

Biofàbriques d'insectes mascles estèrils per combatre les plagues agrícoles

El grup d'Entomologia Aplicada de la UIB participa en un projecte internacional que desenvolupa mètodes no agressius de control de plagues per fer minvar les femelles de les poblacions d'insectes que causen danys als cultius, com a fase prèvia a l'aplicació de la tècnica de l'insecte estèril. Les trampes amb substàncies atraients específiques per a femelles són una bona alternativa als convencionals insecticides



PARAULES CLAU: atraients alimentaris sintètics, *Bactrocera oleae*, *Ceratitis capitata*, control integrat de plagues, mosca mediterrània de la fruita, mosca de l'olivera, tècnica de l'insecte estèril (TIE)

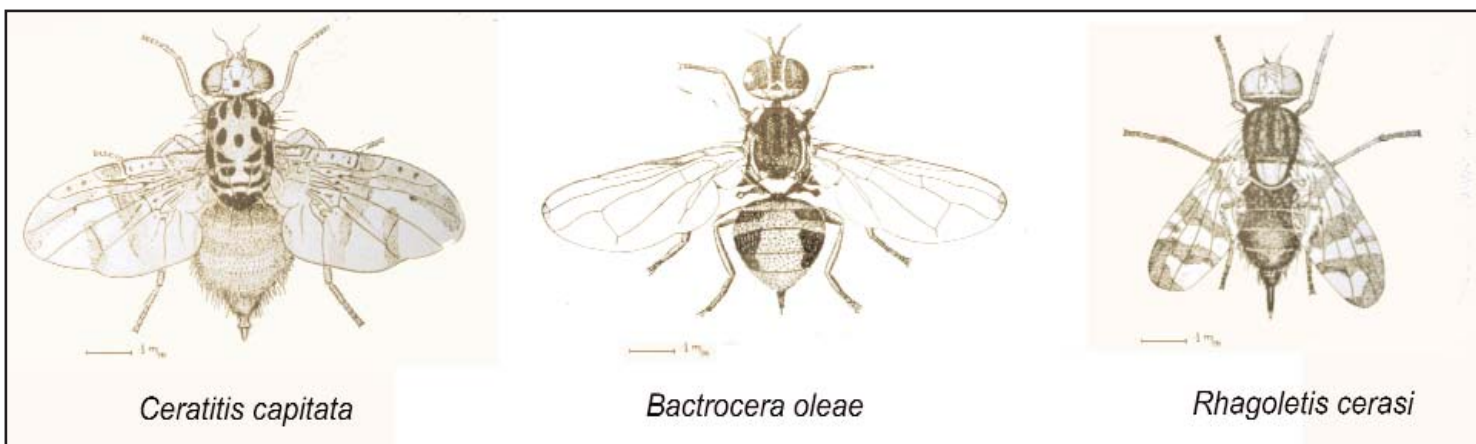
KEYWORDS: *Bactrocera oleae*, *Ceratitis capitata*, integrated pest control, Mediterranean fruit fly (Medfly), olive fruit fly, synthetic food attractants, sterile insect technique (SIT)

Una femella de Ceratitis capitata introduint els ous en una figa. La imatge a contrallum va ser obtinguda pel professor Miquel Àngel Miranda, membre del grup d'Entomologia Aplicada de la UIB.

Fabricar insectes estèrils per combatre les plagues ja és l'alternativa als plaguicides i insecticides convencionals, els quals, a més de no ser específics i d'eliminar tot tipus de fauna -fins i tot la que és imprescindible per al manteniment d'una bona salut del cultiu-, poden provocar greus trastorns en els humans, ja que es tracta, de vegades, de substàncies neurotòxiques.

L'Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació (FAO) i l'Agència

Internacional d'Energia Atòmica (IAEA) impulsen des de fa anys projectes encaminats a l'aplicació pacífica de l'energia atòmica en agricultura. Una d'aquestes actuacions és la tècnica de l'insecte estèril (TIE), que ja és emprada amb molt èxit en la lluita d'un bon nombre de plagues, per exemple contra la mosca tsetse, la mosca del ramat o en el cas de la mosca mediterrània de la fruita als cinc continents. La tècnica es basa en l'alliberament de mascles estèrils de l'espècie que es vol combatre, amb l'objectiu de reduir-ne al mínim la descendència. En aquest cas és



Ceratitits capitata

Bactrocera oleae

Rhagoletis cerasi

D'esquerra a dreta les tres mosques de la fruita més habituals a Espanya: mosca mediterrània de la fruita (*Ceratitits capitata*); mosca de l'olivera (*Bactrocera oleae*); i mosca de la cirera (*Rhagoletis cerasi*).

necessari realitzar una cria massiva de l'espècie, la qual cosa es duu a terme a les anomenades biofàbriques.

Però abans de poder controlar una plaga mitjançant la tècnica de l'insecte estèril és necessari fer descendir considerablement el nombre de femelles de les poblacions de l'insecte a la zona on es vol aplicar la tècnica. En cas contrari, els resultats no serien del tot satisfactoris i els costos d'aplicar la tècnica, elevadíssims en relació amb aquells.

És en aquesta fase prèvia en la qual el grup d'Entomologia Aplicada de la UIB, encapçalat per la doctora Aina Alemany, treballa des de fa gairebé deu anys. L'objectiu prioritari del projecte "Development and evaluation fruit fly attractants. Their integration into fruit fly SIT. Management Programmes", una iniciativa internacional en la qual participen divuit institucions de recerca de tot el món, i entre les quals es troba el grup de la UIB, és desenvolupar un sistema eficient de prevenció i control de les anomenades mosques de la fruita mitjançant l'obtenció de substàncies capaces d'atreure les femelles d'aquestes espècies per tal de fer-ne disminuir la població i controlar les plagues sense necessitat d'emprar plaguicides.

Fins ara el grup que encapçala la doctora Aina Alemany ha esmerçat els seus esforços en l'estudi de poblacions de mosques de la fruita, localitzades en distints indrets de l'illa de Mallorca, en les quals s'han assajat tot un seguit de trampes químiques elaborades a base de substàncies que presenten una gran atracció per a les mosques i, específicament, per a les

femelles de l'espècie. Aquest darrer punt és essencial, per tal com són les femelles les que, en una política de control de plaga, s'han d'eliminar en primer lloc amb l'objectiu que no puguin fer els ous i donar pas a generacions successives.

A Espanya parlar de mosques de la fruita és parlar bàsicament de tres espècies de dípters: la mosca mediterrània de la fruita, *Ceratitits capitata*, que constitueix una de les plagues que fa més mal a la fruita -taronges, melicotons, albercocs, prunes, pomes, figues, caquis, gínjols, són la seva font d'aliment de desenvolupament-; la mosca de l'olivera, *Bactrocera oleae*; i la mosca de la cirera, *Rhagoletis cerasi*.

Durant deu anys científics de divuit països han treballat conjuntament per tal d'estandaritzar un mètode químic no agressiu de lluita contra la mosca mediterrània de la fruita

El grup d'Entomologia Aplicada ha centrat la seva tasca primordialment en *Ceratitits capitata*, l'anomenada mosca mediterrània de la fruita, encara que els darrers anys també investiga sobre la mosca de l'olivera de Mallorca i el seu control.

La mosca mediterrània de la fruita

La lluita contra la mosca mediterrània de la fruita no és nova, però mai no l'havien abordada un nombre tan elevat de grups de recerca, que, de manera paral·lela,

assagen les noves fórmules per eradicar-la dels respectius àmbits geogràfics. Pensem que en el projecte que ens ocupa hi ha divuit països implicats.

Ceratitis capitata és una mosca petita, d'uns 4,5 a 5 mil·límetres. Té el cap gros i groc i presenta una línia marronenca entre els ulls, que són o bé d'un verd maragda o bé vermells. Té el tòrax gris argentat, pigat de taques negres de forma i mida variable i amb llargs pèls laterals i posteriors. Les cares ventral i lateral del tòrax, però, són groguenques. L'abdomen el té groc marronenc, amb línies transversals grisenques, i les femelles presenten un oviscapte molt punxegut, mentre que els mascles es diferencien molt bé, ja que a més de no tenir oviscapte presenten una mena d'antenes capitades -d'aquí ve el nom d'aquesta espècie- que semblen com dues banderetes negres posades sobre el cap. Té les ales amples amb taques molt característiques de color de taronja tant longitudinals com transversals que en el terç inferior presenten petites taques negres.

Aquest insecte, una miniatura de gran bellesa, sembla originari de la costa occidental de l'Àfrica o de l'Àtlas. A final dels segle XIX va ser localitzat al sud de França i se suposa que també ja devia ser a Espanya. En bona mesura les importacions de fruita infectada procedent

del continent africà n'estengueren les poblacions per la Mediterrània septentrional. Avui en dia *Ceratitis capitata* infecta més de 250 tipus d'espècies de fruita diferents i s'ha convertit en una autèntica plaga a les zones tropicals, subtropicals i mediterrànies; de fet, afecta tots els països de la franja Mediterrània, i com ja s'ha dit està estesa per tots els continents: es troba a l'Índia, a l'Àfrica, a Amèrica (nord, centre i sud) i fins i tot a Austràlia. Les pèrdues en les collites degudes a *Ceratitis* són, doncs, milionàries.

El cicle biològic

El moment de l'aparició de les primeres mosques en vol depèn de les condicions climàtiques de cada zona. Al Mediterrani espanyol i, per tant, a les Balears solen aparèixer a final del mes de maig, encara que a les zones muntanyenques com la vall de Sóller, que són més fredes, el cicle s'escurça: comença ben a finals de juny i acaba a principis o a mitjans de novembre. La fecundació té lloc entre els quatre i deu dies després de la sortida, i les femelles, una vegada introduït l'oviscapte per sota l'epidermis dels fruits a l'inici de la maduració (és comú que aprofitin l'orifici fet per una altra femella), dipositen en una mena de bossa un grup d'ous (uns vuit o deu) a uns 2 o 5



mil·límetres de profunditat. L'operació es repeteix moltes vegades en diferents fruits. Els ous són blancs, estrets, d'un mil·límetre.

Aquest procés es duu a terme al llarg de diverses setmanes i l'espècie produeix unes quantes generacions cada any. Les pèrdues econòmiques són molt elevades. Cal pensar que una sola mosca pot arribar a fer uns sis-cents ous si les condicions ambientals són favorables.

La incubació dura entre dos i cinc dies, segons les condicions ambientals i del tipus de fruita. A partir d'aquest punt la fruita atacada va canviant d'aspecte. Primer apareix una taca on s'han fet els ous, que després es va obscurint i es fa més grossa, fins que la polpa de la fruita es fa tan blana que no resisteix la més mínima pressió. En aquest punt, les larves han excavat galeries a l'interior del fruit i poden haver arribat fins a la llavor. En acabar el seu desenvolupament, entre 9 i 15 dies, tornen a la superfície del fruit i, d'un gran bot, cauen a terra. Una vegada han aterrat cerquen una esclatxa i s'enterren per convertir-se en pupes que tenen forma de bóta, d'uns 5 mil·límetres, del color del cafè. Al cap de deu dies ja surt l'adult. Ens trobam, per tant, amb una plaga que pot afectar diverses espècies de fruiters

des de la primavera fins a final d'any (quan comencen a baixar de bon de veres les temperatures): en concret, es tracta de quatre a sis generacions per any, que com ja s'ha dit poden infectar sobretot cítrics i albercocs, melicotons, prunes, etc.

Al pla de Mallorca la corba de vol mostra que tot d'una que comença l'emergència primaveral dels adults de la mosca hi ha un augment exponencial de la població, de manera que ben prest s'arriba a un màxim de captures. A final de juliol i al llarg de l'agost es redueix moltíssim la població, afectada per les altes temperatures de l'estiu, però es recupera al setembre per arribar a un segon pic poblacional. A l'illa tenim, doncs, dos bons moments per lluitar amb efectivitat contra aquesta plaga: a principis de juny i a mitjans de setembre, ambdós immediatament abans de l'explosió poblacional, encara que sempre convé monitoritzar amb trampes, ja que, com és lògic, aquesta depèn de les temperatures de cada any.

La lluita al llarg dels segles

La lluita contra aquesta mosca és antiga. Des de fa molts anys els pagesos han emprat mosquers de vidre



El grup que dirigeix la doctora Alemany s'ha encarregat de fer el testatge dels distints productes atractants i dels diversos models de trampes ideades per a les poblacions de Mallorca

que contenen una substància atractiva, normalment suc de pera diluït amb vinagre de vi blanc o fosfat amònic també diluït. Als Estats Units al llarg del segle XX s'assajaren nombroses substàncies per atreure les mosques: hidrolitzats de proteïna, oli de llavors d'àngelica per als mascles (però els mascles no són l'objectiu, sinó les femelles). D'altra banda, també s'han emprat mesclades d'aquests hidrolitzats de proteïna amb insecticides i fins i tot quimioesterilitzadors. Anys enrere fins i tot s'empraren tècniques de lluita biològica emprant un paràsit, un braconíid del gènere *Opius*, sistema que torna assajar-se en l'actualitat.

No obstant això, la gran majoria dels pagesos, a les illes Balears i a Espanya, segueixen tractant la plaga amb insecticides organofosforats, i moltes vegades confonen la mosca mediterrània amb altres insectes. A les Illes Balears es féu un pas important quan, a petició d'alguns especialistes en agricultura ecològica i en el tractament de plagues per mitjans no agressius, entre ells la doctora Aina Alemany, l'any 1999, essent conseller d'Agricultura Joan Mayol, el Govern decidí subvencionar, no solament la compra dels insecticides fins aleshores emprats, sinó també nous productes alternatius específics per a la mosca de la fruita i, en canvi, innocus per a altres tipus de fauna (coneguda com a auxiliari), que són els depredadors i parasitoides, que no solament no fa mal als cultius sinó que és ben necessària.

El control de la plaga per mitjans químics

Des de final del segle XX fins ara la lluita contra la mosca de la fruita s'ha centrat en dues línies bàsiques d'actuació: el control de les poblacions, sobretot de les femelles per mitjans químics no agressius, i la implementació de la tècnica de l'insecte estèril. Pel que fa a la primera línia d'actuació, partint de la substància atractiva per excel·lència, la proteïna hidrolitzada, els doctors Robert Heath i Nancy Epsky, de l'Agricultural Research Service (EUA), i investigadors capdavanters d'aquest projecte han proposat la utilització d'unes substàncies que són més específiques per a la mosca de la fruita i que no afecten la resta de fauna. Durant deu anys aquestes substàncies, en distintes dosificacions, s'han anat



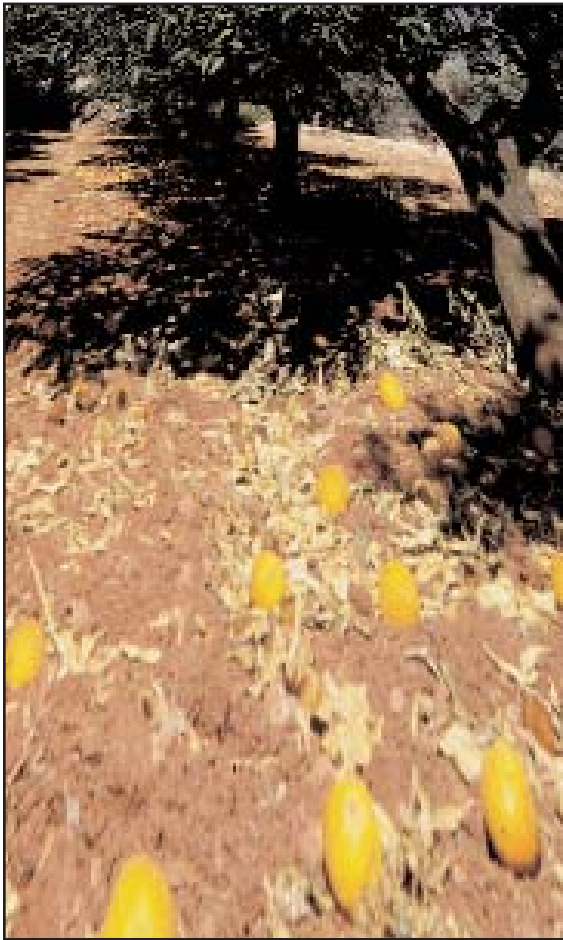
A més d'acetat amònic, trimetilamina i putrescina, les tres substàncies que atreuen les mosques, algunes trapes inclouen aigua en el seu interior on les mosques moren ofegades. Altres incorporen insecticida. Finalment, un tipus de trapa molt recent, de factura israeliana, no incorpora ni insecticida ni aigua, sinó que simplement no deixa sortir les mosques que s'hi han introduït.

provant en diversos indrets del món per controlar els efectes que tenen sobre les poblacions de mosca de la fruita. El grup que dirigeix la doctora Alemany s'ha encarregat de fer el testatge d'aquests productes i dels diversos models de trapes ideades a les poblacions de Mallorca.

Cada dos anys els representants de tots els grups involucrats en el projecte posen les seves experiències en comú, rebutgen els assaigs que no han cobert les expectatives i plantegen els nous experiments que s'han de realitzar. En definitiva, tots i cada un dels grups realitzen paral·lelament els mateixos experiments, amb l'objectiu d'estandarditzar per a tot el món els mitjans i les tècniques que cal emprar en la lluita contra la mosca mediterrània de la fruita.

En cada cas l'equip de zoòlegs de la UIB ha hagut de realitzar trapa per trapa un recompte acurat de les mosques capturades. Aquestes trapes estan col·locades en finques experimentals propietat de l'empresa pública Semilla, SA, o bé en finques

Per a la doctora Alemany és essencial "que els agricultors prenguin consciència de que determinades espècies de fruiters que ara no són explotades, com les figueres o fins i tot les figueres de moro, actuen com a reservoris. Per tant és necessari eliminar aquesta fruita, no deixar que es podreixi ni a l'arbre ni a terra"



d'agricultura ecològica que col·laboren desinteressadament amb el grup de recerca de la UIB i que estan ubicades en distints indrets de l'Illa de Mallorca: Palma, Inca, Sóller, Fornalutx, etc.

La doctora Alemany insisteix que "cal diferenciar els mascles de les femelles, perquè capturar mascles no serveix de res, només ens són útils per monitoritzar la població. El que és interessant és capturar les femelles i, sobretot, saber quin tipus de femella es captura amb cada substància testada. Lògicament és molt més interessant que les substàncies siguin capaces d'atreure les femelles joves que encara no s'han aparellat, que no femelles madures amb ous ja fertilitzats. Per aquest motiu, cal dur a terme al laboratori disseccions de les femelles capturades amb els distints tractaments assajats".

La doctora Alemany afirma que "aquesta feixuga tasca de laboratori no hauria estat possible sense l'ajut de molts alumnes de Biologia que s'han involucrat en el

projecte com a alumnes col·laboradors".

Una combinació d'efectes espectaculars

Després de tots aquests anys d'experiments, els investigadors implicats en el projecte han arribat a una combinació de substàncies que aconsegueixen atreure de manera específica les femelles de l'espècie. Aquesta combinació és formada per acetat amònic, trimetilamina i putrescina. Aquestes tres substàncies es col·loquen en dispensadors d'alliberament lent i a l'interior de trampes que s'ubiquen als arbres. Les tres substàncies, per tant, actuen de forma sinèrgica i s'alliberen a l'ambient alhora. La trampa, doncs, atreu les femelles de *Ceratitis capitata*, que s'introdueixen en el recipient. A partir d'aquí les solucions són distintes segons el tipus de trampa emprat. Hi ha trampes que inclouen aigua a l'interior, on les mosques moren ofegades. Altres incorporen insecticida. Finalment, un tipus de trampa molt recent, de factura israeliana, no incorpora ni insecticida ni aigua, sinó que simplement no deixa sortir les mosques que s'hi han introduït.

Les substàncies atractives ja han estat comercialitzades, de manera que estan a l'abast de qualsevol agricultor que vulgui canviar els mètodes actuals mitjançant insecticides organofosforats per un mètode alternatiu de lluita contra la plaga que, a més de provar-se molt eficient, és totalment innocu i específic per a les femelles de la mosca mediterrània de la fruita.



Cal tenir en compte que els actuals insecticides organofosforats, carbamats i piretroides són neurotòxics. A dosis elevades, s'han descrit pèrdues greus de memòria, impotència, al·lèrgies agudes, pèrdues de mobilitat en les articulacions, pèrdues de defenses immunitàries, malformacions de fetus i avortaments. A més cal esmentar l'efecte cancerigen que tenen en determinats casos.

La doctora Aina Alemany considera fins a cert punt lògic que "un agricultor es mostri reticent si ha de col·locar unes setanta trampes per hectàrea, però cal considerar que la inversió més important només és el primer any i que els guanys, no solament econòmics, sinó també ambientals i per a la salut, són espectaculars".

En l'actualitat, a més de comercialitzar-se els productes esmentats, el Govern de les Illes Balears subvenciona la compra d'una trampa que ha estat assajada amb èxit pel grup que encapçala la doctora Aina Alemany. Es tracta de la Tephri trap. No obstant això, el grup es troba en aquest moment assajant una considerable millora de les trampes amb substàncies atraients que consisteix en una nova tècnica

anomenada *bait station*, la qual persegueix un abaratiment dels costos per als pagesos. El mètode consisteix a substituir la col·locació massiva de trampes pel mateix nombre de petites tires de cartró o d'altre material impregnat per un atraient i un insecticida. L'únic desavantatge que té el mètode és que és difícil saber quantes mosques han acudit al reclam. El grup ara està assajant insecticides per incorporar a les trampes i *bait stations* permesos per la llei en l'agricultura ecològica.

El paper de la fruita madura i no recollida com a reservori

L'estudi de l'anàlisi de la distribució espacial de la plaga dins una àrea (una finca o un conjunt de finques, per exemple), que fins ara no s'havia abordat, va proporcionar al grup d'Entomologia Aplicada una molt valuosa informació per combatre *Ceratitis capitata*. La doctora Alemany indica que "els resultats ens indicaren que tot i que una col·locació massiva de trampes retardava l'expansió de la plaga, temps després aquesta apareixia amb virulència desplaçant-se des de les voreres de la finca cap al centre. Poguérem



Al laboratori es fa un recompte acurat de les mosques capturades per cada trampa. Cal separar primer els mascles de les femelles. Després, amb l'ajut d'una lupa binocular es dissectionen les femelles per saber si són joves o bé madures i ja han estat fecundades. Com més joves siguin les femelles que capturi una trampa, millor és la combinació de substàncies atraients.

La fruita atacada va canviant el seu aspecte. Primer apareix una taca on s'ha produït la posta. Després aquesta taca es va obscurint i es fa més grossa, fins que la polpa de la fruita es fa tan blana que no resisteix una mínima pressió. Imatge obtinguda pel professor Miquel Àngel Miranda.



comprovar que el lliandar de la finca on hi havia figueres, de les quals no es recollien les figues i es deixaven caure, actuava com a reservori de l'espècie. Per tant és molt important saber que per molt que tractem la mosca, la presència de fruita no recollida d'altres fruiters que també són hostatgers d'aquest insecte tira per terra tot l'esforç".

Per la doctora Alemany és essencial "que els pagesos prenguin consciència que determinades espècies de fruiters que ara no s'exploten, com ara les figueres o fins i tot les figueres de moro, actuen com a reservoris. Per tant, és necessari eliminar aquesta fruita, no deixar-la podrir-se ni a l'arbre ni en terra". De la mateixa manera -insisteix aquesta investigadora-, les taronges picades per la 'mosca', que sempre cauen a terra, s'han de retirar i destruir o enterrar a uns 40 cm, ja que a dins s'hi estan desenvolupant les larves. Si, com hem dit abans, cada femella deixa entre deu i dotze ous en cada 'picada', la generació següent podrà augmentar en tres milers d'individus a partir de cada taronja".

La tècnica de l'insecte estèril (TIE)

Com hem dit al principi, la segona gran línia d'actuació del projecte impulsat pel consorci FAO/IAEA és la utilització de radiació per a l'esterilització de mascles per lluitar contra les plagues d'insectes. Aquesta és una tècnica que ja s'empra en diversos països amb molt d'èxit en la lluita contra un bon nombre de plagues.

La tècnica es basa en l'alliberament de mascles estèrils de l'espècie que es vol combatre, amb l'objectiu de reduir-ne al mínim la descendència. En aquest cas és necessari realitzar una cria massiva de l'espècie en les anomenades biofàbriques. En el cas de la mosca mediterrània de la fruita, existeixen biofàbriques a Mèxic, l'Amèrica Central i a l'Amèrica del Sud, a l'Illa de Madeira, Israel, Sud-àfrica entre d'altres i a Àustria (bàsicament de caire experimental).

La crisi oberta per l'exportació de taronja valenciana infectada per *Ceratitis* als Estats Units, ha impulsat un projecte de construcció d'una d'aquestes biofàbriques a la Comunitat Valenciana. Així ho anuncià el dia 18 de setembre de 2003 la consellera d'Agricultura de la Generalitat, Gemma Amor, davant les Corts

Valencianes.

En aquest tipus de biofàbriques, els ous de milions de mosques se sotmeten a un augment de la temperatura (s'introdueixen en aigua a 35 graus Celsius) per tal d'eliminar els que donaran lloc a femelles, ja que aquests es destrueixen a aquesta temperatura, mentre que els que donaran lloc a mascles la resisteixen. Després se sembren en un medi nutritiu on es desenvolupen les larves (més de set mil larves en cada caixa amb medi nutritiu).

En altres casos, la separació de pupes mascles i femelles es basa en la coloració, conseqüència de l'expressió d'un gen lligat al sexe. Aquest gen controla la coloració distinta segons el sexe de la pupa (blanca si és de femella, color de cafè si és de mascle).

En qualsevol cas, separades les pupes mascles es sotmeten a radiació, la qual cosa els esterilitza. L'interès de l'Agència Internacional d'Energia Atòmica (IAEA), que és un dels organismes impulsors d'aquests projectes s'entén ara: fomentar la utilització pacífica de l'energia atòmica.

Després es deixa completar el cicle biològic i els mascles s'alliberen a la natura. Aquests tipus de fàbriques exporten insectes mascles esterilitzats a tot el món.

En aquests moments, a la Comunitat Valenciana s'alliberen mascles estèrils produïts en biofàbriques centreamericanes. Un dels reptes de la doctora Aina Alemany "és poder assajar d'alliberar mascles estèrils a la vall de Sóller i fer una primera experiència a Mallorca". La doctora Alemany explica que "avui en dia no es pretén eradicar les plagues, sinó 'suprimir-les', és a dir, aconseguir fer davallar moltíssim el nivell d'infestació i mantenir-lo controlat. El motiu és que no convé que els enemics naturals 's'oblidin' d'aquesta espècie perillosa, sinó que continuïn actuant contra ella dins l'ecosistema, cosa que podran fer si el nivell de població és molt baix".

Tal com hem dit al principi, doncs, la tasca duta a terme pel grup que encapçala la doctora Alemany, quant al control de la plaga per mitjans químics no convencionals, és una fase essencial prèvia a la tècnica de l'insecte estèril. De fet, la TIE no és aplicable en un indret sense que prèviament s'hagi fet



disminuir notablement la població de les femelles de l'espècie contra la qual es vol lluitar.

La mosca de l'olivera

Els darrers anys el doctor Miquel Àngel Miranda es dedica especialment a l'estudi de la mosca de l'olivera, *Bactrocera oleae*, un dípter que té certes semblances amb *Ceratitis capitata* però també grans diferències. Encara que també s'enterra, la mosca de l'olivera arriba a convertir-se en pupa a la mateixa oliva que ha servit perquè les larves s'hi desenvolupassin. El grup de recerca del Laboratori de Zoologia intenta esbrinar amb exactitud quin és el cicle biològic d'aquesta espècie a les Balears i assaja també mètodes de control de la plaga basats en atraients alimentaris, tot i que la recerca està més endarrerida que en el cas anterior.

El dimorfisme sexual que presenta Ceratitis capitata fa que sigui més fàcil la tasca de separar mascles de femelles al laboratori. Els mascles, com es veu a la imatge, té dues estructures al cap la funció de les quals sembla estar relacionada amb el moment de l'aparellament. Es tracta d'una mena d'antenes capitades: d'aquí el nom de l'espècie.

Projecte finançat

Títol: Development and evaluation of improved fruit fly attractants. Their integration into fruit fly SIT. Management Programes.

Entitat finançadora: Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture

Període: 2000-2005

Investigadora responsable

Doctora Aina Alemany, professora titular de Zoologia

Laboratori de Zoologia. Departament de Biologia

Edifici Guillem Colom Casanovas

Tel.: 971 17 31 55

E-mail: analem@uib.es

Altres membres de l'equip

Doctor Miquel Àngel Miranda, professor titular d'escola universitària de Zoologia (UIB)

Ana Belén Petro, professora ajudanta del Departament de Ciències Matemàtiques i Informàtica (UIB)

David Alonso Frau, alumne de segon cicle de Biologia (UIB)

Carlos Martín Escorza, investigador del CSIC (Madrid)



Altres institucions incloses al projecte internacional

Joint FAO / International Atomic Energy Agency. (Coordinadors del projecte: doctors J. Hendrichs i W. Enkerlin)

Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (Espanya)

Centro Nacional de Pesquisa de Agroindustria Tropical (Brasil)

Universitat de Costa Rica Rodrigo Facio (Costa Rica)

Universitat de Tolima (Colòmbia)

Research and Development Golan Heights (Israel)

Programa Moscamed (Mèxic)

Agricultural Research Service (EUA)

Universitat d'Oxford (Regne Unit)

Universitat de Tessalònica (Grècia)
Subtropical Agricultural Research (EUA)
Direcció de Serviços de Investigação Agrícola (Portugal)
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina)
CIRAD-FLOHR. Reunió (França)
Ministry of Agriculture. Food Technology and Natural Resources (Maurici)
Honduran Foundation for Agricultural Research (Hondures)
Institut National de Recherches Agronomiques SRA INRA-CIRAD (França)
Ente per la Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA) (Itàlia)

Webs d'interès

http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_512.htm#bibliografia

http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_513.htm

Pàgina del Ministeri de Treball i Afers Socials sobre la toxicitat dels composts organofosforats

<http://www.uib.es/depart/dba/Zoology/personal.htm>

Departament de Biologia.

Publicacions

ALEMANY, A., ALONSO, R., MIRANDA, M. A. 1999. Field evaluation of female Medfly attractants in Mallorca (Balearic Islands) (In) Development of female Medfly attractant systems for trapping and sterility assessment. IAEA. Tec. Doc 1099: 85-93.

ALEMANY, A., M. A. MIRANDA, D. CASTRO, C. MARTÍN ESCORZA 2002. Cómo y cuándo controlar una plaga: *Ceratitis capitata*, un ejemplo. Actas del V Congreso de la SEAE y I Congreso Iberoamericano de Agroecología: 409-419.

ALEMANY, A., M. A. MIRANDA, R. ALONSO, C. MARTÍN ESCORZA 2004. Efectividad del trampeo masivo de hembras de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) a base de atrayentes alimentarios. "Efecto-borde" y papel de los frutales abandonados como potenciadores de la plaga. Bol. San. Veg. Plagas, 30 (en premsa).

ALEMANY, A., D. ALONSO, M. A. MIRANDA 2004. Evaluation of improved Mediterranean fruit fly attractants and retention systems in the Balearic Islands (Spain). Proceedings of the 6Th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Stellenbosch, Southafrica (en premsa).

ALEMANY, A., M. A. MIRANDA, D. CASTRO, C. MARTÍN ESCORZA 2004. Computer Graphic Simulation of Mediterranean Fruit Fly Population Density Changes in a Citrus Orchard. Proceedings of the 6Th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Stellenbosch, Southafrica (en premsa).

HOWSE, P. E., UNDERWOOD, K. L., KNAPP, J. J., ALEMANY, A., MIRANDA, M. A. 1999. Potential for the use of male pheromone components in female trapping: A progress report. (In) Development of female medfly attractant systems for trapping and sterility assessment. IAEA. Tec. Doc.1099: 199201.

MIRANDA, M. A., R. ALONSO, A. ALEMANY 2001. A Field evaluation of Medfly (*Ceratitis capitata*, Diptera: Tephritidae) female attractants in a Mediterranean agrosystem (Balearic Islands, Spain). J. Appl. Entomol. 125:1-7.

ROS, J. P., A. ALEMANY, E. CASTILLO, J. CRESPO, Y. LATORRE, P. MONER, C. SASTRE, E. WONG 1996. Ensayos para el control de la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* Wied. mediante técnicas que limiten los tratamientos insecticidas. Bol. San. Veg. Plagas 22: 703- 710.

ROS, J. P., E. CASTILLO, J. CRESPO, Y. LATORRE, P. MARTÍN P., M. A. MIRANDA, P. MONER, C. SASTRE 1997. Evaluación en campo de varios atrayentes sintéticos para la captura de hembras de la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae). Bol. San. Veg. Plagas 23: 393-402.

Comunicacions a congressos

MIRANDA, M. A., MORELL, P., ALEMANY, A. 1995. Fenología comparada de la mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata*, Wied.) en diferentes variedades de cítricos (Mallorca. Islas Baleares). V Jornadas científicas de la Sociedad Española de Entomología Aplicada. Sevilla. España.

ALEMANY A., MIRANDA M. A. 1996. Four designs and distances between traps to evaluate Medfly population in citrus groves in Majorca (Spain). OILB/IOBC International Conference: Technology transfer in Biological Control: from Research to Practice. Montpellier, France.

MIRANDA, M. A., FRANQUESA, M., RAMOS, I., ALEMANY, A. 1996. Estudio de las capturas de la fauna acompañante en experiencias de muestreo de la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera, Tephritidae). XII Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Madrid, España.

RAMOS, I., MIRANDA, M. A., MORELL, P., ALEMANY, A. 1996. Fenología de la mosca Mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* (Wied) (Diptera Tephritidae) en cultivos de cítricos de Mallorca. XII Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Madrid, España.

MIRANDA M. A., ALEMANY A. 1996. Mediterranean fruit fly population dynamics related to different fruit-tree hosts of Mallorcan orchard. European Workshop on Medfly Integrated Pest Management: from Basic to Applied Research. Palma de Mallorca. España.

ALEMANY, A., MIRANDA, M. A. 1997. Tecnologías no contaminantes en el control de Plagas. Jornada de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Palma de Mallorca, España.

Conferència convidada per la FAO/IAEA-Division of Food and Agriculture: ALEMANY, A., MIRANDA, M. A. 1998. Preliminary Assessment of Female Medfly Attractants in the Balearic Islands (Spain). FAO/ IAEA International Conference on Area-Wide Control of Insect Pests Integrating the Sterile Insect and Related Nuclear and other Techniques. Penang, Malasia.

ALEMANY, A., ALONSO, R., MIRANDA, M. A. 1998. Seasonal Variation of *Ceratitis capitata* (Wied.) Population in a Mediterranean Agrosystem: Implications for SIT Control. Fifth International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Current Global Scenario. Penang, Malasia.

ALEMANY, A., ALONSO, R., MIRANDA, M. A. 1998. Field Evaluation of Female Medfly Attractants in Mallorca (Balearic Islands). Fifth International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Current Global Scenario. Penang, Malasia.

MIRANDA, M. A., GALLEGU, L. FRANQUESA, M., ALEMANY, A. 1998. Practical Application of a Classification Function Based on Wing Morphology to Determine Tephritidae Species. Fifth International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Current Global Scenario. Penang, Malasia.

ALEMANY, A., ALONSO, R., MIRANDA, M. A. 1998. Efectividad de detección y captura de hembras de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) mediante atrayentes de base alimenticia. III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Valencia, España.

MIRANDA, M. A., ALONSO, R., ALEMANY, A. 1998. Dinámica poblacional de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) asociada a diferentes hospederos, en un ejemplo de agrosistema mediterráneo. III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Valencia, España.

ALEMANY A., M. A. MIRANDA. 1998. Modelización por ordenador de la evolución de una plaga. XIII Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Vigo. España.

MIRANDA, M. A., RINCÓN, C., BORRÀS, D., ALEMANY, A. 1999. Influencia de la elevada temperatura en campo, sobre la mortalidad en larvas y adultos de la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* (Wiedemann) en cítricos de Mallorca. VII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Entomología Aplicada. Almería, España.

Conferència convidada per la FAO/IAEA Division of Food and Agriculture: ALEMANY, A., MIRANDA, M. A. 2000. Field trials using *Ceratitis capitata* (Wied.) male and female attractants in a Mediterranean Agrosystem (Majorca, Balearic Islands. Spain). First Research Co-ordinated Meeting within the FAO/IAEA Co-ordinated Research Programme on "Development of Improved Attractants and their Integration into Fruit SIT Management Programmes". Sao Paulo, Brasil.

MIRANDA, M. A., R. ALONSO, C. BLASCO, A. ALEMANY, 2000. Mass Trapping Experiment of *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) with Synthetic Female Food Attractants in a Citrus Orchard (Mallorca. Spain). XXI International Congress of Entomology. Foz do Iguassú, Brasil.

ALEMANY, A., MIRANDA, M. A., R. ALONSO, C. MARTÍN ESCORZA, 2000. Space-seasonal Distribution of *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in a Mass Trapping Experience in a Citrus Orchard in Mallorca (Spain). XXI International Congress of Entomology. Foz do Iguassú, Brasil.

GÁLLEGO, L., MIRANDA, M. A., ALEMANY, A. 2000. Practical Application of a Classification Function to determine Wing Morphology differences between Wild and Sterile Males of *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). XXI International Congress of Entomology. Foz do Iguassú, Brasil.

ALEMANY, A., M. A. MIRANDA, C. MARTÍN ESCORZA 2001. La Mosca Mediterránea de la Fruta [*Ceratitis capitata* (Wied.)]. Biología, Curva de Vuelo y Perspectivas de Control. XIV Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Murcia, España.

MIRANDA, M. A., DEL RÍO, R., ALEMANY, A. 2001. Control de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) mediante trampeo masivo en cítricos de Mallorca. II Congreso Nacional de Entomología Aplicada. VIII Jornadas Científicas de la SEEA. Pamplona, España.

MARTÍNEZ, M. E., ALEMANY, A., MIRANDA, M. A. 2001. Estudio comparativo de diversos atrayentes de la mosca del olivo, *Bactrocera oleae* (Gmelin), en Balears. II Congreso Nacional de Entomología Aplicada. VIII Jornadas Científicas de la SEEA. Pamplona, España.

Conferència convidada per la FAO/IAEA Division of Food and Agriculture: ALEMANY A. & MIRANDA M. A. 2002.

Development and Evaluation of improved fruit fly attractants in the Balearic Islands (I). Second Research Co-ordinated Meeting within the FAO/IAEA Co-ordinated Research Programme on "Development of Improved Attractants and their Integration into Fruit SIT Management Programmes. Stellenbosch, South Africa.

ALEMANY, A., C. MARTIN ESCORZA, D. CASTRO, M. A. MIRANDA 2002. Computer graphic simulation of the spatial and temporal population density changes of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in a citrus orchard. 6Th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Stellenbosch, South Africa.

MIRANDA, M. A., D. ALONSO, A. FERNÁNDEZ, E. RIBAS, A. ALEMANY 2002. Improving medfly female synthetic attractants using different retention systems. 6Th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Stellenbosch, South Africa.

MARTÍNEZ, M. E., A. ALEMANY, M. A. MIRANDA 2002. Comparative field studies of traps and attractants of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) in the Balearic Islands. 6Th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Stellenbosch, South Africa.

ALEMANY A., M. A. MIRANDA, D. CASTRO, C. MARTÍN ESCORZA 2002. Cómo y cuándo controlar una Plaga: *Ceratitis capitata*, un ejemplo. V Congreso de la SEAE y I Congreso Iberoamericano de Agroecología. Gijón, España.

Conferència convidada per la FAO/IAEA Division of Food and Agriculture: ALEMANY A., R. ALONSO, D. ALONSO, C. MARTÍN ESCORZA, M. A. MIRANDA 2004. Research on Medfly *Ceratitis capitata* (Wied.) Trapping in Spain. 10th International Citrus Congress. Agadir, Marroc.

Conferència convidada per la FAO/IAEA Division of Food and Agriculture: ALEMANY A., C. MARTÍN ESCORZA, D. ALONSO, MIGUEL ANGEL MIRANDA 2004. Development and Evaluation of Improved Fruit Fly Attractants in the Balearic Islands (II). Third Research Co-ordinated Meeting within the FAO/IAEA Co-ordinated Research Programme on "Development of Improved Attractants and their Integration into Fruit SIT Management Programmes". Fort Lauderdale, Florida.