (Castañé et al., 2011), tot i això, a Europa, les estratègies actuals es basen en l'alliberament d'aquests depredadors es centren principalment en dues espècies: *M. pygmaeus* i *N. tenuis*, però ambdues espècies tenen algunes característiques que limiten la seva idoneïtat per al control biològic. També hi ha altres espècies de mírids (nombrades anteriorment) molt menys estudiades que poden tenir potencial com agent de control biològic (Madeira et al., 2018).

## Problemàtiques, i limitacions per l'ús de mírids depredadors comercialitzats

*Macrolophus pygmaeus*, és el mírid més utilitzat en estratègies de control biològic augmentatiu en horta a les comarques catalanes (Castañé et al., 2011), això es deu a la seva ampla distribució en la conca mediterrània i també a que es considera un "insecte segur" ja que causa molt pocs danys i només en condicions de molta alta densitat de depredadors en relació a una baixa densitat de plaga (Moerkens et al., 2016). Tot i l'èxit d'aquest depredador, des de l'any 2006, amb la introducció de la plaga invasora sud-americana, *T. absoluta*, en la majoria d'hivernacles de tomaquera ha augmentat la presència i l'ús del mírid *N. tenuis*, ja que aquest té una acció més efectiva de cara a combatre aquesta nova plaga (Urbaneja et al., 2012). De fet, Molla et al., (2014) va observar que les femelles de *M. pygmaeus* no van ser capaces de reproduir-se quan eren alimentades només amb ous de *T. absoluta*. En canvi, *N. tenuis* es va adaptar bé a la nova plaga, sent capaç de fer tot el cicle vital quan s'alimentava d'aquesta plaga. El fet de poder tancar el cicle és important per tal que aquests depredadors siguin capaços de mantenir les plagues en poblacions baixes.

Aquest segon mírid, *N. tenuis* es pot alimentar al llarg de tota la part aèria del la planta hoste (principalment tomàquet) però té una forta tendència a buscar les parts apicals de la planta. Quan aquest insecte s'alimenta de la planta, tant nimfes com adults produeixen diferents tipus de danys, aquests poden incloure: anells necròtics, tant a tiges principals, com a brots, fulles o als òrgans florals. També poden afectar directament al fruit causant deformacions, falta de creixement o la pèrdua completa del fruit (Castañé et al., 2011).

Tant un depredador com l'altre, coincideixen amb una velocitat d'establiment baixa, aquest fet en minva la seva idoneïtat per al control de plagues en alguns casos (ja que parlem de cultius de cicle molt curt). De moment, una possible solució d'aquesta limitació és afegir aliment (per



exemple ous de lepidòpter) per afavorir l'establiment d'aquests depredadors abans que la presència d'individus plaga sigui elevada, millorant així el control biològic (Calvo et al., 2012).

Una altra solució proposada és la inoculació de mírids depredadors en viviers de planter, aquesta va ser posada a prova amb *D.errans* i *D.bolivari* per Madeira et al.,(2018) i per altres mírids depredadors (Calvo et al., 2012; Perdikis et al., 2015). Fent la inoculació dels depredadors abans de plantar a l'hivernacle fa que el planter tingui ous dels depredadors fins i tot abans de ser a l'hivernacle, cosa que fa més ràpida la instal·lació d'aquests en el cultiu. En l'estudi de Madeira et al., (2018) es posa de manifest que les plantes de tomàquet que havien tingut presència de *Dicyphus* eren més atractives per els individus de la pròpia espècie que les plantes on no hi havia hagut presència prèvia d'aquests depredadors. Això faria que les plantes trasplantades a l'hivernacle amb ous de *Dicyphus* fossin més atractives pels depredadors de la mateixa espècie, tant els nascuts fruit de la inoculació com dels de poblacions naturals en l'agroecosistema, afavorint finalment la colonització primerenca d'aquests mírids en el cultiu. La inoculació de depredadors en el planter abans de plantar a camp pot tenir limitacions. En aquest cas *N. tenuis* pot causar danys al planter, cosa que el fa poc apte per aquest mètode (Calvo et al., 2012).

A la conca mediterrània també és molt present el *D. bolivari*, tot i que només s'utilitza en programes de conservació ja que no es comercialitza. *Dicyphus bolivari* va ser el primer depredador conegut de mosca blanca en la costa catalana, gracies a poder-se establir en moltes espècies vegetals, aquest depredador podia colonitzar els camps d'horta quan no s'aplicaven insecticides d'ampli espectre (Alomar et al., 2002). Tot i l'acció depredadora d'aquest insecte pot produir danys quan la quantitat de depredadors és superior a la de les seves preses, aquests danys poden incloure picades en fruit de tomàquet, produint decoloracions i algunes deformacions, tot i ser danys estètic en poden baixar el valor al mercat (Castañé et al., 2011).

En programes de IPM on s'ha aplicat el control biològic de conservació per aprofitar l'acció de *D. bolivari* s'ha vist que els danys apareixien quan les preses alternatives eren molt escasses. Avaluant la relació entre la quantitat de plaga i la quantitat de depredadors, es pot fer un maneig correcte dels mírids depredadors i minimitzar així els danys potencials produïts tant per les plagues com pels propis depredadors(Castañé et al., 2011).

## El *Dicyphus errans*

En aquest treball s'avaluen alguns paràmetres biològics i del comportament de l'espècie *D. errans*, un depredador present en el medi natural de la conca mediterrània (figura 1) i documentat com a agent de control biològic que apareix als hivernacles de manera espontània actuant com a depredador de plagues (Sanchez & Cassis, 2018). Aquest agent de control biològic s'utilitza en programes de control biològic de conservació a Itàlia però a causa de la poca informació que hi ha sobre el seus comportament i preferències no s'utilitza en programes de control biològic per augment o inundació (Ingegno et al., 2009).

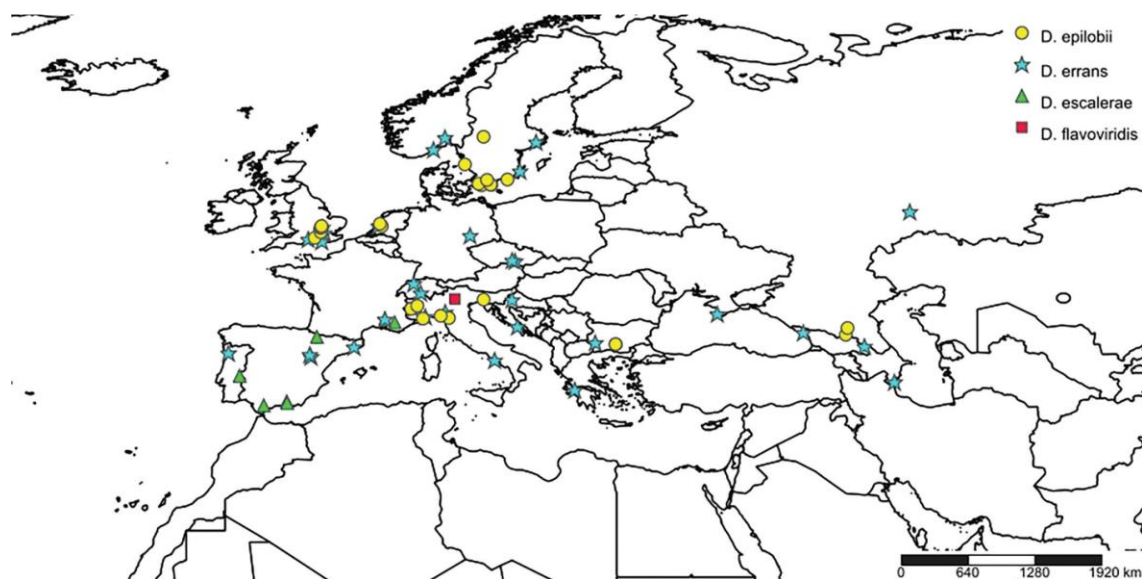


Figura 1 distribució de *D. errans* a Europa. Font: (Sanchez & Cassis, 2018)

## Caràcters morfològics i biològics estudiats de *D. errans*

Els mírids es distingeixen d'altres xinxes per tenir el cúneus clarament separat dels èlitres, i absència d'ocells a la zona del cap. A més a més la membrana de les ales presenta una o dues cel·les a la base i no té nervacions longitudinals; les antenes tenen quatre artells amb la inserció al cap sempre visible dorsalment. L'estilet està format per quatre segments i en repòs descansa sobre la cara ventral del cos (Alomar & Goula, 1994).

L'espècie *D. errans* majoritàriament és fosca. Els èlitres translúcids permeten veure el tòrax i l'abdomen subjacents, que són completament foscos. El cap i el pronot són foscos i brillants, formant una banda continua i ample des de l'estilet fins a la base dels èlitres. Les antenes, en adults madurs i completament esclorititzats, són de color marró molt fosc o negres, excepte en la base i l'àpex de cada artell. Els exemplars de *D. errans* mesuren entre 4.8 i 5.1mm de longitud total, sent més grans que espècies properes com *D. bolivari*.

El desenvolupament de *D. errans* comprèn cinc estadis ninfals i en els dos darrers estadis els esbossos alars són clarament visibles (Alomar & Goula, 1994).

A 25 °C, el desenvolupament embrionari dura uns vuit dies; el ninfal, unes tres setmanes; i els adults poden viure més de dos mesos. Tant les nimfes com els adults, a més de depredar, s'alimenten de la planta xuclant-ne els líquids cel·lulars. Aquest règim alimentari mixt —zoòfag i fitòfag— els permet instal·lar-se als cultius quan les poblacions de preses són baixes (Gabarra et al., 2000).

Entre mascles i femelles de *D. errans* també hi ha diferències tant morfològiques com de comportament. En la figura 2 es poden observar algunes diferències morfològiques entre el mascle i la femella de *D. errans*, la femella té un abdomen considerablement més gran i un color més fosc, mentre que el mascle té l'abdomen més prim, curt i sovint amb tons més verds. En quant a depredació, tot i que els dos sexes són depredadors actius, les femelles solen ser significativament més voraces que els mascles Ingegno, et al (2017).



Figura 2 *D. errans* mascle (esquerra) i femella (dreta)

La superfície de les plantes també pot ser un element important per insectes fitòfags i els seus enemics naturals. Segons Voigt et al. (2007) *D. errans* té preferència per habitar en plantes pubescents que altres espècies de depredadors eviten, i on hi viuen moltes espècies d'artròpodes. Les superfícies amb tricomes poden donar llocs on fixar-se i caminar a *D. errans*, que té unes potes llargues i especialitzades (Voigt et al., 2007).

### L'espècie *D. errans* com a agent de control de plagues

Aquest mírid s'estén sobretot per la conca mediterrània i en general per tota la zona paleàrtica, amb excepció de la de Finlàndia, Letònia, Lituània, Irlanda del Nord, Rússia septentrional, Eslovàquia i Àsia occidental (Kerzhner & Josifov, 1999; Aukema, 2005). *Dicyphus errans* té una distribució territorial força similar a la de *M. pygmaeus*, i en canvi té una distribució més ampla que *N. tenuis*, ja que aquesta última té preferència per climes més càlids com el del sud d'Espanya i colonitza els camps de més al nord en els mesos més calorosos de l'any (Kerzhner & Josifov, 1999).

En aquest ambient, està documentada la presència de *D. errans* amb una dieta omnívora en la qual hi figuren més de 150 espècies vegetals hostes i la depredació d'una ampla gamma de petits

artròpodes i ous d'altres insectes més grans (Voigt, 2005). Entre aquests insectes hi figuren alguns fitòfags d'interès agrícola com són per exemple mosques blanques, àcars, trips i ous de lepidòpter (Ingegno et al., 2011). En la figura 3 es pot observar una nimfa de *D. errans* havent depredat larves (de primer estadi) i ous d'heliotis (*Helicoverpa armigera*) en fulla d'ortiga.

En laboratori, la depredació de mosca blanca (*T. vaporariorum*) per *D. errans* va ser significativament superior a l'obtinguda amb els depredadors *D. tamaninii* i *M. pygmaeus* (Montserrat et al., 2000). En canvi en el mateix estudi s'observava la depredació dels dos depredadors sobre *Frankliniella occidentalis* Pergande (*Thysanoptera: Thripidae*). En aquest segon cas, la depredació de trips va ser significativament menor la produïda per *D. errans* que la obtinguda per els altres dos depredadors (Ingegno et al., 2017).



Figura 3 *D. errans* atacant ous i larves de lepidòpter en fulla d'ortiga

Encara que l'acció depredadora de *D. errans* és coneguda, encara no es contempla en els programes de protecció integrada de plagues (IPM) (Castañé et al., 2011).

Tot i això aquest depredador omnívor pot ser una peça clau per al control de *T. absoluta*, gracies a la seva habilitat per sobreviure en ambients varis, a més a més té una alta probabilitat de coincidència amb la plaga ja que tenen en comú la preferència per varies plantes hostes similars on pondre els ous (Ingegno et al., 2017).

## Objectiu

En aquest treball s'avaluen alguns paràmetres biològics i del comportament de l'espècie *D. errans*. L'objectiu principal va ser conèixer alguns paràmetres biològics i de comportament d'aquesta espècie així com determinar la preferència d'oviposició entre diferents plantes. Es discutirà el potencial d'aquest depredador com agent de control biològic de plagues en cultius hortícoles i com alternativa a les espècies de mírids que es comercialitzen actualment.

Aquest objectiu es portarà a terme mitjançant els següents objectius específics:

1. conèixer la durada del desenvolupament ninfal i la supervivència de *D. errans* a condicions de laboratori amb quatre tipus de dietes.
2. Determinar l'edat d'entrada a la maduresa sexual de les femelles.
3. Determinar la preferència de posta de *D. errans* entre diferents cultius d'interès hortícol: pebrot (*Capiscum annum*), cogombre (*Cucumis sativus*), tomàquet (*Solanum lycopersicum*) i l'ornamental *Calendula officinalis*.

## Materials i mètodes

En aquest apartat s'expliquen els assajos que s'han dut a terme per assolir els objectius del treball. Consta de tres assajos en els quals es busca saber alguns paràmetres del comportament biològic de l'insecte com són el desenvolupament de *D. errans* en condicions de laboratori o l'entrada a la fase fèrtil. Més encarat a la raó del treball es fa un assaig on s'observen les preferències d'aquest insecte a l'hora de pondre els ous.

Aquest treball es va realitzar al laboratori d'entomologia (Dpt. Producció Vegetal i Ciències Forestals) de la Universitat de Lleida. Aquest laboratori estava a unes condicions de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2$  i les hores de llum seguien la relació 16:8 L:F

En els assajos s'han utilitzat insectes providents d'una cria de *D. errans* del laboratori d'entomologia. Aquesta cria de laboratori es va començar a partir d'insectes adults recollits a parcel·les de tomàquet ecològic al Piemont, Itàlia, cordialment cedits per la Dra. Tavella i Dra. Ingegno de la Universitat de Torí. Un cop a Lleida es van criar i reproduir els insectes.

Per fer la cria es mantenien els individus en pots, aquests pots eren de vidre i amb una capacitat de 2L (30x9x15 cm) (Figura 4 esquerra), amb una obertura circular de 10 cm coberta per una malla de mosquitera. Dins de cada pot hi havia un abeurador d'aigua, dos brots de tomàquet dins un tub d'assaig amb aigua i segellats amb parafilm per mantenir-los hidratats (com a substrat de posta pels adults, Figura 5) i dues tires de paper (tipus post-it per la part enganxosa de 1x8 cm) amb ous d'*Ephestia kuehniella* (*Lepidoptera: Pyralidae*) (BIOCARE GmbH, Einbeck, Alemanya) enganxats.

També es mantenien dues cries en gàbies més grans on hi convivia individus de totes les edats i que servien de reservori genètic (Figura 4 dreta).



Figura 4 Pot (esquerra) i gàbia de cria (dreta) de *D. errans* en laboratori

En els pots mencionats anteriorment els individus estaven separats segons edat. Hi havia pots amb adults, nimfes grans, nimfes petites i pots amb ous. Dos cops per setmana es canviaven els brots dels pots d'adults i es posaven en el nou pot d'ous. El mateix dia que es feia aquesta última acció també es canviava la dieta d' *E. kuehniella* i l'aigua dels abeuradors. Tant les nimfes com els adults com els ous estaven en les mateixes condicions del laboratori. Tots els assajos s'han

realitzat en condicions de laboratori, temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  i un fotoperíode controlat de 16 hores de llum i 8 de fosc. Durant els mesos de maig a desembre del 2018.

### Desenvolupament de *D. errans*

Per fer aquest assaig s'han agafat nimfes de menys de 24 h d'edat (individu de la Figura 5 esquerra) i s'han criat individualment en caixes de cria (5,5 cm  $\varnothing$  i 3 cm d'alçada) fins a arribar a adults.

Cada caixa de cria contenia un individu alimentat amb una de les dietes següents:

- ous d' *Ephestia kuehniella*
- ous d'*E. kuehniella* + abeurador amb aigua
- ous d'*E. kuehniella* + brot de tomàquet
- brot de tomàquet

Les repeticions es fan esglaonades en el temps durant els mesos d'agost a desembre. Aquestes s'agrupen en blocs temporals d'uns 4-5 individus per cada dieta per tal de generar rèpliques de cada dieta en les mateixes condicions. D'aquesta manera sabem que tots els individus de cada una d'aquestes rèpliques tenen els mateixos dies de vida i han estat exposades exactament a les mateixes condicions ambientals.

Un cop començat l'assaig, es fan observacions i registre diàries de l'evolució nimfal (Figura 5) i de la supervivència dels individus fins que arriben a adults. Les dietes, es canviaven cada dos dies per minimitzar l'aparició de fongs o altres patògens.

La varietat de tomàquet utilitzat és la Roma VF de l'empresa Vilmorin. La part de la planta utilitzada sempre va ser tija tendra.



Figura 5 Nimfa de *D. errans* emergint de l'ou (esquerra), i nimfes de 4rt i 5é estadi (dreta)

## Fertilitat de les femelles de *D. errans*

En aquest assaig es busca saber amb quants dies les femelles de *D. errans* comencen a ser fèrtils. D'aquesta manera tindrem una orientació per saber quin és el moment en el que les femelles comencen a pondre ous fèrtils. Tenir aquesta informació va ser molt útil de cara al tercer assaig.

Per determinar-ho es van agafar parelles (mascle i femella) d'adults recent emergits, de menys de 24 h d'edat i es crien en una caixa (de plàstic amb dimensions de 10x5x10cm i una obertura de 5x5cm coberta per una malla mosquitera) amb dieta a base d'ous de *E. kuehniella* i un brot de tomàquet com a substrat de posta (veure Figura 6). Els brots de tomàquet es retiraven cada dia i es guardaven. Diàriament es miraven, es registrava el primer dia en que sortien les nimfes del brot de tomàquet. Els brots es guardaven fins a màxim de 20 dies després de la retirada de la caixa.



Figura 6 Femella de *D. errans* amb l'ovopositor dins una tija de tomàquet

## Preferència de posta en diferents espècies cultivades

Per tal de determinar la preferència de posta de les femelles de *D. errans* entre diferents espècies d'interès de cultiu hortícola (tomàquet, pebrot i cogombre) i la ornamental *C. officinalis*, es van introduir tres femelles i tres mascles adults de *D. errans* (6 a 9 dies d'edat) en una tenda (InsectRearing BugDorm-2120F) amb dues plantes i cada planta amb una tira de paper (1 X 8 cm) amb ous d'*E. kuehniella*. Es van deixar els adults durant 5 dies dins la tenda, passat aquest temps es retiraven els adults i es registrava quants individus estaven vius i de quin sexe eren.



La combinació de plantes a cada tenda correspon a la combinació pertinent de la taula 1, tenint així un total de deu tendes. De cada una de les tendes se n'han fet 5 repeticions.

*Taula 1 Plantes (tomàquet, pebrot, cogombre i calèndula) i combinacions utilitzades en les tendes per als experiments de preferència de posta*

	Tomàquet	Pebrot	Calèndula	Cogombre
Tomàquet	X	X	X	X
Pebrot		X	X	X
Calèndula			X	X
Cogombre				X

Les plantes utilitzades eren plantes joves, sembrades i crescudes en un ambient aïllat de l'entrada d'insectes o tractaments químics, sense ferides visibles. Les característiques de les plantes són la taula 2.

*Taula 2 Alçada, número de fulles, varietat i casa comercial de les plantes utilitzades en els experiments.*

Plantes	Alçada	Nº full	Varietat	Empresa
<b>Cogombre</b>	12cm	2	Negrito	Fitó
<b>Pebrot</b>	14cm	6	Dulce de España	fitó
<b>Tomàquet</b>	13cm	3	Roma VF	Vilmorin
<b>Calèndula</b>	10cm	8	Doble variada	Fitó

Després de 6 dies de la retirada dels adults de la tenda es comença a fer observacions diàries per tal de detectar l'emergència de nimfes (Figura 7).

Un cop començada l'emergència de nimfes es fa el recompte i l'extracció dels individus emergits. Les observacions no es van interrompre fins a haver passat tres dies des de l'última emergència, considerant així que ja havien eclosionat tots els ous viables. Es va utilitzar, aquest mètode (emergència de nimfes) ja que l'observació d'ous és molt complicada i es destrueix la planta. És a dir, el que s'observa és el nombre d'individus nascuts i no la quantitat d'ous postos.



*Figura 7 Plantes utilitzades en els assajos de preferència de posta*

## Anàlisi de dades

Per tal d'analitzar les dades s'ha utilitzat el programa JMP.14. Es conclou que una variable és significativa quan té un nivell de confiança del 95%.

### *Desenvolupament de D. errans*

Les variables resposta "supervivència" (proporció de supervivents) i "desenvolupament" (nombre dies necessaris per arribar d'ou a adult) es va analitzar per una Anàlisi de Variància (ANOVA). Per tal d'obtenir la normalitat de les dades es van transformar amb la fórmula  $y = \arcsin(x)^{1/2}$ . La variable explicativa utilitzada als models va ser "dieta" (4 tipus de dieta). Els anàlisis es van fer a cada estadi nimfal i en relació al total.

Quan la variable resposta "dieta" va ser significativa es va realitzar una separació de mitjanes segons T-student.

### *Preferència de posta en diferents espècies cultivades*

El nombre de nimfes de *D. errans* emergides a les tendes es va analitzar mitjançant una ANOVA. La variable explicativa que s'ha fet servir en aquest anàlisi va ser "tenda" (10 combinacions de plantes). Per tal de obtenir la normalitat de les dades es van transformar les dades, amb la transformació  $\sqrt[2]{\text{nimfes emergides}} + 0.5$ .

Per tal de saber la preferència de posta de *D. errans* entre plantes a cada tenda es va fer una prova de  $\chi^2$  per cada combinació de plantes amb el nombre total de nimfes a cada planta.

## Resultats i discussió

### Supervivència i desenvolupament de *D.errans*

*Dicyphus errans*, durant el desenvolupament nimfal, es va alimentar amb quatre tipus de dieta: brot de tomàquet, ous d'*E. kuehniella*, ous d'*E. kuehniella* i accés a aigua, i ous d'*E. kuehniella* i brot de tomàquet. Però només va poder arribar a adult amb tres dietes: només ous d'*E. kuehniella*, ous d'*E. kuehniella* i aigua o bé ous d'*E. kuehniella* i brot de tomàquet. Amb la dieta de "brot tomàquet" vam observar que només arriba fins a l'estadi N3 (Figura 8).

El primer punt a fer referència és a la diferència qualitativa que hi ha entre que l'insecte tingui accés a hidratar-se o no. En la fase compresa entre el primer i el segon estadi nimfal, veiem que les dietes amb aigua o brot de tomàquet (fonts d'hidratació) tenen una supervivència significativament superior (> 80%) a la dieta sense accés a hidratació, aquesta no arriba al 60% de supervivència (Figura 8).

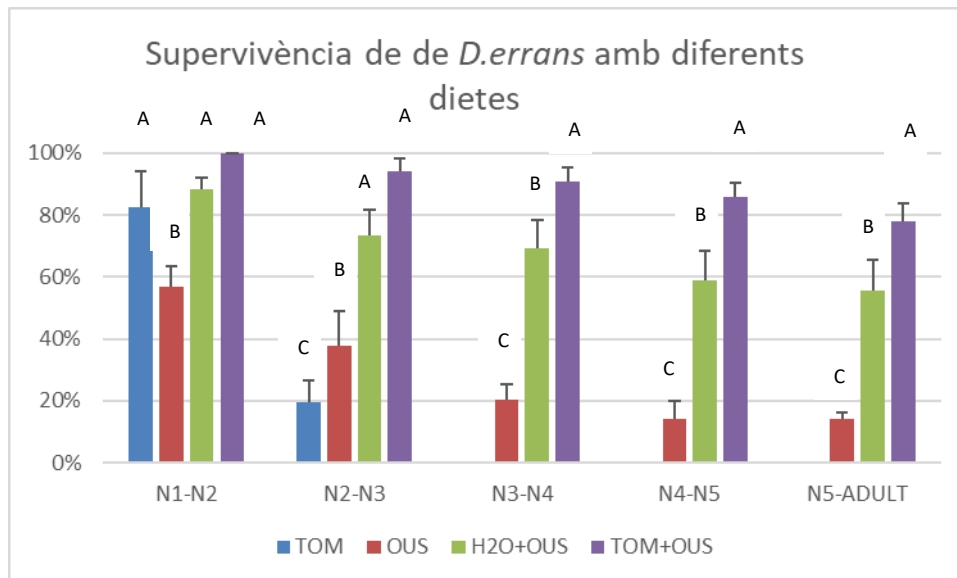


Figura 8 Supervivència nimfal respecte a les nimfes inicials de *D. errans* quan és alimentat amb brot de tomàquet, ous d'*Ephestia kuehniella*, aigua + *E. kuehniella* o tomàquet+ *E. kuehniella*. Diferents lletres a cada estadi nimfal indiquen diferències significatives entre dietes (Tukey,  $P < 0.05$ )

El segon punt a assenyalar són les diferències entre les dietes d'un sol factor (dieta només amb brot de tomàquet o bé només amb ous d'*E. kuehniella*). Es va observar que les nimfes només alimentades amb brot de tomàquet van tenir una alta supervivència al estadi N1-N2, però després, al estadi N2-N3 només 20% de les nimfes van sobreviure i a partir de N3 cap nimfa va sobreviure (Figura 8), per tant amb aquesta dieta cap individu va ser capaç de completar el cicle nimfal. En el cas de la dieta que només contenia ous d'*E. kuehniella* va passar una mica el contrari. En el primer estadi té un menor supervivència i tot que la supervivència va disminuint en els següents estadis nimfals, alguns individus ( $\pm 15\%$ ) van arribar a adults (Figura 8).

Aquestes dades posen en evidència que *D. errans* no sobreviu amb la dieta que només conté tomàquet, sinó que necessita aliments alternatius que complementin la seva dieta. De la mateixa manera que tampoc té una supervivència gaire alta si es manté separat de plantes hoste. Per tant els resultats obtinguts fan pensar que aquest depredador necessita dels dos factors per tenir una supervivència acceptable.

Les dades que s'han obtingut en aquest assaig concorden força amb les dades obtingudes per Abbas, et al, (2014) amb *D. marrocanus*. En aquest cas han fet la prova d'alimentar a aquest depredador (una espècie molt similar a *D. errans*) amb planta de tomàquet i ous d'*E. Kuehniella* i només amb planta de tomàquet, on tampoc hi ha hagut cap dels individus alimentat només amb planta de tomàquet capaç de superar el tercer estadi nimfal.

En canvi altres estudis apunten que altres mírids també molt propers a *D. errans* poden arribar a adults a partir d'aliment exclusivament vegetal (tot i que no totes les plantes serveixen ni tampoc totes les parts de la planta) (Lucas & Alomar, 2001). Per tant en aquest cas caldria saber si amb altres plantes (o altres parts de la tomaquera) *D. errans* pot ser capaç de superar tots els estadis ninfals. La mortalitat de *D. tamaninii* en ser alimentat amb diferents dietes vegetals o càrniques, la dieta amb fruit de tomàquet madur és capaç d'assolir mortalitats properes al 20% sense el suport de una dieta càrnica (Lucas & Alomar, 2001)

El tercer i últim punt és per mostrar les diferències que s'observen entre les dietes amb dos factors (dieta ous d'*E. Kuehniella* i aigua o bé ous d'*E. Kuehniella* i brot de tomàquet). Aquestes dietes van ser les que van presentar una supervivència nimfal mes alta (Figura 8). No hi va haver diferències significatives en la supervivència nimfal entre aquestes dues dietes fins a estadi N3. A partir de N3, la dieta que conté ous d'*E. Kuehniella* i brot de tomàquet té una supervivència significativament més alta que la dieta que conte ous i aigua (Figura 8). Amb la dieta ous d'*E. Kuehniella* i H<sub>2</sub>O van arribar a adults mes o menys el 50% de les nimfes, mentre que amb la dieta ous d'*E. Kuehniella* i brot de tomàquet es pot observar que casi un 80% de nimfes van arribar adult (Figura 8). Per tant, aquestes resultats ens poden indicar que del brot de tomàquet aquest mírid extreu més nutrients a part d'aigua.

Tal i com van observar Lucas & Alomar (2001), *D. tamaninii* és capaç de superar tots els estadis ninfals i arribar a l'estat adult si és alimentat amb certes parts de la planta. No és estrany doncs que *D. errans* tingui un avantatge amb la dieta de ous i tomàquet, ja que el fet de poder accedir als nutrients que l'hi ofereix el brot de tomàquet pot ser el causant entre les diferents mortalitats entre els dos tractaments aplicats

### *Velocitat de desenvolupament segons dieta*

La durada de desenvolupament va ser igual a les quatre dietes entre el estadi nimfal N1-N2 (Figura 9). Del estadi nimfal N2-N3, les nimfes alimentades només amb brot de tomàquet van tardar significativament més a desenvolupar-se que les nimfes alimentades amb les altres 3 dietes (Figura 9).

La durada del desenvolupament de les nimfes de *D. errans* a cada estadi nimfal quan aquestes eren alimentades amb ous d'*Ephesia kuehniella*, amb ous d'*E. kuehniella* i H<sub>2</sub>O o bé amb ous d'

*E. kuehniella* i brot de tomàquet només va ser significativament diferent en el l'estadi nimfal comprès entre N3 i N4, sent les nimfes alimentades amb només ous d'*E. kuehniella* les que tardaran més i les nimfes alimentades amb ous d'*E. kuehniella* i brot de tomàquet les que tardaran menys (Figura 9).

En el desenvolupament total (N1-Adult), es pot veure que en la dieta basada només en ous d'*Ephesia* les nimfes van tardar quasi 20 dies en completar el cicle nimfal, això suposa un temps significativament més alt en comparació amb les nimfes alimentades amb la dieta d'ous d'*E. kuehniella* i brot de tomàquet que van tardar aproximadament 17 dies (Figures 9). Aquests resultats ens indiquen que la dieta amb ous d'*E. kuehniella* i tomàquet és la millor, a més a més es poden lligar amb els resultats obtinguts a l'apartat de supervivència nimfal on aquesta dieta també era la que obtenia millors resultats.

També es pot observar com l'estadi entre N3 i N4 és un estadi clau, ja que tant en l'assaig de supervivència com l'assaig de desenvolupament és un estadi on es marquen diferències significatives entre les tres dietes (comptant només les que permeten el desenvolupament complet).

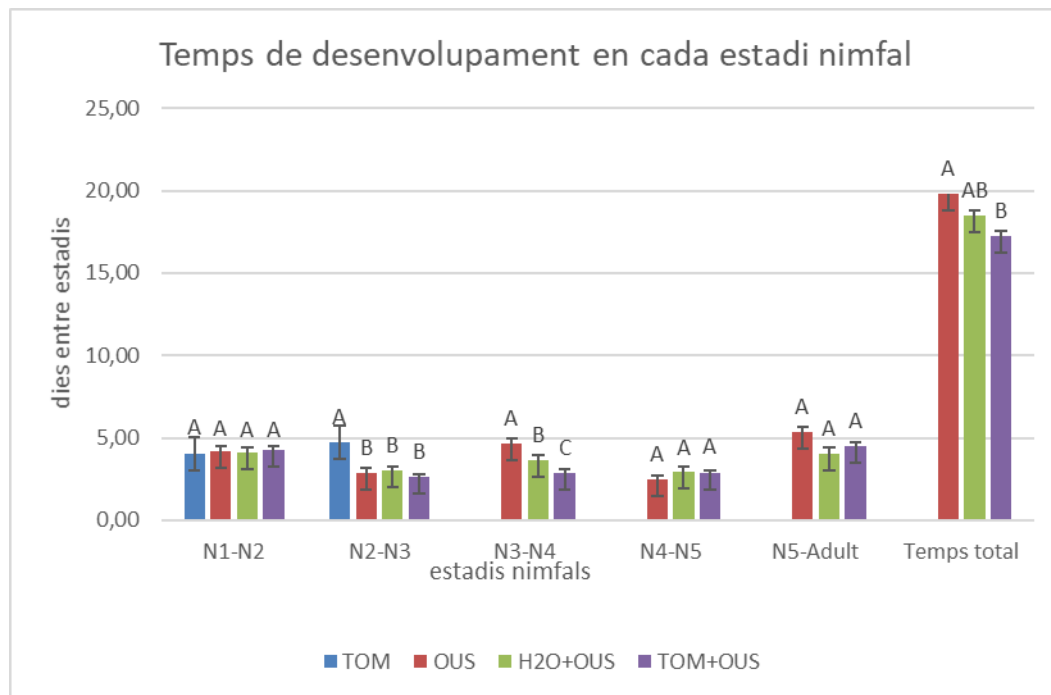


Figura 9 Durada de desenvolupament nimfal ( $\pm EE$ ) de *D. errans* quan és alimentat amb cada dieta (brot de tomàquet, ous d'*E. kuehniella*, ous d'*E. kuehniella* + aigua o ous d'*E. kuehniella* + tomàquet). Les lletres diferents indiquen que hi ha diferències entre les mitjanes dins de cada estadi nimfal segons la separació de mitjanes LSmeans Student's T

Madeira, et al, (2018) va observar que *D. bolivari* i *D. errans* tarden 18.6 i 16,2 dies, respectivament, de N1-Adult quan són alimentats amb dieta formada per ous d'*E. kuehniella* i *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera, Bemisia). Aquests resultats concorden força amb els obtinguts en aquest treball. En el cas de *D. marrocanus* (ara *D. bolivari* segons (Sanchez & Cassis, 2018)) va tardar 19,5 dies quan s'alimentava amb ous d'*E. kuehniella* (Abbas et al., 2014). En el

cas dels mírids que actualment es comercialitzen, segons ( Molla et al., 2014), *N. tenuis* tarda 12.8 dies en arribar a adult i *M. pygmaeus* tarda 15.4 dies quan s'alimentaven amb ous d'*E. kuehniella*. *Nesidiocoris tenuis* i *M. pygmaeus* tenen un desenvolupament d'entre 3 i 5 dies més ràpid que *D. errans*, així com *D. bolivari* té un desenvolupament 1-2 dies més lent. La major velocitat de desenvolupament nimfal per un costat comporta una taxa de creixement d població més alta i possiblement una colonització més ràpida del cultiu. En canvi un desenvolupament més lent pot afavorir a la permanència del depredador en el cultiu en moments de baixa densitat de plaga (Madeira et al., 2019).

### Fertilitat femelles de *D. errans*

En aquest assaig es busca saber amb quants dies les femelles adultes de *D. errans* comencen a ser fèrtils des que emergeixen com adults. Hem observat que abans dels 4 dies de edat cap femella de les observades dona descendència i que a partir del dia 5 de edat adulta algunes femelles (20%) ja comencen a pondre ous viables (Figura 10). A partir del dia 8 d'edat adulta totes les femelles de *D. errans* ja poden donar descendència (Figura 10 ). A literatura revisada no s'ha trobat cap referència de l'edat en que les femelles de *D. errans* o d'altres mírids comencen a ser fèrtils.

Aquest experiment ha donat una orientació per saber quin és el moment en que les femelles estan fèrtils. Aquesta informació ha sigut útil per la realització de l'assaig de "Preferència de posta".

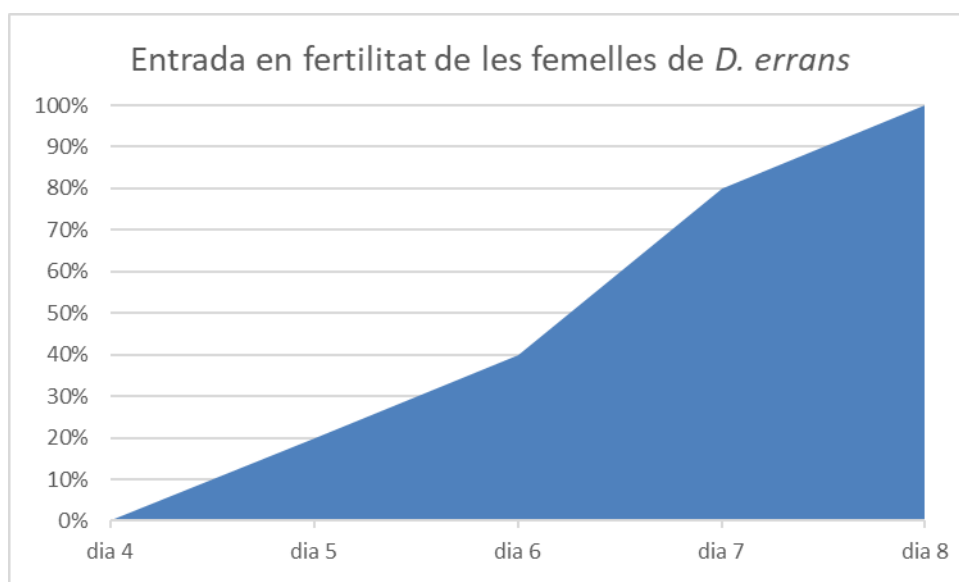


Figura 10 Percentatge de femelles de *D. errans* que entren a la fase fèrtil segons els dies d'edat dels adults.

## Ovoposició de *D. errans* en diferents espècies vegetals

Les tendes amb dues plantes de tomàquet (TT), tomàquet i calèndula (TCa) i la formada per tomàquet i pebrot (PT), van ser les que van obtenir més nimfes emergides (Figura 10). En canvi, les tendes amb dues plantes de cogombre (CuCu) i pebrot i cogombre (PCu) van tenir significativament menys emergència de nimfes (Figura 11).

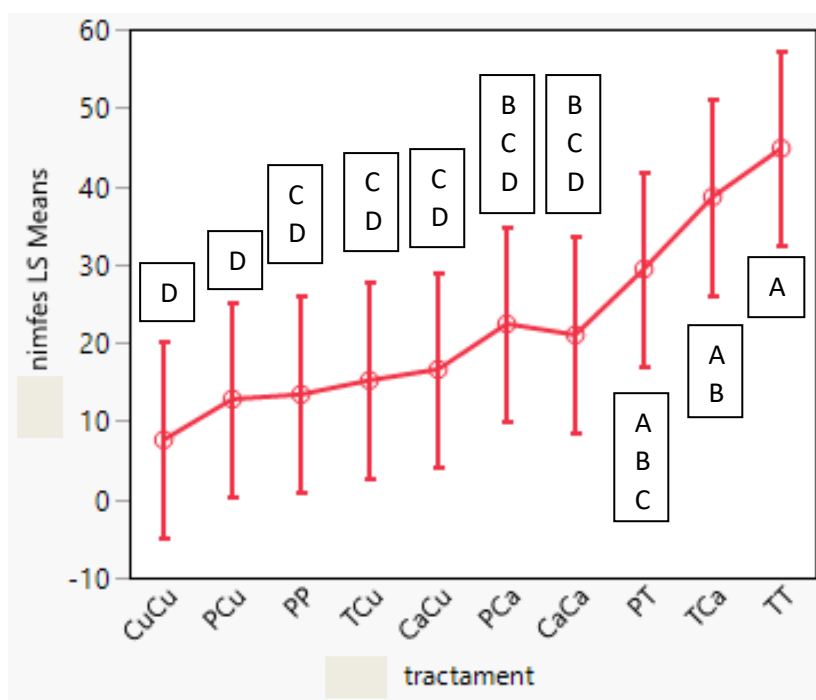


Figura 11 Nombre mitjà de nimfes ( $\pm$  EE) de *D. errans* per tenda amb la combinació de 2 plàntules, després de ser inoculada amb 3 parelles durant 5 dies. Les combinacions estudiades: Cogombre – cogombre (CuCu), Pebrot – cogombre (PCu)... Lletres diferents indiquen diferències significatives entre combinacions.

Entre la resta de combinacions, a nivell estadístic, no hi ha diferències significatives. És a dir, “pebrot-pebrot” no és diferent de “pebrot-tomàquet”, i “pebrot-calèndula” i “calèndula-calèndula” tampoc són diferents de “tomàquet-calèndula”(Figura 11).

Totes les tendes que contenien cogombre amb l'excepció de “pebrot-pebrot” (PP) van quedar com a tendes amb menys emergència de nimfes, en canvi les que contenien tomàquet (T) van ser on més nimfes van néixer, seguidament de les tendes amb tomàquet hi trobem les que contenien calèndula (Ca) (Figura 11). Finalment les tendes que contenen pebrot (P) van quedar repartides entre la taula (Figura 11).

La selecció de la planta on pondre ous és una decisió complexa i encara no s'han identificat tots els factors que hi influeixen (Vankosky & VanLaerhoven, 2017). Per tant aquests resultats en un agrosistema complex poden ser variables, però revelen unes tendències.

### *Preferència de posta segons les plantes de cada tenda*

La figura 11 mostra com es distribueixen les naixences de nimfes dins de cada tenda. S'observa que en totes les tendes que contenen tomàquet, la repartició entre les emergències és significativament més alta en tomàquet que en l'altre espècie vegetal, sigui quina sigui aquesta.

En el cas de la calèndula, també té significativament més emergència quan se la compara amb el cogombre (Figura 11). A les tendes entre "calèndula i pebrot" i "pebrot i cogombre" no hi va haver una diferència significativa en la quantitat de naixements de cada planta (Figura 11).

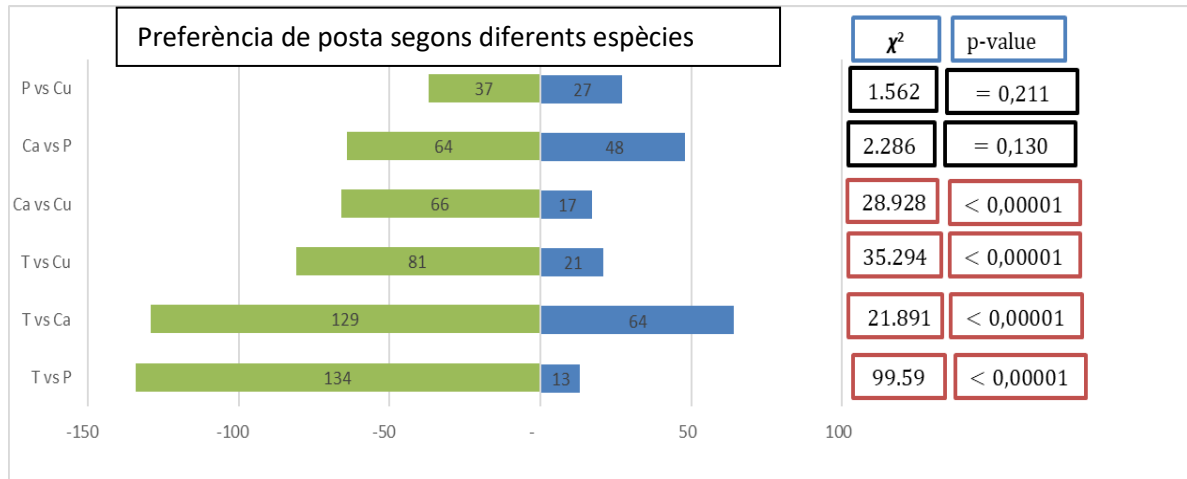


Figura 12 Total de nimfes emergides en les diferents combinacions d'espècies vegetals, un p-value < 0.05 indica diferències significatives.

Aquests resultats indiquen que hi ha una preferència clara cap al tomàquet, també hi ha una tendència menys marcada cap a la calèndula i sembla també que les femelles de *D. errans* se senten molt poc atretes cap a les plantes de cogombre, en canvi tot i que el pebrot no sembla d'interès, les combinacions que contenen pebrot no es veuen penalitzades per la presència d'aquest i fins i tot podem trobar la combinació "pebrot-tomàquet" que és la tercera amb més naixements de nimfes.

En la bibliografia es poden trobar altres articles com el de Ingegno et al.,(2011) on busca la preferència de posta de *D. errans* entre varis cultius i plantes ruderals. Entre les plantes cultivades les que el depredador té com a preferents hi ha l'albergínia, el carbassó i el tomàquet, que a nivell estadístic té la mateixa afinitat a les tres espècies. En canvi es va trobar menys preferència cap al pebrot i la mongeta (Ingegno et al., 2011).

*Dicyphus errans* sovint se'l pot observar entre moltes cucurbitàcies( Ingegno et al., 2011). En canvi, en l'assaig dut a terme en aquest treball, el cogombre és l'espècie vegetal que va ser significativament menys atractiva per les femelles del depredador.

L'adherència i la pilositat de la planta van ser factors que expliquen les decisions de les femelles de *D. hesperus* per ovipositar en determinades plantes. (Sanchez et al., 2004); aquesta característica pot explicar part dels resultats obtinguts en aquest treball entre la planta de tomàquet (amb alta pilositat) i la planta de pebrot (on quasi no hi ha presència de pilositats).

El depredador estudiat va poder viure i deixar descendència en les quatre espècies vegetals provades en els assajos, encara que ho fes amb fecunditats molt diferents. Això pot ser un punt



important de cara a implementar estratègies de control biològic com les que proposa Madeira et al., (2018). Aquesta estratègia tracta principalment de plantar plantes amb *D. errans* inoculats (en forma d'ou) per tenir depredadors en la primera fase de cultiu. En aquest cas, *D. errans* seria apte per ser inoculat en tots quatre cultius tot i la diferència de nombre d'ous postos, força diferents segons el cultiu.

## Conclusions

El brot de tomàquet l'hi serveix com a font d'hidratació a *D. errans* però també com a font de nutrients, el fet de tenir accés a brots de tomàquet millora la supervivència i la durada de desenvolupament ninfal d'aquest depredador.

Per la supervivència de *D. errans* en el primer estadi ninfal és molt important l'accés a una font d'hidratació, ja sigui aigua o accés a planta tendre.

Les femelles de *Dicyphus errans* tarden una mica més de 6 dies de mitjana en ser adults fèrtils des de l'emergència de nimfa a adult. A partir de 8 dies totes les femelles ponen ous fèrtils.

Entre les varietats utilitzades, el tomàquet és l'espècie més atractiva per pondre ous. Sense la presència de tomàquet, l'espècie vegetal que ha tingut més naixements ha sigut la calèndula. El pebrot i el cogombre van ser les espècies menys atractives per ovipositar.

Les tendes on hi havia pebrot, la planta que l'acompanyava no es veia penalitzada en nombre de naixements, mentre que la presència de cogombre sembla anar acompanyada d'un menor naixement d'individus.

Malgrat aquesta darrera observació, és important remarcar que també hi ha hagut naixences a les plantes de cogombre i, per tant, és una planta on pot sobreviure per bé que no és una planta per la qual les femelles de *D. errans* hi tinguin preferència. Per tal d'augmentar el nombre de nimfes nascudes en cultius no preferits, es podria assajar d'augmentar el nombre d'adults amb els que infestar les plàntules.

## Agraïments

Agrair a la Universitat de Lleida la oportunitat d'estar col·laborant durant 10 mesos en el projecte Europeu EMPHASIS (Horizon 2020, grant agreement Nº. 634179) i en les investigacions dutes a terme en el laboratori d'entomologia. Especialment a les persones que han invertit el seu temps i paciència en formar-me i facilitar l'accés d'estudiants a beques com aquesta. També a totes les persones que conformen el laboratori d'entomologia de la Universitat de Lleida que sempre han ofert bon ambient i disposició a donar un cop de mà. Agrair també a les doctores Luciana Tavella i Barbara Ingegno (Universitat de Torí) per les poblacions inicials de *D. errans*.

Finalment agrair al professor Ramón Albajes el temps passat en el laboratori i al Filipe Madeira tot l'acompanyament i temps dedicats.

Part dels resultats d'aquest treball final de Master han sigut publicats en el article: Madeira, F., Sossai, S., Edo, E., Pagès, P., Levi, N., & Albajes, R. (2019). Attractiveness of uninfested vegetables to the omnivorous predators *Dicyphus bolivari* and *D. errans* ( Hemiptera : Miridae ) and their relative suitability for oviposition. *Biological Control*, 136(June), 104007. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104007>

## Bibliografia

- Abbas, S., Pérez-Hedo, M., Colazza, S., & Urbaneja, A. (2014). The predatory mirid *Dicyphus maroccanus* as a new potential biological control agent in tomato crops. *BioControl*, 59(5), 565-574. <https://doi.org/10.1007/s10526-014-9587-6>
- Albajes, R., & Alomar, Ò. (1999). Current and potential use of polyphagous predators In: Albajes, R., Gullino, M.L., van Lenteren, J.C., Elad, Y. (Eds.), *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 265–275.
- Alomar, O., & Goula M. (1994). Míridos (Heteroptera Miridae) de interés en el control integrado de plagas en el tomate. Guía para su identificación. *Boletín de Sanidad Vegetal en Plagas*, 20(2), 131-143.
- Biondi, A., Desneux, N., Al-Jboory, I. J., El-Arnaouty, A., Bayram, A., Arnò, J., ... Chailleux, A. (2013). Natural enemies of the South American moth, *Tuta absoluta*, in Europe, North Africa and Middle East, and their potential use in pest control strategies. *Journal of Pest Science*, 86(4), 635-647. <https://doi.org/10.1007/s10340-013-0531-9>
- Calvo, F. J., Lorente, M. J., Stansly, P. A., & Belda, J. E. (2012). Preplant release of *Nesidiocoris tenuis* and supplementary tactics for control of *Tuta absoluta* and *Bemisa tabaci* in greenhouse tomato. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 143(2), 111-119. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2012.01238.x>
- Castañé, C., Alomar, O., Goula, M., & Gabarra, R. (2004). Colonization of tomato greenhouses by the predatory mirid bugs *Macrolophus caliginosus* and *Dicyphus tamaninii*. *Biological Control*, 30(3), 591-597. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.02.012>
- Castañé Cristina, C., Arnó, J., Gabarra, R., & Alomar, O. (2011). Plant damage to vegetable crops by zoophytophagous mirid predators. *Biological Control*, 59(1), 22-29. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.03.007>
- Coll, M., & Guershon, M. (2002). Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. *Annual Review of Entomology*, 47(1), 267-297. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145209>
- Gabarra, R., Arno, J., Castañé, C., Izquierdo, J., Alomar, O., Riudavets, J., & Albajes, R. (2000). Fauna útil trobada en els cultius d'horta de Catalunya. *Dossiers Agraris*, 6, 83-103.
- Ingegno, B. L., Bodino, N., Leman, A., Messelink, G. J., & Tavella, L. (2017). Predatory efficacy of *Dicyphus errans* on different prey. *Acta Horticulturae*, 1164, 425-430. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1164.55>
- Ingegno, B. L., Ferracini, C., Gallinotti, D., Alma, A., & Tavella, L. (2013). Evaluation of the effectiveness of *Dicyphus errans* (Wolff) as predator of *Tuta absoluta* (Meyrick). *Biological Control*, 67(2), 246-252. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.08.002>
- Ingegno, B. L., Pansa, M. G., & Tavella, L. (2011). Plant preference in the zoophytophagous generalist predator *Macrolophus pygmaeus* (Heteroptera: Miridae). *Biological Control*, 58(3), 174-181. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.06.003>
- Kerzhner, I. M., & Josifov, M. (1999). Catalog of the heteroptera of the palaeartic region. The Netherlands Entomological Society. :, *Ponsen and*(I – XIV), 1-577.
- Lucas, É., & Alomar, O. (2001). *Macrolophus caliginosus* (Wagner) as an intraguild prey for the

- zoophytophagous *Dicyphus tamaninii* Wagner ( Heteroptera : Miridae ), 152, 147-152. <https://doi.org/10.1006/bcon.2000.0890>
- Madeira, F., Edo, E., Sossai, S., Callizo, J., & Albajes, R. (2019). Pre-planting inoculation for early establishment of *Dicyphus bolivari* and *D. errans* on tomatoes. *BioControl*, 64(1), 33-41. <https://doi.org/10.1007/s10526-018-09911-3>
- Madeira, F., Sossai, S., Edo, E., Pagès, P., Levi, N., & Albajes, R. (2019). Attractiveness of uninfested vegetables to the omnivorous predators *Dicyphus bolivari* and *D. errans* ( Hemiptera : Miridae ) and their relative suitability for oviposition. *Biological Control*, 136(June), 104007. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104007>
- Moerkens, R., Berckmoes, E., Van Damme, V., Ortega-Parra, N., Hanssen, I., Wuytack, M., ... De Vis, R. (2016). High population densities of *Macrolophus pygmaeus* on tomato plants can cause economic fruit damage: Interaction with Pepino mosaic virus? *Pest Management Science*, 72(7), 1350-1358. <https://doi.org/10.1002/ps.4159>
- Molla, O., Biondi, A., M. Alonso-Valiente, & Urbaneja, A. (2014). A comparative life history study of two mirid bugs preying on *Tuta absoluta* and *Ephestia kuehniella* eggs on tomato crops : implications for biological control. *BioControl* 59, 175-183. <https://doi.org/10.1007/s10526-013-9553-8>
- Perdikis, D. (2009). *Proceedings of the meeting at Chania , Crete ( Greece ) editors : IOBC wprs bulletin bulletin OILB srop* (Vol. 49).
- Sanchez, J. A., & Cassis, G. (2018). Towards solving the taxonomic impasse of the biocontrol plant bug subgenus *Dicyphus* (*Dicyphus*) (Insecta: Heteroptera: Miridae) using molecular, morphometric and morphological partitions. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 184(2), 330-406. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zly005>
- Urbaneja, A., González-Cabrera, J., Arnó, J., & Gabarra, R. (2012). Prospects for the biological control of *Tuta absoluta* in tomatoes of the Mediterranean basin. *Pest Management Science*, 68(9), 1215-1222. <https://doi.org/10.1002/ps.3344>
- Vankosky, & VanLaerhoven. (2017). Does host plant quality affect the oviposition decisions of an omnivore?, 491–502.
- Voigt, D. (2005). Untersuchungen zur morphologie, biologie und ökologie der räuberischen weichwanze *Dicyphus errans* Wolff (Heteroptera, Miridae, Bryocorinae). *Doctor*, (November), 185. Recuperat de <http://en.scientificcommons.org/44017874>
- Voigt, D., Gorb, E., & Gorb, S. (2007). Plant surface-bug interactions: *Dicyphus errans* stalking along trichomes. *Arthropod-Plant Interactions*, 1(4), 221-243. <https://doi.org/10.1007/s11829-007-9021-4>