



La recerca canvia radicalment el conreu de la patata a sa Pobla

Descens de la població de nematodes patògens, racionalització de l'ús de productes químics; nous mètodes naturals de control de les plagues i noves metodologies per a la seva detecció són alguns dels avenços que aporta la tesi de la doctora Raquel Alonso

Resum

La tesi doctoral de Raquel Alonso, una investigació impulsada pel Departament de Biologia de la UIB i la Societat Agrària de Transformació Esplet, ha establert, entre d'altres avenços, noves tècniques de solarització per combatre els paràsits nematodes formadors de quists de la patata a sa Pobla; ha posat a punt una metodologia per racionalitzar l'ús dels pesticides a la comarca; i ha desvelat les bases del control natural que exerceix una de les varietats conreades sobre la població d'aquests patògens. En definitiva, una dècada de recerca i de creació de nou coneixement que està a punt, ara, de ser transferit al sector productiu en benefici dels agricultors i de tota la comarca.

La doctora Alonso defensà la seva tesi, intitulada "Estudio bioecológico y caracterización epidemiológica del nematodo formador de quistes *Globodera* spp. Skarbilovich, 1959 (*Nematoda: Heteroderidae*), en el cultivo de la patata en Mallorca. Estrategias de control integrado" el passat dia 5 d'octubre de 2007 a la UIB. N'han estat directores la doctora Aina Alemany Ferrà, del Departament de Biologia de la UIB, i la doctora María Fe Andrés Yeves, investigadora del Centre de Ciències Mediambientals del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC), de Madrid.

Introducció

El conreu intensiu de la patata, amb dues collites anuals, una de primerenca per a l'exportació i un segon esplet per a consum interior, féu incrementar a finals del segle XX a sa Pobra l'aparició de plagues i patologies d'orígens diversos. Entre aquestes destaca la deguda als nematodes fitoparàsits del gènere *Globodera*. Aquest fet obligà els agricultors a augmentar la quantitat de productes agroquímics emprats per controlar-les. En el cas dels nematodes ens referim a productes com el dicloropropè (DD i Telone) i el metamsodi (Arapam).

A finals de la dècada dels noranta, però, el nivell d'exigència dels consumidors europeus augmentava i el mercat exigia cada vegada més una patata lliure de productes químics. D'altra banda, l'estructura geològica del pla de sa Pobra, amb importants aquífers subterranis que desemboquen al Parc Natural de s'Albufera, desaconsellava una utilització massiva de nematicides químics.

Es tractava, doncs, de dues raons de pes per intentar capgirar la situació de l'activitat agrària de la comarca, i per fer-ho era cabdal iniciar una recerca amb tres objectius fonamentals: conèixer quines espècies de *Globodera* existeixen a les illes Balears, esbrinar-ne el cicle biològic i aclarir amb quins mitjans no agressius es poden combatre. Semblava mentida, però tot i la importància del conreu de la patata a Mallorca, ningú abans no havia enllestit una recerca d'aquest tipus.

Calia, per tant, conèixer les característiques biològiques del patogen en relació amb el ritme de collites en un territori tan determinat com el de sa Pobra, en relació també amb el clima present en aquest territori i el tipus de conreu. Sense aquest coneixement previ era impossible dissenyar estratègies de control i, sobretot, assajar mètodes alternatius als agroquímics emprats tradicionalment.



Finca experimental d'Esplet-SAT.

La iniciativa partí de la Societat Agrària de Transformació Esplet, de sa Pobra, que es posà en contacte amb el Laboratori de Zoologia del Departament de Biologia de la UIB per tal de cercar alternatives per controlar els nematodes fitoparàsits i poder fer minvar la quantitat de productes agroquímics. Fou d'aquesta manera que la doctora Raquel Alonso inicià, l'any 1999, les primeres recerques sobre el tema, becada per la Conselleria d'Agricultura i Pesca del Govern balear. L'any 2002 inicià la seva tesi doctoral, becada per l'INIA, i sota la supervisió de les doctores Alemany

i Andrés. Per enllestir la tasca s'establí com a centre d'operacions la mateixa Societat Agrària de Transformació Esplet, a sa Pobla. Al seu laboratori, doncs, s'han processat totes les mostres de terra, que han servit per atènyer els objectius següents:

- 1) Estudiar la distribució i la incidència dels nematodes formadors de quists de la patata en tota la comarca de sa Pobla, mitjançant el mostreig sistemàtic de la major part de finques en les quals es conrea el tubercle, així com el seguiment d'aquestes finques al llarg del temps.
- 2) Establir el cicle biològic de *Globodera* en les varietats de patata susceptibles de ser infestades que es conreen a sa Pobla: Marfona i Maris Peer.
- 3) Analitzar les adaptacions dels nematodes a les condicions ambientals i a les pràctiques culturals de la zona d'estudi.
- 4) Assajar estratègies per combatre la població de nematodes que permetin fer disminuir considerablement el volum total de nematicides químics emprats per controlar-los.
- 5) Intentar establir, mitjançant tècniques d'anàlisi molecular, l'origen de les poblacions de nematodes existents a la comarca de sa Pobla.

En aquest sentit, la participació en el projecte de l'empresa Esplet-SAT ha estat essencial, ja que s'ha hagut d'elaborar una base de dades exhaustiva amb les parcel·les i els productors adscrits a la societat agrària de transformació.



Figura 3. Les femelles formen quists de resistència i presenten un cos molt esfèric

Els nematodes de la patata

La recerca ha posat de manifest que els nematodes existents a la comarca de sa Pobla associats al conreu de la patata corresponen a dues espècies d'un mateix gènere, *Globodera*, que es caracteritza, entre d'altres coses, perquè les femelles formen quists de resistència i presenten un cos molt esfèric (Figura 3). El gènere té almenys dotze espècies distintes distribuïdes per tot el món. Les dues existents a sa Pobla, *G. rostochiensis* i *G. pallida* (la més abundant), són les que provoquen un perjudici econòmic més gran en tots els cultius de patata. *G. rostochiensis* ha estat citada per primera vegada a les Balears per la doctora Raquel Alonso.

La identificació de les espècies i de les poblacions s'ha fet tant sobre criteris morfològics com a través de la caracterització bioquímica (anàlisi de proteïnes i del DNA), la qual cosa ha permès identificar els patotipus existents a la comarca.

La recerca ha inclòs un mostreig, entre 1999 i 2004, de parcel·les amb conreu, de les quals s'ha analitzat la terra. En total són 108 parcel·les (Figura 4). A banda d'això, en quinze d'aquestes parcel·les el mostreig es va fer anualment i exhaustivament, ja que tenia com a objectiu fer un seguiment de la població del patògen, així com establir la seva relació amb els distints conreus de varietats de patata i també amb l'efecte de la rotació de cultius.

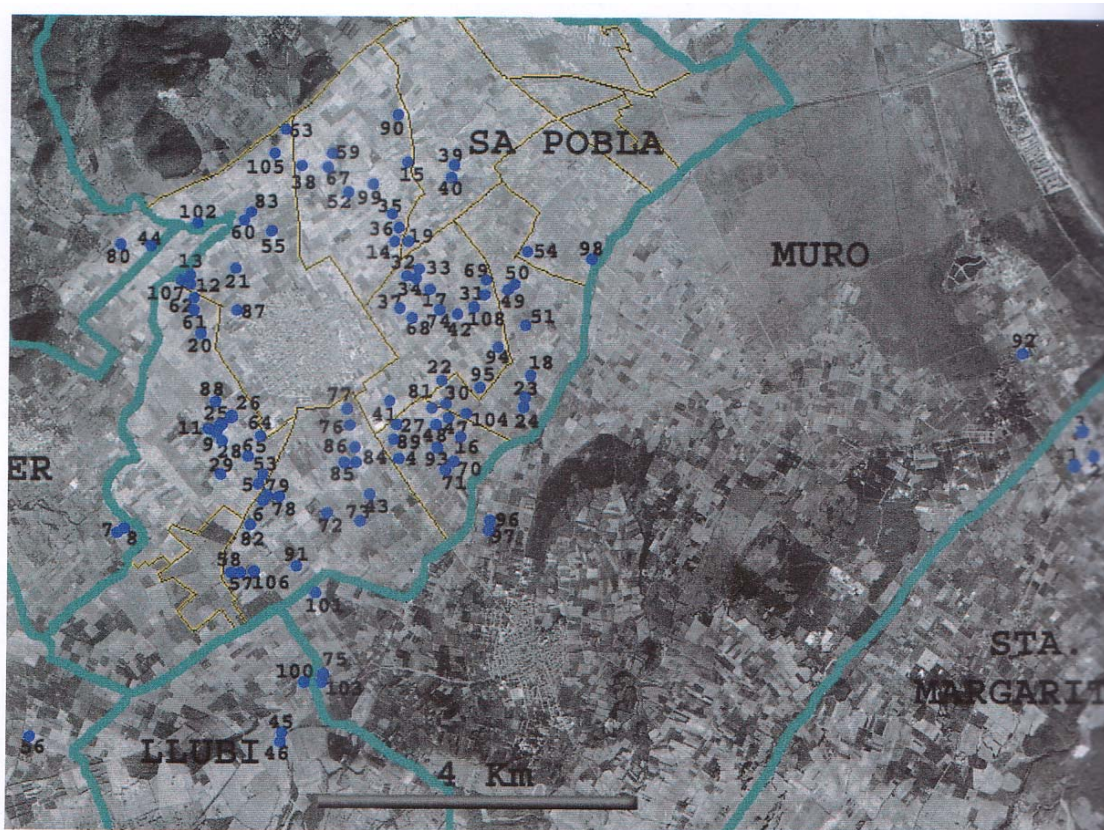


Figura 4. La recerca ha inclòs un mostreig, entre 1999 i 2004, de parcel·les amb conreu, de les quals s'ha analitzat la terra. En total són 108 parcel·les

En aquest sentit, l'anàlisi exhaustiva de cada parcel·la ha permès desvelar que el nematode presenta una distribució irregular. Aquesta troballa modifica substancialment les estratègies per controlar-lo, ja que permet dissenyar tractaments específics per a cada parcel·la i modular l'aplicació dels tractaments químics reduint-ne la quantitat total en l'agrosistema.

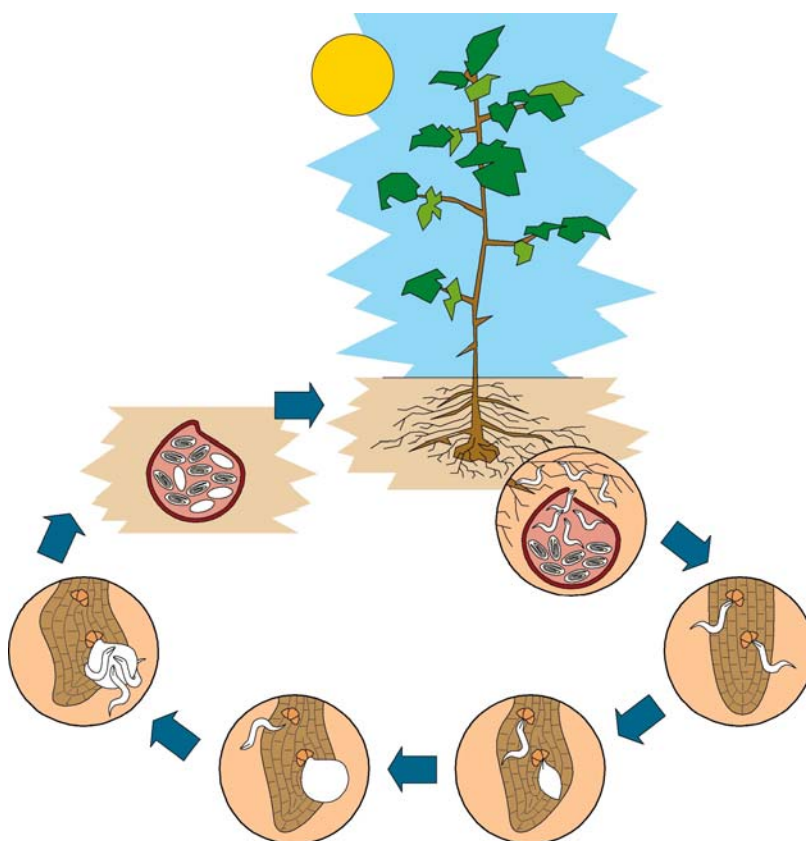


Figura 5. El cicle vital d'un nematode paràsit formador de quists, segons una il·lustració d'Arantxa Gallego.

Conèixer el cicle del patogen i la relació amb la planta

La investigació es va centrar en primer lloc a esbrinar el cicle biològic de *Globodera* (Figura 5). Es tractava de la primera vegada que a Espanya s'abordava l'estudi del cicle vital dels nematodes formadors de quists de la patata al camp, i la doctora Alonso l'ha pogut establir en relació amb les dues varietats de patata conreades a la comarca: Marfona i Maris Peer. Marfona és la més tardana, ja que se sembra entre el desembre i el gener i es recull entre el maig i el juny. És una patata de grans tubercles. En canvi Maris Peer és una varietat més primerenca que se sembra entre l'octubre i el desembre i es recull entre el març i el maig. Quan es recullen els tubercles, petits i encara sense pell, la planta no ha conclòs el seu cicle vital.

En general la recerca ha pogut palesar que el cicle del nematode està íntimament lligat a la fenologia de la planta.

El cicle del patogen consta de cinc estadis separats per quatre mudes al llarg del seu desenvolupament. Quatre dels estadis són juvenils, i l'últim, després de la quarta muda, ja és adult. Vet aquí les fases del cicle:

1. Els quists s'originen a partir de femelles fecundades que, en morir, queden protegides per una cutícula exterior. Aquests quists es troben lliures al sòl i serveixen entre 200 i 600 ous. A l'interior del quist els nematodes poden desenvolupar-se fins al segon estadi juvenil. Quan a prop dels quists es desenvolupa una planta hostatgera, una patatera, les arrels d'aquesta, mitjançant uns exsudats, són el que en provoca l'eclosió. Basten cinc minuts de contacte entre el quist i els exsudats de l'arrel, sempre que la terra estigui humida, perquè es produeixi l'eclosió. Quan els nematodes juvenils han sortit del quist es dirigeixen fins a les arrels. L'eclosió és més ràpida en *G. rostochiensis* i més lenta en *G. pallida*.



Figura 6. Un juvenil de *Globodera* eixint d'un ou

2. Els nematodes juvenils (Figura 6) atenyen l'arrel principal de la planta o bé s'introdueixen en una arrel secundària. La maniobra és possible gràcies a l'estilet bucal i a la musculatura que s'estén al llarg del cos. Una vegada ja són dins l'arrel arriben fins al cilindre vascular i allà es queden per alimentar-se. En aquesta fase muden als estadis tres i quatre i arriben a la forma adulta.

3. Els mascles són vermiformes, d'un mil·límetre de longitud. La seva única missió en aquesta fase és cercar femelles per aparellar-se. Aquestes, esfèriques, augmenten de mida i els seus òvuls maduren. Llavors, rompen l'escorça de l'arrel i part del seu cos surt a l'exterior, però mantenen sempre el cap a l'interior per poder nodrir-se.

4. Els mascles són atrets per les femelles i ambdós s'aparellen. Un mascle pot fecundar diverses femelles, i una femella pot ser fecundada per diversos mascles.

5. Els ous es desenvolupen a l'interior de la femella fins que aquesta s'enquista i es desprèn de l'arrel.

En cada cultiu es completa un cicle de vida (d'uns noranta dies en zones temperades), paral·lelament al cicle vital de la planta.



Figura 7. Detall de la planta i dels tubercles de la varietat Marfona.

Maris Peer, la varietat parany

Tot i que el desenvolupament en tots els casos segueix les fases esmentades, la doctora Alonso observà diferències notables entre els cicles dels nematodes que parasitaven la varietat Marfona (Figura 7) i els que parasitaven la varietat Maris Peer (Figura 8). En la primera, una varietat de cicle lent, el patògen es desenvolupa més "còmodament", en el sentit que les etapes successives del cicle vital es

complementen amb el desenvolupament de la planta que l'hostatja. En canvi, en la varietat de cicle curt, la Maris Peer, sobretot la més primerenca, el nematode sembla que tanca les etapes de desenvolupament molt apressat i moltes vegades no les pot completar. La recerca ha palesat que aquesta varietat necessita més temps per créixer però tanca més apressadament el seu cicle vital. Per la doctora Alonso, "la varietat Maris Peer actua com un cultiu parany i no permet que el cicle del nematode conclogui. Com a conseqüència d'això s'ha observat una menor presència de quists a les arrels, és a dir, una menor reserva de l'inòcul per a la generació següent. Aquest efecte parany de la varietat Maris Peer encara és més accentuat pel fet que la seva collita a sa Pobla per tal d'exportar-la es fa quan encara la patata no ha tret la pell".



Figura 8. Detall de la planta i dels tubercles de la varietat Maris Peer.

Aquest fet suposa un mètode de control natural i una possibilitat afegida de racionalitzar encara més l'ús dels nematicides químics. Com hem dit, a final del segle XX encara era costum a sa Pobla el conreu intensiu de la patata, amb dues collites anuals en cada parcel·la, la primera de Maris Peer per a exportació i la segona, més tardana, de la varietat Marfona, per a consum intern. En l'actualitat la comarca es troba pràcticament abocada a l'exportació de Maris Peer i el conreu de Marfona es fa en parcel·les distintes. L'evolució i les necessitats del mercat han beneficiat, doncs, el control del nematode, però la tesi ha aclarit els fonaments en què es basa aquest control i com s'ha de fer per poder optimitzar-lo.

La solarització: menys patògens i més producció

La doctora Alonso indica que "molt probablement el fet de deixar la terra sense regar durant l'estiu, ja que no es fa el segon conreu de patata, suposa incrementar de forma notable la temperatura del sòl i que aquest sigui un factor essencial de la davallada de la població". S'ha de dir que s'està investigant el rang de

temperatures que resulten letals en les condicions ambientals de les Illes Balears. Les primeres dades apunten que a 10 cm de profunditat s'atenyen temperatures d'uns 40 graus Celsius, però l'efecte depèn del temps d'exposició.

Un dels mètodes assajats en la tesi de Raquel Alonso els resultats del qual poden considerar-se positius és la solarització, una tècnica que d'alguna manera insisteix a combatre les poblacions de fitoparàsits mitjançant l'efecte d'un increment de la temperatura. En aquest cas, l'energia utilitzada és la solar. La solarització havia estat assajada amb èxit en altres cultius com la maduixa i, fins i tot, la patata en explotacions de la península Ibèrica i les Canàries.



Figura 9. El sistema de solarització es basa en la col·locació de làmines de plàstic transparent sobre la terra per tal d'aconseguir un efecte hivernacle a la interfície terra-aire

El sistema es basa en la col·locació de làmines de plàstic transparent sobre la terra per tal d'aconseguir un efecte hivernacle a la interfície terra-aire (Figura 9). Per aconseguir-ho cal que el plàstic estigui perfectament inserit a terra, de manera que no el pugui traspasar cap corrent d'aire.

Per les comparacions realitzades en experiments d'insolació de terres, amb o sense plàstic, s'han pogut confirmar diferències de deu graus a favor de l'opció, amb la qual s'obtenen valors de fins a 50 graus Celsius a les capes més superficials.

L'experiència a sa Pobla es dugué a terme durant cinc anys, però en dues temporades la climatologia impedí tenir resultats comparables estadísticament, per la qual cosa la tesi inclou els resultats obtinguts durant tres anys. Aquests mostren que la temperatura que s'ateny afecta els quists, per la qual cosa es redueixen dràsticament les poblacions de nematodes. Es tracta, doncs, de dades altament positives, ja que obren la porta per a una considerable reducció dels productes

agroquímics. A més, però, les terres solaritzades també mostraren taxes de producció més elevades.

Segons la doctora Alonso, "aquest fet no solament es relaciona amb el descens de la població dels patògens, perquè també es dona una productivitat més alta si es comparen parcel·les lliures de nematodes. Aquesta producció més elevada sembla que està relacionada amb canvis edàfics i del metabolisme del sòl, és a dir, amb una millora de l'intercanvi de nutrients entre la terra i les arrels de les plantes".

En aquest sentit, els resultats de la tesi indiquen que la solarització és el tractament que es mostra més efectiu per aconseguir un control dels nematodes, mentre que diferents assaigs realitzats amb diverses concentracions de nematicides químics actualment al mercat, no aconsegueixen les reduccions poblacionals d'aquest patògen aconseguides amb la solarització.

D'altra banda, una part essencial de la tesi ha consistit a investigar l'efectivitat dels nematicides normalment emprats comparant la seva aplicació en dosis estàndards amb dosis més reduïdes. Això ha permès posar a punt tota una metodologia de racionalització i modulació de l'ús d'aquests composts químics d'acord amb les necessitats, no de cada parcel·la, sinó de les distintes àrees d'una parcel·la. Gràcies a l'estudi realitzat per la doctora Alonso, avui és possible realitzar mapes d'infestació de cada parcel·la dedicada al conreu de la patata i establir una dosificació a la carta de distints productes, el més adient en cada cas, deixant enrere l'ús indiscriminat del mateix pesticida per a tota la parcel·la.



Un canvi radical tan sols en una dècada

Tan sols una dècada enrere la presència a sa Pobla d'una jove investigadora titulada per la UIB, que s'incorporava a la Societat Agrària de Transformació Esplet per intentar aclarir què passava amb les poblacions de nematodes que afectaven les patates, era vista amb escepticisme per part de molts agricultors.

Avui dia les coses són ben distintes. La doctora Raquel Alonso no solament s'ha guanyat el respecte dels productors sinó que són cada dia més els agricultors interessats a tenir un mapa d'infestació de nematodes per a les seves parcel·les. L'estalvi econòmic és una raó evident, però també ho és la necessitat de tenir cura dels aqüífers subterranis del pla de sa Pobla.

Figura 10. La doctora Raquel Alonso al laboratori de la cooperativa Esplet SA.

La creació de nou coneixement, és a dir, el fet de gaudir ara d'informació sobre el cicle vital dels nematodes, les relacions entre aquests i les dues varietats de patata conreades a la comarca; la descoberta d'un control natural per evitar el cultiu intensiu i l'aposta per la varietat Maris Peer primerenca; l'assaig amb èxit de tècniques de solarització per controlar molt eficaçment la població dels patògens i per augmentar la producció de patata, etc., és el fonament sobre el qual s'assenta l'interès de l'Institut Nacional d'Investigacions Agràries per finançar l'efectiva transferència d'aquest coneixement al sector productiu. Tant és així que a través del Subprograma nacional de recursos i tecnologies agràries, en coordinació amb les comunitats autònomes, del Programa nacional de recursos i tecnologies agroalimentàries del Pla nacional de R+D+I (2004-2007), s'ha obtingut el finançament indispensable per aplicar els coneixements per a la millora del conreu de patata a sa Pobra perquè se'n derivin beneficis per als agricultors i per a tota la comarca.

Així doncs, en l'actualitat la doctora Alonso segueix investigant sobre les possibilitats de millorar el control dels fitopatògens en diverses línies d'actuació. Així, per exemple, tracta d'establir les dades de sembra de la varietat Maris Peer més adients per aconseguir un control del patògen més efectiu; com també ha iniciat la mecanització tant de la instal·lació de plàstics per a la solarització com per a la dispersió més acurada dels nematicides granulats.

Referència de la tesi

Títol: Estudio bioecológico y caracterización epidemiológica del nematodo formador de quistes *Globodera* spp. Skarbilovich, 1959 (*Nematoda: Heteroderidae*), en el cultivo de la patata en Mallorca. Estrategias de control integrado.

Directores: doctora María Fe Andrés Yeves (CSIC) i doctora Aina Alemany Ferrà (UIB)

Departament de Biologia (UIB)

Data de defensa: 5 d'octubre de 2007

Membres del tribunal

PRESIDENTA:

Dra. M. Dolores Romero Duque (investigadora científica), Centre de Ciències Mediambientals, CSIC-Madrid

VOCALS:

Dr. Luis Gállego Castejón (CU)
Departament de Biologia
Universitat de les Illes Balears

Dra. Soledad Verdejo Lucas (investigadora científica)
Departament de Protecció vegetal
Institut de Recerca i Tec. Agroalimentàries (IRTA)

Dra. M. del Carmen Santos Lobatón (TU)
Departament de Fisiologia Animal i Zoologia
Universitat de Sevilla

SECRETARI:

Dr. Miguel Ángel Miranda Chueca (TEU)
Departament de Biologia
Universitat de les Illes Balears

Qualificació

Excel·lent cum laude

Tesi realitzada en el marc del projecte:

Títol: Estudio bioecológico, incidencia y caracterización del nematodo dorado de la patata (*Globodera* sp) en las Islas Baleares. Estrategias de control integrado.

Referència: RTA 02-014. Programa nacional de recursos i tecnologies agràries.

Entitat financeradora: Ministeri d'Agricultura. Institut Nacional d'Investigacions Agràries.

Període: 2002-2005

Reportatge finançat per:



**Govern
de les Illes Balears**

Conselleria d'Economia,
Hisenda i Innovació
Direcció General de Recerca,
Desenvolupament Tecnològic i Innovació