

UNIVERSITAT JAUME I

Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals



ENGINYERIA AGROALIMENTÀRIA  
I DEL MEDI RURAL

**Pot afectar el canvi climàtic el cicle biològic de l'aranya roja en  
cítrics amb diferent resposta a la seua infestació?**

Estudiant: Carles López Sales  
Tutor/a: Josep Anton Jacas Miret  
Convocatòria: Setembre de 2014

# Índex

1	Introducció .....	4
2	Objectiu .....	8
3	Material i mètodes .....	9
3.1	Material vegetal .....	9
3.2	Cries de <i>Tetranychus urticae</i> .....	9
3.3	Unitat experimental.....	10
3.4	Solucions salines .....	11
3.5	Condicions abiòtiques.....	12
3.6	Metodologia experimental.....	12
3.7	Anàlisi estadística .....	13
4	Resultats .....	15
4.1	Condicions ambientals.....	15
4.2	Nombre d'ous .....	16
4.3	Formes mòbils .....	17
4.4	Immadurs .....	18
4.5	Dany en fulles.....	19
5	Discussió .....	20
6	Conclusions .....	22
7	Bibliografia.....	23

## Índex de figures

<b>Figura 1.1.</b> Femella de <i>Tetranychus urticae</i> .....	5
<b>Figura 1.2.</b> Fulles de mandariner clementí afectades per aranya roja (esquerra) y mandarina clementina atacada per aranya roja (dreta) (Agustí, 2003) .....	5
<b>Figura 3.1.</b> Càmera climàtica (esquerra) i plançó bord (dreta).....	9
<b>Figura 3.2</b> Cria al laboratori de <i>T.urticae</i> . .....	10
<b>Figura 3.3.</b> Dessecador amb plançons de taronger bord. ....	11
<b>Figura 3.4.</b> Dissolució saturada de clorur de magnesi (esquerra), perles de gel de sílice (dreta).....	11
<b>Figura 3.5.</b> Fotografia del assaig per ha realitzar el anàlisi de danys.....	13
<b>Figura 4.1.</b> Mitjana i error estàndard dels ous d'aranya roja per planta en condicions estàndard (CE) i en condicions de canvi climàtic (CC) sobre taronger bord i mandariner. ....	16
<b>Figura 4.2</b> Mitjana i error estàndard de les formes mòbils d'aranya roja per planta en condicions estàndard (CE) i en condicions de canvi climàtic (CC), sobre taronger bord i mandariner Cleòpatra, 7 dies després de la infestació. ....	17
<b>Figura 4.3.</b> Mitjana i error estàndard dels immadurs d'aranya roja per planta en condicions estàndard (CE) i en condicions de canvi climàtic (CC), sobre taronger bord i mandariner Cleòpatra, 7 dies després de la infestació.....	18
<b>Figura 4.4.</b> Mitjana i error estàndard del percentatge de dany per planta condicions estàndard (CE) i en condicions de canvi climàtic (CC), tant a taronger bord com a mandariner Cleòpatra, 7 dies després de la infestació. ....	19

## 1 Introducció

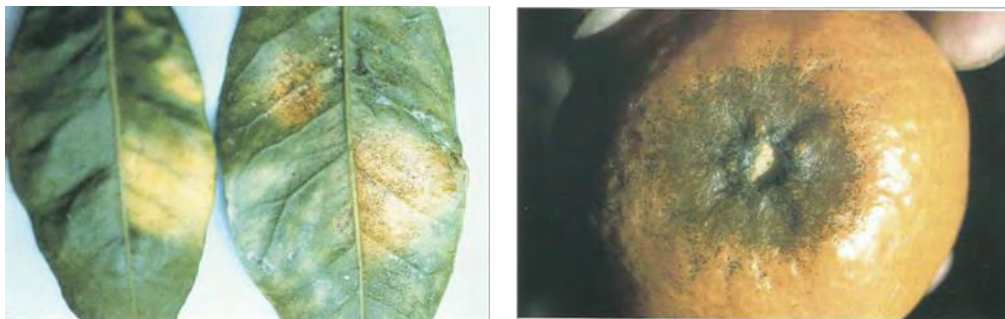
Els cítrics es cultiven a la major part de les regions tropicals i subtropicals del planeta, i són els fruiters amb major producció mundial (Agustí, 2003). Espanya és un dels països productors de cítrics més destacats. L'any 2012 va ser el segon cultiu amb més superfície destinada a la seua producció, amb 317.505 ha (MAGRAMA, 2012) i el primer en producció, amb 5.736.197 t (MAGRAMA, 2012). Aquestes dades fan que Espanya siga el primer productor de cítrics de la Unió Europea, el sisè productor mundial de taronges i el segon de mandarines al 2012 (FAOSTAT, 2012). La principal regió citrícola és la Comunitat Valenciana, tant per superfície dedicada al cultiu 170.843 ha (MAGRAMA, 2012), com per producció amb 3.168.550 t (GVA, 2012). En el cultiu dels cítrics, les plagues representen un aspecte de màxim interès ja que la rendibilitat de les explotacions citrícoles pot veure-se'n molt reduïda. El seu control, en la citricultura espanyola, representa entre el 30 i el 35% dels costos mitjans de cultiu (Agustí, 2003).

*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) és una de les quatre plagues clau dels cítrics (Urbaneja *et al.*, 2008) encara que s'ha descrit en més de 1000 hostes diferents i pot establir-se en més de 150 hostes d'interès econòmic. L'aranya roja segueix una estratègia reproductiva de tipus "r": amb un gran potencial biòtic, taxa de desenvolupament ràpida, cicle de vida curt, gran capacitat per localitzar hostes i dispersar-se ràpidament (Speight *et al.*, 2008). Per aquesta raó, és considerat el tetrànquid més perjudicial a nivell mundial. La seua incidència en cítrics se centra especialment en cultius de clementí (*Citrus reticulata* Blanco) i llima (*Citrus limon* L.) (Garcia-Marí *et al.*, 1991; Abad-Monyano, *et al.* 2008; Pascual-Ruiz *et al.*, 2014). L'alimentació de *T.urticae* en fulles provoca taques cloròtiques que disminueixen l'activitat fotosintètica, i si es combina amb estrès hídric, pot dur a defoliacions elevades (Aucejo-Romero *et al.* 2004). No obstant, les principals pèrdues

econòmiques es produeixen pels danys ocasionats en fruits durant l'època estival. En aquest període, els àcars migren de les fulles als fruits, i en alimentar-se'n causen taques de color fosc a les zones estilar i peduncular (Ansaloni et al., 2008; Pascual-Ruiz et al., 2014).



**Figura 1.1.** Femella de *Tetranychus urticae*.



**Figura 1.2.** Fulles de mandariner clementí afectades per aranya roja (esquerra) y mandarina clementina atacada per aranya roja (dreta) (Agustí, 2003) .

Les poblacions d'aranya roja s'han controlat tradicionalment mitjançant el control químic amb l'aplicació de tractaments fitosanitaris. No obstant, actualment es dóna prioritat al control biològic sobre el químic (Urbaneja et al., 2008). Amb l'aplicació de la Directiva 2009/128/CE del Parlament Europeu del Consell del 21 d'octubre de 2009, que obliga a l'aplicació dels principis de la gestió integrada de plagues (GIP), des del 1

de gener de 2014, s'ha de prioritzar tots els mètodes no químics de control. La GIP determina que només s'utilitzarà el control químic de forma curativa, una vegada que la població d'aranya ha superat el llindar econòmic de danys, i això s'ha de documentar mitjançant mostratges periòdics. Per controlar la població plaga sense aplicar fitosanitaris s'utilitza el control biològic, del qual existeixen dos tipus principals: la conservació d'enemics naturals autòctons i els alliberaments d'enemics naturals criats en massa (Abad-Moyano et al. 2008). El principal grup de depredadors de l'aranya roja pertanyen a la família Phytoseiidae, on destaquen: l'especialista *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarí: Phytoseiidae); el més generalista *Neoseiulus californicus* McGregor (Acarí: Phytoseiidae), així com l'omnívor *Euseius stipulatus* Athias-Henriot (Acarí: Phytoseiidae), el fitoseid més comú als camps de cítrics espanyols.

Actualment la gestió integrada de plagues podria veure's afectada per el escalfament global (Luedeling et al. 2011). Aquest és un procés provat per l'augment de temperatures amb una taxa de 0.3°C per dècada (Lobell et al. 2007), possiblement desencadenat per l'acumulació de gasos d'efecte hivernacle com el CO<sub>2</sub> i el O<sub>3</sub> troposfèric (IPCC, 2007). A la zona Mediterrània, es preveu que el clima esdevinga més sec tot reduint-se el percentatge de la humitat relativa (Ohlemüller i Gritti 2006). Aquest augment de les temperatures podria tindre una influència directa en els organismes ectotèrmics, com és el cas dels artròpodes, els quals depenen de fonts externes de calor per regular el seu cicle de vida, amb la qual cosa podrien desenvolupar-se més de pressa i, en conseqüència, augmentar el nombre de generacions anuals. Les temperatures hivernals elevades incrementen les taxes de supervivència dels artròpodes, desencadenant un augment de les poblacions inicials a la primavera, així com una expansió dels territoris on les plagues poden establir poblacions permanents (Tougou et al. 2009; Liu i Trumble 2007). No obstant això, les

temperatures poden superar un llindar superior a partir del qual els insectes es troben en un ambient desfavorable (Deutsch et al. 2008; Bale et al. 2002).

En els últims anys s'han estudiat els mecanismes de defensa bàsics dels cítrics contra l'aranya treballant amb dos patrons amb diferents nivells de susceptibilitat i s'ha demostrat que en el patró bord, *Citrus aurantium* L. es redueixen les densitats de població i els danys en fulles, en comparació amb el peu de mandariner Cleòpatra, *Citrus reshni* Hort. Ex Tanaka. Això s'ha atribuït a una activació més ràpida i més forta de les rutes de defensa dependents d'oxipilines (o de l'àcid jasmònic, JA), a més de la inducció d'alguns precursors de flavonoides i fitoalexines, que demostren una variació genètica natural en la resposta a la infestació per àcars en els cítrics (Agut et al., 2013).

## **2 Objectiu**

L'objectiu d'aquest TFG ha estat avaluar l'efecte de temperatures elevades i humitat relativa baixa (com a proxy del canvi climàtic) en el cicle de l'aranya roja, *T. urticae*, a dos espècies de cítric amb diferent susceptibilitat cap a aquest fitòfag.



### 3 Material i mètodes

#### 3.1 Material vegetal

S'utilitzaren dos espècies de patró. D'una banda, el taronger bord que mostra menor susceptibilitat a la infestació de *T.urticae* i d'altra, el mandariner Cleòpatra més sensible a *T.urticae* (Agut et al., 2013; Bruessow et al.,2010). S'utilitzaren plantes procedents de llavor d'entre 4 i 5 mesos d'edat, les quals tenien 5 o 6 fulles i de 12 a 15 cm d'alçada. Les plantes es cultivaren sobre vermiculita i torba (1:3 volum) a dins de testos de plàstic de 320 ml. Les plantes es regaren 3 vegades per setmana amb aigua de reg barrejada solució de Hoagland modificada per a cítrics (Banuls et al. 1997). Durant tot el període de creixement, les plantes es trobaven a dins de càmeres climàtiques visitables (a 25°C i 50-70% HR i un fotoperíode de 16:8 (L:O)).



**Figura 3.1.** Càmera climàtica (esquerra) i plançó bord (dreta).

#### 3.2 Cries de *Tetranychus urticae*

Les cries d'aranya roja es van establir a partir de poblacions recol·lectades el 2010 en arbres de *C. clementina* cv. Clementina de Nules empeltats sobre peus de Citrange Carrizo. Els arbres estaven infestats de forma natural en una parcel·la comercial de la regió de La Plana (Cocalni, Les Alqueries, Castelló). Les poblacions es mantingueren

sobre fulles de clementí, procedents dels hivernacles instal·lats a la Universitat Jaume I (UJI) a  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $55 \pm 10\%$  amb fotoperíode natural. Les fulles s'utilitzaren per a realitzar cries artificials, dins de safates de plàstic que contenien aigua i una esponja humida recoberta de cotó on se situaren les fulles infestades. Per mantindre la turgència de les fulles i evitar que les aranyes escaparen s'afegí aigua a la safata. Aquestes cries, es conservaren al laboratori en cambres climàtiques a una temperatura de  $25^\circ\text{C}$ ,  $60 \pm 5\%$  de humitat relativa ambiental i un fotoperíode de 16:8h L:O.



**Figura 3.2** Cria al laboratori de *T. urticae*.

### 3.3 Unitat experimental

L'assaig es realitzà en un dessecador de vidre de 300 mm de diàmetre i 14 litres de capacitat, en el qual es distingeixen dues parts, una superior, de major diàmetre i volum, i una inferior, que estan separades per un disc de porcellana amb orificis que permeten l'intercanvi de gasos entre aquestes dues parts. A la zona inferior es col·loca la solució de les sals que mantenen la humitat relativa desitjada. Dins dels dessecadors s'introduïren 6 plançons amb el substrat aïllat per una bossa de plàstic, de manera que la tija del plançó quedara lliure. La bossa es va fixar a la tija amb un

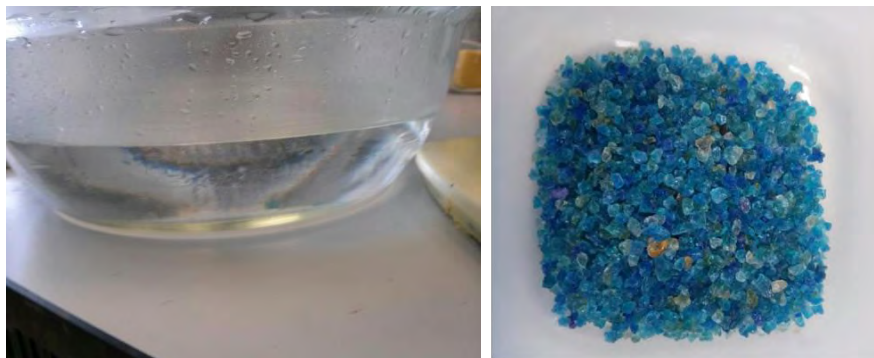
nuc realitzar amb una goma elàstica. L'embossat permetia que l'aigua de reg no interferira amb la humitat relativa desitjada a la càmera.



**Figura 3.3.** Dessecador amb plançons de taronger bord.

#### 3.4 Solucions salines

Per obtenir les humitats relatives (HR) que volíem (30 i 70 %), s'utilitzaren sals higroscòpiques que la modulen fins aconseguir l'objectiu que preteníem per cada tractament. Per assolir les condicions desitjades es va utilitzar una solució saturada de Clorur de Magnesi ( $MgCl_2 \times 6H_2O$ ) (Winston et al. 1960) i gel de sílice blau, el qual és una substància amorfa amb una gran capacitat d'absorció de humitat (José i Silvera 2004).



**Figura 3.4.** Dissolució saturada de clorur de magnesi (esquerra), perles de gel de sílice (dreta).

### 3.5 Condicions abiòtiques

S'estudiaren dos tipus de condicions climàtiques. Una, que anomenarem "condicions estàndard"; 25°C i 70% de HR, les quals són les que s'utilitzen per a mantenir les cries de *T. urticae* al laboratori. L'altra, són condicions on s'accentuen els efectes de l'escalfament global, per la qual cosa s'augmentaren la temperatura fins a 30°C s'abaixà la humitat relativa fins al 30%. Aquestes condicions s'han anomenat al treball com a "condicions de canvi climàtic".

### 3.6 Metodologia experimental

S'han realitzat 3 repeticions en el temps i un total de 11 plançons (= repeticions) per tractament.

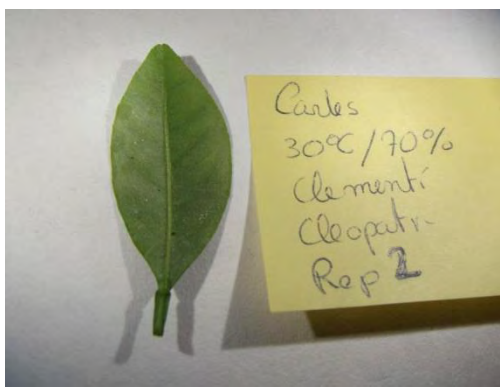
Una setmana abans de l'inici dels assaigs, les plantes es van aclimatar a les condicions abiòtiques desitjades (estàndard o de canvi climàtic). Es varen introduir dins dels dessecadors amb HR del 70% en condicions estàndard i 30% en condicions de canvi climàtic. Aquests dessecadors se situaren dins de les cambres climàtiques a  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  o  $30\pm 1^{\circ}\text{C}$  depenent del tractament, amb un fotoperíode de 16:8h (L:O).

Seguidament al període d'aclimatació i abans de la infestació, es realitzà un reg de 10 ml d'aigua per evitar que les plantes sofriren cap tipus d'estrès hídric. Els plançons es van infestar amb 5 femelles fèrtils cadascun (Agut et al., 2014), procedents de cohorts de femelles d'11 dies d'edat, i es van deixar així durant 7 dies.

Els tractaments foren els següents:

- 1) taronger bord en condicions estàndard;
- 2) mandariner Cleòpatra en condicions estàndard;
- 3) taronger bord en condicions de canvi climàtic;
- 4) mandariner Cleòpatra en condicions de canvi climàtic.

Transcorreguda la setmana d'infestació, es va realitzar un compteig destructiu i es va avaluar la posta, les formes mòbils (larves, protonimfes i deutonimfes) i immadurs (suma de immadurs i posta) sota lupa binocular. També, es va analitzar el percentatge de dany per plançó fent fotografies de totes les fulles. A partir d'aquestes es va calcular el percentatge de dany en fulles per plançó. En primer lloc, es comptabilitzaven els píxels totals per fulla i a continuació el nombre de píxels cloròtics per fulla. D'aquesta manera, es calculava el percentatge de dany per plançó. El recompte es realitzarà mitjançant el programa GIMP 2.8 (GNU Image Manipulation Program).



**Figura 3.5.** Fotografia del assaig per ha realitzar el anàlisi de danys.

### 3.7 Anàlisi estadística

Una vegada realitzat el compteig, es va comprovar que les dades obtingudes (posta, formes mòbils i immadurs) presentaren a una distribució normal, per a la qual cosa s'utilitzà el test de Bartlett i el test de Brown-Forsythe. Per aquests paràmetres, es va realitzar una ANOVA de dos factors (els factors foren condicions ambientals i els patrons utilitzats), utilitzant el programa "GraphPad Prism 6".

D'altra banda, s'analitzà el percentatge de danys. En no seguir una distribució normal (com ens indica el test de Bartlett i el test de Brown-Forsythe) es normalitzaren les dades mitjançant la transformació de l'arcsinus de l'arrel quadrada del percentatge en tant per u. Una vegada normalitzats, com en el cas anterior s'utilitzà un test

ANOVA de dos factors. A partir d'aquestes es va avaluar el percentatge de dany en fulla.

## 4 Resultats

En el present apartat es mostren els resultats obtinguts en les 11 repeticions (  $n = 11$ ) i la seua anàlisi estadística. Primer s'aporten els resultats de la posta i formes mòbils. Després s'inclouen els resultats de dany per plançó.

### 4.1 *Condicions ambientals*

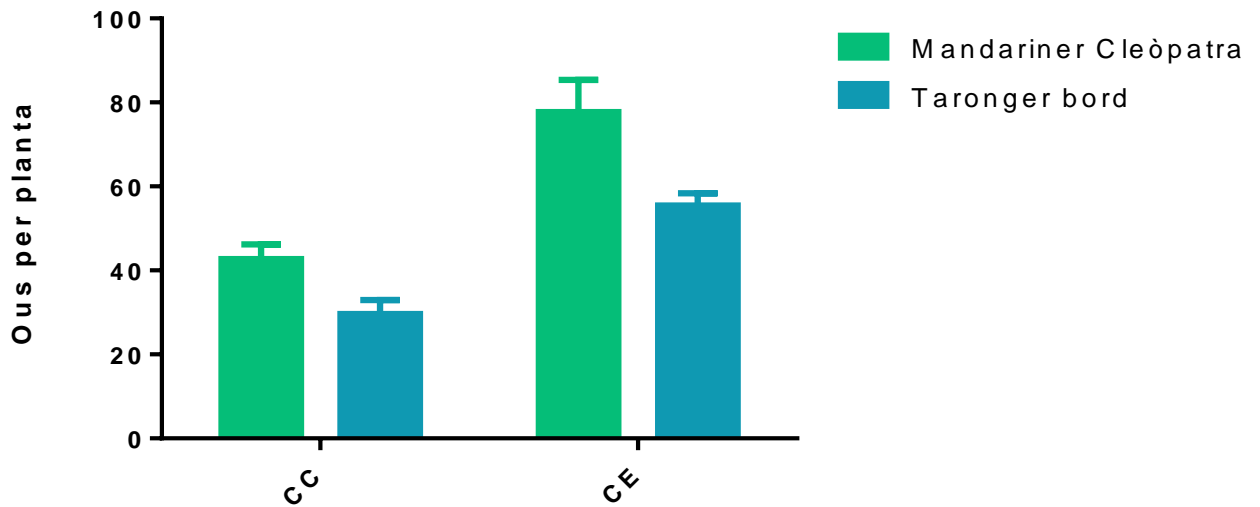
Per comprovar que s'aconseguien les condicions desitjades es seguí tant durant l'aclimatació com l'experiment la humitat relativa i la temperatura amb un datalogger (model utilitzat: Mini datalogger Testo 174H).

En els assajos realitzats a "condicions estàndard " les mitjanes diàries dels valors d'humitat relativa i de temperatura durant el període d'aclimatació de les plantes van ser  $67,1 \pm 0,3$  % i  $27,6 \pm 0,1$  °C, respectivament. Els 7 dies posteriors a l'aclimatació, durant l'experiment, es registraren unes mitjanes diàries de les humitats relatives de  $69,5 \pm 0,4$  % i temperatures de  $23,8 \pm 0,1$ °C.

A "condicions de canvi climàtic " durant l'aclimatació es registraren mitjanes diàries d'humitat relativa i temperatura de  $34,0 \pm 0,3$  % i  $31,3 \pm 0,1$ , respectivament. Durant l'experiment aquestes van ser  $34,5 \pm 0,3$  % i  $30,9 \pm 0,1$ °C, respectivament.

Com es pot comprovar en tots dos casos les dades obtingudes es van situar al voltant dels valors desitjats.

## 4.2 Nombre d'ous

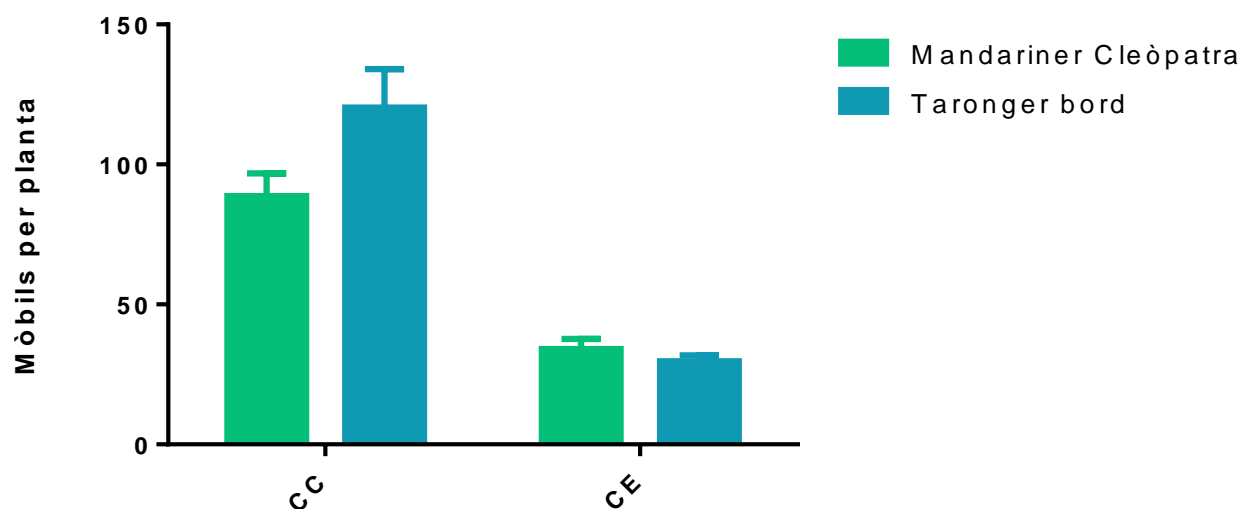


**Figura 4.1.** Mitjana i error estàndard dels ous d'aranya roja per planta en condicions estàndard (CE) i en condicions de canvi climàtic (CC) sobre taronger bord i mandariner.

L'anàlisi mostra que existeixen diferències significatives entre les dues condicions ambientals assajades ( $F = 41,12$ ;  $df = 1;40$ ;  $P < 0,0001$ ), amb una disminució del nombre d'ous per planta en condicions de canvi climàtic respecte a condicions estàndard. També es troben diferències significatives entre els dos patrons ( $F = 13,9$ ;  $df = 1;40$ ;  $P = 0,0006$ ), on el nombre d'ous per planta en taronger bord és inferior que en mandariner Cleòpatra. La interacció entre les condicions ambientals i els patrons utilitzats no fou, però, significativa ( $F = 0,9373$ ;  $df = 1;40$ ;  $P = 0,3388$ ), de manera que el fet que la posta en mandariner Cleòpatra fóra superior que en taronger bord es mantingué tant en condicions estàndard com de canvi climàtic.



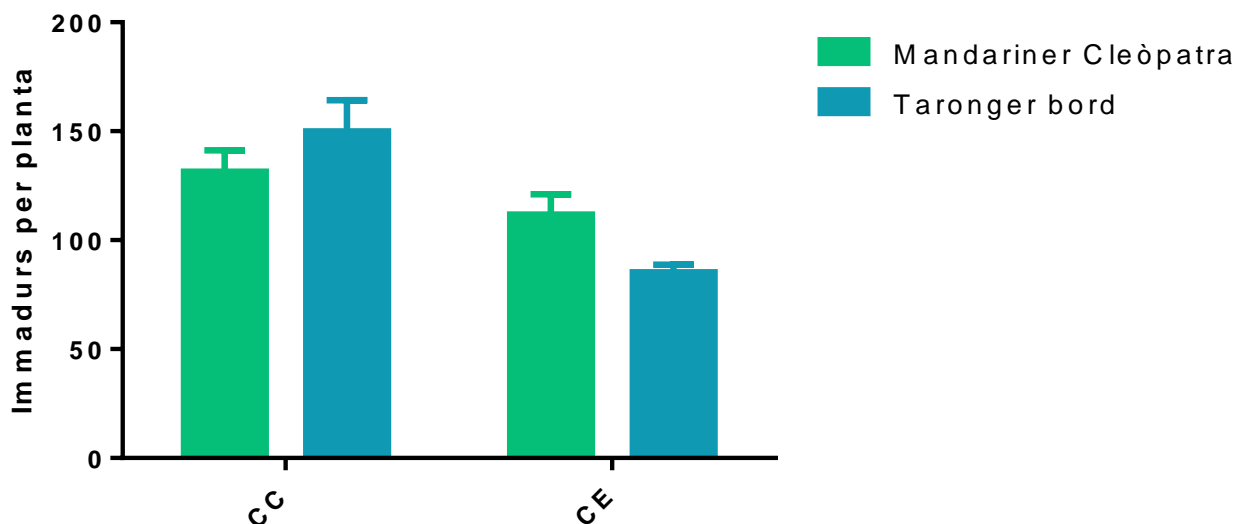
### 4.3 Formes mòbils



**Figura 4.2** Mitjana i error estàndard de les formes mòbils d'aranya roja per planta en condicions estàndard (CE) i en condicions de canvi climàtic (CC), sobre taronger bord i mandariner Cleòpatra, 7 dies després de la infestació.

L'anàlisi indica que hi ha diferències significatives entre condicions ambientals ( $F = 77,42$ ;  $df = 1;40$ ;  $P < 0,0001$ ), amb un nombre superior de formes mòbils per patró en condicions de canvi climàtic respecte a condicions estàndard. En canvi, no es trobaren diferències significatives entre patrons ( $F = 2,714$ ;  $df = 1;40$ ;  $P = 0,1073$ ). En aquest cas, la interacció del patró amb les condicions ambientals fou significativa ( $F = 4,736$ ;  $df = 1;40$ ;  $P = 0,0355$ ), ja que les diferències entre els patrons s'invertiren en canviar les condicions ambientals, tot i que aquestes foren molt més grans en condicions de canvi climàtic.

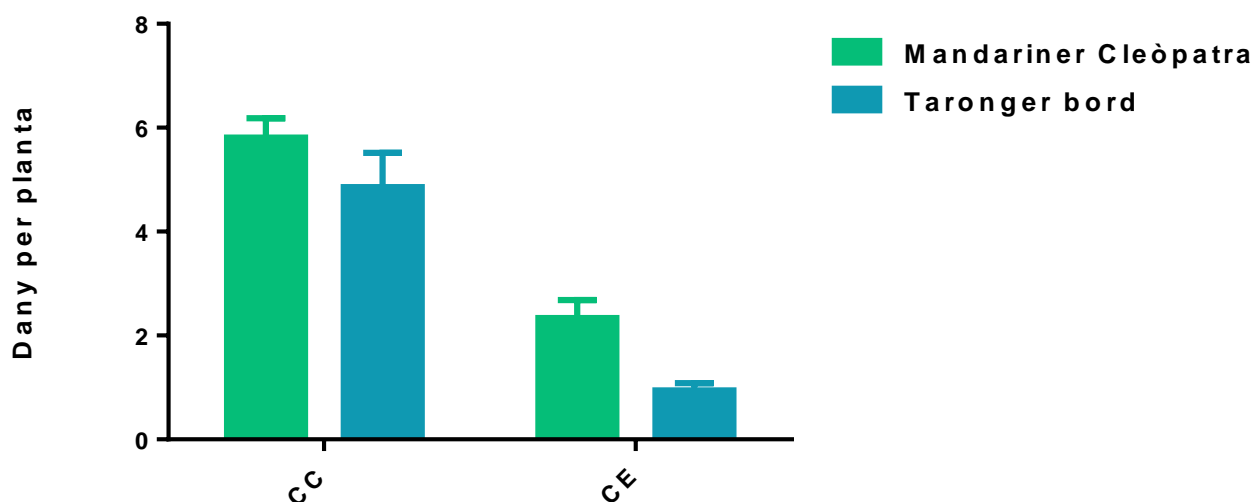
#### 4.4 Immadurs



**Figura 4.3.** Mitjana i error estàndard dels immadurs d'aranya roja per planta en condicions estàndard (CE) i en condicions de canvi climàtic (CC), sobre taronger bord i mandariner Cleòpatra, 7 dies després de la infestació.

En combinar les formes mòbils i el número d'ous (immadurs) s'observa que hi ha diferències significatives entre les condicions ambientals, amb un nombre d'immadurs per plançó inferior en el tractament a condicions estàndard ( $F = 17,81$ ;  $df = 1;40$ ;  $P = 0,0001$ ). D'altra banda, l'anàlisi estadística indica que en aquest cas no hi ha diferències entre els patrons ( $F = 0,1675$ ;  $df = 1;40$ ;  $P = 0,6845$ ). Finalment, la interacció entre els tipus de plançó i l'ambient fou significativa, ja que les diferències entre patrons, tal com havíem vist en el cas de les formes mòbils, s'invertiren en canviar les condicions ambientals ( $F = 5,088$ ;  $df = 1;40$ ;  $P = 0,0296$ ).

#### 4.5 Dany en fulles



**Figura 4.4.** Mitjana i error estàndard del percentatge de dany per planta condicions estàndard (CE) i en condicions de canvi climàtic (CC), tant a taronger bord com a mandariner Cleòpatra, 7 dies després de la infestació.

Les condicions ambientals afectaren significativament el dany ( $F = 94,43$ ;  $df = 1;40$ ;  $P < 0,0001$ ), i fou major la superfície danyada en els plançons sotmesos a condicions de canvi climàtic que quan estigueren a condicions estàndard. També es trobà diferències significatives entre els dos patrons, i els danys foren menors per als plançons de taronger bord que per a mandariner Cleòpatra ( $F = 13,21$ ;  $df = 1;40$ ;  $P = 0,0008$ ). Finalment, en aquest cas, la interacció entre els patrons i les condicions ambientals no fou significativa ( $F = 1,826$ ;  $df = 1;40$ ;  $P = 0,1842$ ).

## 5 Discussió

Si s'analitzen el conjunt d'imadurs (ous, larves i nimfes) i de formes mòbils (larves i nimfes) a condicions de canvi climàtic s'observa un augment de població total respecte a les condicions estàndard. Aquests resultats s'expliquen per l'ectotèrmia de l'aranya. En augmentar la temperatura sense haver arribat a la seu llindar superior de temperatura, s'accelera el cicle de vida de l'aranya i, per tant, n'augmenta la població. Aquests resultats, podrien tindre relació amb els estudis de Lueding et al. (2011) a Califòrnia, on varen observar, amb dades recollides durant 50 anys, que el nombre de generacions anuals en camp de *T. urticae*, havia augmentat de 10-18 a 14-24, i consideraven el canvi climàtic com un dels principals factors responsables d'aquest increment. D'aquesta manera, la població de *T. urticae* es veuria afavorida en condicions de canvi climàtic. Així els resultats obtinguts confirmen que en escenaris de canvi climàtic la pressió exercida per l'aranya roja sobre els cultiu de cítrics podria augmentar significativament.

En comparar tots dos tipus de patrons entre sí en condicions estàndard, el patró bord pareix tindre menor població que el mandariner Cleòpatra (a pesar de que no apareixen diferències significatives), i per tant aquest és el patró més susceptible, confirmant així resultats anteriors (Agut et al; 2014). També es revela que la posta i la supervivència dels individus són inferiors en els plançons de taronger bord que en els plançons de mandariner Cleòpatra. Aquesta reducció es podria deure a uns majors nivells de metabolits secundaris en taronger bord respecte al mandariner Cleòpatra (de Vos et al. 2007; Agut et al. 2013). D'altra banda, malgrat que no hi ha diferències significatives entre patrons, en augmentar les temperatures, el mandariner Cleòpatra presenta menor població que el taronger bord. Sembla per tant que l'èxit en l'eclosió dels ous, o en la supervivència dels imadurs, estiga més afectada en mandariner Cleòpatra que en taronger bord en condicions de canvi climàtic. La qual cosa, voldria dir que els metabolits secundaris responsables d'aquesta mortalitat probablement

canvien qualitativament i/o quantitativament (caldrà investigar-ho) en funció de les condicions ambientals.

Respecte al nombre d'ous per planta en condicions de canvi climàtic, fou inferior al de condicions estàndard i això pot parèixer una contradicció amb el que hem vist en considerar el conjunt d'immadurs i formes mòbils. No obstant, aquests resultats podrien donar-se per dues raons. En primer lloc, quan s'accelera el cicle de vida de l'aranya en augmentar les temperatures també s'escurça el temps d'incubació dels ous (Nazeh et al 2012). A més, *T. urticae* presenta un pic de posta a l'inici de la seua vida adulta seguit de una davallada progressiva (Aucejo-Romero et al. 2004). Per tant, a mesura que augmenta la temperatura, la posta es concentra encara més durant els primers dies de vida de l'adult, i també davalla més ràpidament que en condicions estàndard. Així, en el moment del recompte (quan les aranyes complien una setmana de vida), les femelles adultes a condicions de canvi climàtic farà ja dies que han passat pel seu pic de posta, mentre que les sotmeses a condicions estàndard l'estaran deixant just enrere. Aquesta combinació dels patrons de posta i d'eclosió dels ous accelerats en condicions de canvi climàtic explicarien el major nombre d'ous trobat en fer el recompte als 7 dies en condicions estàndard.

En referència a l'anàlisi de danys, tant a condicions de canvi climàtic com a condicions estàndard, els resultats mostren que la superfície de taques cloròtiques és superior en mandariner Cleòpatra (amb menor nombre d'aranya roja) que en taronger bord (amb major nombre d'aranya roja). D'això se'n dedueix una major tolerància al dany per part del taronger bord (major població però menor dany) que del mandariner Cleòpatra (menor població però major dany), i és, per tant, aquest últim el patró més sensible a l'atac de *T. urticae*.

## 6 Conclusions

Atenent a les dades obtingudes durant el treball es conclou:

1) La tendència demostrada en l'escenari de canvi climàtic és un possible augment de la pressió de les poblacions de *T. urticae* sobre el cultiu.

2) La susceptibilitat relativa a l'aranya roja en els dos patrons estudiats s'inverteix en passar de condicions estàndard a canvi climàtic.

3) No obstant, en condicions de canvi climàtic la tolerància del patró taronger bord es manté.

4) Per tant, fins i tot amb l'augment de les poblacions d'aranya en taronger bord en condicions de canvi climàtic, en ser inferiors els danys que en mandariner Cleòpatra, el taronger bord seguiria donant una millor resposta des del punt de vista agronòmic si no fóra per la seua sensibilitat al virus del CTV.

## 7 Bibliografía

- Abad-Moyano, R., Pina, T., Ferragut, F., & Urbaneja, A. (2009).** Comparative life-history traits of three phytoseiid mites associated with *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) colonies in clementine orchards in eastern Spain: implications for biological control. *Experimental & Applied Acarology*, 47(2), 121–32. doi:10.1007/s10493-008-9197-z
- Abad-Moyano, Aguilar-Fenollosa, Pascual-Ruiz (2008).** Capítulo 10. Control biológico de ácaros. Jacas, Josep A.. Urbaneja, Alberto. Control biológico de las plagas citricolas pp151-164. Valencia. Editorial: Phytoma.
- Agustí, M. (2003).** Citricultura. 2ª ed. Madrid: Mundi-prensa.
- Agut, B., Gamir, J., Jacas, J. a, Hurtado, M., & Flors, V. (2013).** Different metabolic and genetic responses in citrus may explain relative susceptibility to *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science*, (October). doi:10.1002/ps.3718
- Allen, L. H., & Vu, J. C. V. (2009).** Carbon dioxide and high temperature effects on growth of young orange trees in a humid, subtropical environment. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149(5), 820–830. doi:10.1016/j.agrformet.2008.11.002
- Ansaloni, T., Pascual-Ruiz, S., Hurtado M.A. y Jacas, J.A. et al., (2008).** Can summer and fall vegetative growth regulate the incidence of *Tetranychus urticae* Koch on clementine fruit? *Crop Protection*, 27(3-5), pp.459–464. Disponible en : <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261219407001846>.
- Aucejo-Romero, S., Gómez-Cadenas, A. & Jacas-Miret, J.-A., (2004).** Effects of NaCl-stressed citrus plants on life-history parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental & applied acarology*, 33(1-2), pp.55–67. Disponible en : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15285138>
- Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, T. M., Brown, V. K., ... Whittaker, J. B. (2002).** Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*, 8(1), 1–16. doi:10.1046/j.1365-2486.2002.00451.x
- Bruessow, F., Asins, M. J., Jacas, J. a., & Urbaneja, A. (2010).** Replacement of CTV-susceptible sour orange rootstock by CTV-tolerant ones may have triggered outbreaks of *Tetranychus urticae* in Spanish citrus. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 137(1-2), 93–98. doi:10.1016/j.agee.2010.01.005
- Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Huey, R. B., Sheldon, K. S., Ghalambor, C. K., Haak, D. C., & Martin, P. R. (2008).** Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude Thermal Safety margin.

- De Vos, M., Kim, J. H., & Jander, G. (2007).** Biochemistry and molecular biology of Arabidopsis-aphid interactions. *BioEssays: News and Reviews in Molecular, Cellular and Developmental Biology*, 29(9), 871–83. doi:10.1002/bies.20624
- FAO (2012).** FAOSTAT. Statistical Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Datos finales del año 2012 Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acces: 5/07/2014.
- García-Marí, F., Costa Comelles, J., Ferragut, F., Llorens Climent, J M, (1991).** Ácaros de las plantas cultivadas y su control biológico. Pista Ediciones.
- GVA (2012).** Web oficial de la Generalitat Valenciana. Superficies y producciones de los principales cultivos de la comunitat valenciana. (2012)
- IPCC (2007).** IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.
- IVIA (2012).** Citricultura Valenciana. <http://gipcitricos.ivia.es/citricultura-valenciana>. Acces: 30/06/2014.
- José, A., & Silvera, B. (2004).** Comportamiento del gel de sílice como filtro deshumidificador en sistemas de acondicionamiento de aire por compresión de vapor Performance of silica gel filters used in an air conditioning system based in a vapor compression refrigeration system, (31), 73–83.
- Liu, D., & Trumble, J. T. (2007).** Comparative fitness of invasive and native populations of the potato psyllid ( *Bactericera cockerelli* ), 35–42. doi:10.1111/j.1570-7458.2006.00521.x
- Lobell, D. B., Bonfils, C., & Duffy, P. B. (2007).** Climate change uncertainty for daily minimum and maximum temperatures: A model inter-comparison. *Geophysical Research Letters*, 34(5), L05715. doi:10.1029/2006GL028726
- Luedeling, E., Steinmann, K. P., Zhang, M., Brown, P. H., Grant, J., & Girvetz, E. H. (2011).** Climate change effects on walnut pests in California. *Global Change Biology*, 17(1), 228–238. doi:10.1111/j.1365-2486.2010.02227.x
- MAGRAMA (2014).** Ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente. Anuario de estadística (2012). Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/2012/>
- Nazeh M. Abd El-Wahed and Ashraf S. El-Halawany (2012).** Effect of Temperature Degrees on the Biology and Life Table Parameters of *Tetranychus urticae* Koch on Two Pear varieties. *B. Zoology*. Disponible en: [www.eajbs.eg.net](http://www.eajbs.eg.net)
- Ohlemüller, R., & Gritti, E. (2006).** Towards European climate risk surfaces: the extent and distribution of analogous and non-analogous climates 1931–2100.



- Pascual-ruiz, S. Aguilar-fenollosa, Iba, & Jacas, (2014).** Economic threshold for *Tetranychus urticae* ( Acari: Tetranychidae ) in clementine mandarins *Citrus*. *Experimental & Applied Acarology* , pp.337–362.
- Paulson, M. D., Houston, a I., McNamara, J. M., & Payne, R. J. H. (2009).** Seasonal dispersal of pests: one surge or two? *Journal of Evolutionary Biology*, 22(6), 1193–202. doi:10.1111/j.1420-9101.2009.01730.x
- Speight RM, Hunter DM & Watt DA (2008).** *Ecology of Insects- Concepts and Applications*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Tougou, D., Musolin, D. L., & Fujisaki, K. (2009).** Some like it hot! Rapid climate change promotes changes in distribution ranges of *Nezara viridula* and *Nezara antennata* in Japan. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 130(3), 249–258. doi:10.1111/j.1570-7458.2008.00818.x
- Urbaneja, A., Jacas, J. A., Garcia-Mari F. (2008).** Capítulo 21. Control biológico en cítricos. Jacas, Josep A., Urbaneja, Alberto. *Control biológico de las plagas citricolas* pp335-348. Valencia. Editorial: Phytoma.
- Urbaneja, A., Pascual-ruiz, S., Pina, T., Dembilio, O., Abad-moyano, R., Vanaclocha, P., ... Jacas, J. A. (2008).** Efficacy of five selected acaricides against *Tetranychus urticae* ( Acari: Tetranychidae ) and their side effects on relevant natural enemies occurring in citrus orchards, 842(December 2007), 834–842. doi:10.1002/ps
- Winston, W., Bates, D.H. (1960).** Saturated solutions for the control of humidity in biological research. *The Ecological Society of America* pp 232-237. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/1931961>