Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Quan l'home s'alia amb la biologia

Isabel Parunella Aguiló



Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Des de sempre, l'home contra la naturalesa

Tenim el poder de l'elecció i hauríem d'utilitzar-ho

En quin moment vam triar que la nostra relació amb la naturalesa havia de ser de parasitisme i no de simbiosi? No ho sé… I heus aquí una altra gran fita de l'estupidesa humana. L'única diferència entre parasitisme i simbiosi és que en la primera opció causem un dany irreversible a allò que ens permet viure, mentre que en el segon cas cuidem allò que ens proporciona la vida. El més poderós d'aquest món és la naturalesa. Si és així, per què estem constantment intentant combatre-la?- No seria més savi començar a utilitzar la seva força com a aliada nostra, en comptes d'enfrontar-nos-hi? Podríem establir una simbiosi amb la naturalesa, en la qual nosaltres la preservem i respectem, mentre que, alhora, n'aprofitem els recursos per al nostre benestar. Tenim el poder de l'elecció; llavors, deu ser que ens hem deixat endur i hem acabat com a paràsits sense adonar-nos-en. O és que hem pres aquesta decisió conscientment? Sigui com sigui, vivim en un món en el qual la major part de la humanitat s'està carregant el planeta, però algunes persones trien lluitar al costat de la naturalesa per arribar a una harmonia i un benestar conjunts.

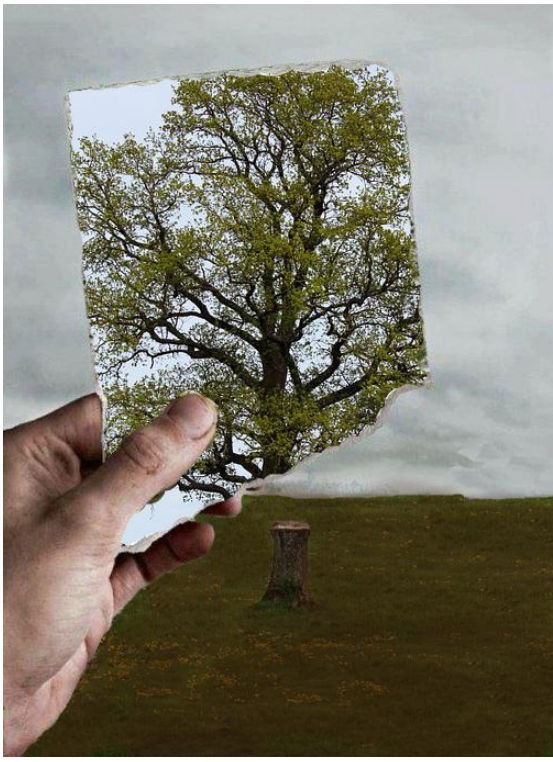


Figura 1. La força de l'ésser humà. Recreació pròpia de la imatge.

Un grup d'aquestes poques persones és el que ha creat l'empresa Biocontrol Techonologies: el Francesc, la Maribel i l'Eva lluiten des de fa més de deu anys pels seus ideals i els seus productes innovadors. Com bé es diu, al final, la naturalesa sempre acaba vencent; i què és l'ésser humà sinó una part de la naturalesa? Hi ha raons per a creure que a poc a poc corregirem errors del passat.

Pot ser que després de llegir aquests dos paràgrafs alguns lectors pensin: «Vaja, un altre article sobre el medi ambient, quina bestiesa! Hi ha coses més importants en aquest món, no tinc temps per a això, jo ja reciclo, no puc fer res més, quina pèrdua de temps…» Quina és la raó per la qual veiem tan insignificant l'home quan realitza bones accions i, en canvi, el veiem com un monstre gegant quan l'imaginem destruint la naturalesa? Segueix sent el mateix home, però sembla que tingui molta més força i repercussió quan les seves accions són perjudicials. Aquesta imatge de gegant-diminut es genera en les nostres ments a causa de la proporció de gent implicada en cada cas. La gran majoria es passeja sobre la faç de la terra sense importar-li on trepitja, mentre que un grup molt reduït de persones s'atura a observar, apreciar i cuidar el que l'envolta.

Imaginem la naturalesa com una cèl·lula humana. Aquesta cèl·lula, a més d'una infinitat de processos, rep dos senyals alhora: de vida i de mort. Mentre que els de vida superen en nombre els de mort, la cèl·lula viu; quan la balança s'inverteixi, la cèl·lula morirà. És una qüestió de concentracions. Així doncs, seguint el símil, no fa falta que sigui tota la humanitat la que actuï a favor de la naturalesa, sinó que sigui solament el 51% de la població. Lleugerament per sobre de la meitat, i la balança pesarà a favor de la naturalesa.

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

I és que, encara que Stephen Hawking ens adverteixi que el món s'acabarà d'aquí a mil anys, la petjada de l'home és tan pesada que, fins i tot en aquest poc temps, tenim la capacitat de generar molta destrucció. Així que, si finalment són mil anys, que valguin la pena.

Menjar per tots

Podrem alimentar totes les persones?

Segons una web que mostra estadístiques mundials a temps real (worldometers.info), la població mundial actual és de 7.466.060.953 persones i creix a velocitats tan altes que segurament ja serem més de set mil milions i mig quan llegeixis aquest article. Quant menjar es necessita per a tantíssima gent? Molt. L'agricultura és la principal font d'aliments i, a causa de l'increment astronòmic de la població, creix també la demanda d'aliments alhora que decreix la superfície cultivable fèrtil. A més, l'agricultura està amenaçada per plagues que provoquen pèrdues d'entre el 20% i el 40% de les collites mundials (per no parlar del percentatge de menjar que es malgasta…). Les malalties impliquen pèrdues calculades en noranta mil milions de dòlars. Si analitzem el passat, veiem que aquesta situació, des de sempre, ens ha portat a fer grans expansions de la superfície de conreu per poder abastir cada cop més i més gent. I tot i que encara hi ha terra agrícola potencial que de moment no ha estat utilitzada, és innegable que la matèria primera és una cosa finita. Però, hi ha terra de cultiu potencial suficient per a les necessitats futures? Existeix la por d'un xoc imminent entre el creixement de la població i la disponibilitat de terres, però l'Organització de les Nacions Unides per a l'Alimentació i l'Agricultura (FAO) diu que aquests temors no estan justificats, almenys no a nivell mundial. Per què ho nega la FAO? Doncs perquè cada vegada necessitem menys matèria primera per persona. Per entendre-ho, hem de remuntar-nos a l'època dels caçadors-recol·lectors.

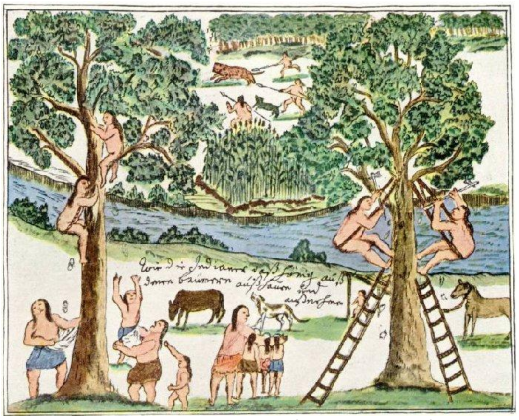


Figura 2. Pintura que recrea els antics caçadors- recol·lectors. https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Paucke_Flori%C3%A1n_-_Bajando_Miel.jpg .

En l'època dels caçadors- recol·lectors es necessitaven 6 km^2 per a alimentar una sola persona. Per a alimentar set mil milions de persones necessitaríem més de 600 planetes Terra, atès que la Terra té seixanta-tres milions de km^2 cultivables (que no són deserts ni muntanyes). Amb la tecnologia dels caçadors- recol·lectors era impossible alimentar set mil milions de persones, però avui dia ho hem aconseguit. Així doncs, la clau està en un canvi de la tecnologia. La major part del futur creixement de producció de cultius procedirà de millors rendiments.

Després dels caçadors- recol·lectors van venir els agricultors i els ramaders. Al principi, la seva tecnologia era poc eficient, però la van anar millorant amb el desenvolupament de llaurades, animals que ajudaven a treballar el camp, rotació de cultius, fertilitzants, hivernacles, piscifactories, etc. Tot això ha fet que, avui dia, per alimentar una persona necessitem solament 0,0006 km^2. D'aquests 600 planetes que semblava que necessitàvem amb el sistema dels caçadors, ara, en realitat, ens cal solament l'11% de la superfície del món per a

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online



Figura 3. Pintura que recrea els antics agricultors i ramaders. https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Trilla_del_trigo_en_el_Antiguo_Egipto.jpg .

l'agricultura. Hi ha una gran quantitat de terra que no utilitzem per al conreu (boscos, zones protegides, infraestructures i assentaments humans).

Així doncs, la solució està a seguir millorant les nostres tecnologies per poder aprofitar millor la terra que tenim i reduir les pèrdues causades per les malalties.

La necessitat de controlar els nostres cultius

Des de fa 8.000 anys

L'home va iniciar l'agricultura fa més de 8.000 anys i ja des de llavors ha tingut problemes amb plagues i malalties que han atacat les plantes conreades i els animals de granja. Per què? En la naturalesa no trobem mai un cultiu sol, sempre s'observa una mescla d'una gran varietat de plantes. Què passa quan l'ésser humà descobreix l'agricultura? Doncs que, com sempre, sense mesura, comença a plantar àrees i hectàrees del cultiu que li interessa. I en una situació com aquesta, quan un patogen entra per una banda de la plantació, en dos dies creua tot el camp i infecta totes les plantes al seu pas, ja que no hi ha cap altra espècie vegetal que li ho impedeixi. Així doncs, al llarg de l'evolució de l'agricultura, s'han adquirit certes tendències de cultiu que han conduït a una situació en la qual els problemes deguts a plagues han anat empitjorant:

Monocultiu. Les grans superfícies de monocultiu genèticament uniforme promouen la formació de poblacions d'insectes i microorganismes i la seva transmissió.

Varietats úniques de plantes. L'elecció de varietats més productives i menys rústiques ha causat l'extinció de certes espècies de plantes i ha deixat solament les usades en agricultura. D'aquesta manera, una plaga seriosa podria acabar amb les úniques varietats restants i eliminar alguna hortalissa o fruita.

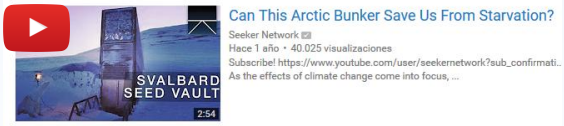
Augment de les dosis d'adob. Un excés d'adob pot fer més sensible la planta a certes plagues.

Globalització. La importació i exportació del material vegetal entre regions és enorme i es realitza en qualsevol part del món. La probabilitat que contingui algun insecte o patogen és molt alta, de manera que el transport els dissemina per tot el món.

Sabies que…?

En una muntanya nevada prop del pol Nord hi ha el Banc de la Fi del Món, que emmagatzema totes les llavors del món des de l'any 1980. Pot resistir terratrèmols, impactes de bombes nuclears i altres desastres. A més, està cobert per una capa de gel natural per mantenir les llavors en fred en cas de fallada elèctrica.

https://www.youtube.com/watch?v=bJyLDyCLEtQ

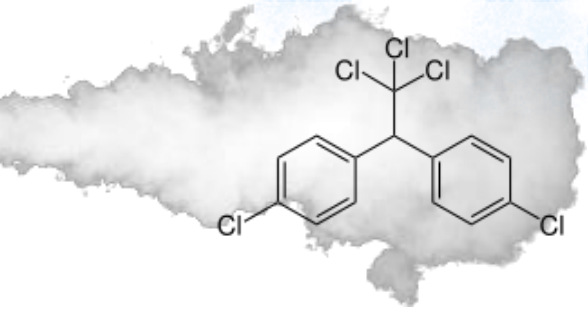


Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

La solució en els productes químics

El que ens van proporcionar en el seu moment

Encara que s'intentin millorar les pràctiques de cultiu per disminuir l'amenaça dels patògens, és necessari algun mètode eficient per a mantenir-los a ratlla. Des de sempre s'ha intentat remeiar les plagues dels cultius. Al principi tenien un nombre limitat de recursos i la majoria dels productes eren d'origen natural: sulfat de coure i sofre. Són dos fungicides respectuosos amb el medi ambient. Ataquen fongs superficials mitjançant contacte directe i per alliberament de gasos tòxics. La seva toxicitat en animals i humans és baixíssima. Tot i que van ser dels primers a utilitzar-se, segueixen sent molt útils en l'actualitat. De totes maneres, hi havia un gran nombre de patògens i insectes immunes a aquesta classe de compostos.



No va ser fins al 1940 que la quantitat de productes disponibles va augmentar considerablement amb el descobriment del diclorodifeniltricloroetà o DDT. Des d'aquest moment es van desenvolupar productes orgànics de síntesi de manera ràpida i constant. Van veure que aquests magnífics productes acabaven de forma dràstica, eficaç i ràpida amb qualsevol plaga o malaltia. I com amb tot, l'ésser humà va començar a usar-los sense cap mesura.

Se'ns en va anar de les mans

Al principi tots creien que els plaguicides solament eren tòxics per als patògens; fins i tot els científics posaven en dubte la toxicitat d'aquests productes per als animals i els humans, tret que es degués a una ingesta accidental. Van passar els anys i es van començar a observar dràstiques afectacions d'insectes, cucs, ocells, peixos, plantes i animals, situacions que descriu Rachel Carson en el seu llibre *Primavera silenciosa*. Així doncs, els productes químics presenten algunes característiques que ens fan qüestionar el seu ús:

TOXICITAT

Encara que en un inici els fitosanitaris siguin una solució ràpida, a la llarga s'ha vist que poden ser nocius per a les plantes i per a organismes antagònics dels patògens, és a dir, que danyen els organismes que limiten el creixement dels patògens, de manera que aquests podran proliferar amb més llibertat. A més, els fitosanitaris inespecífics poden perjudicar severament el contingut microbiològic del sòl, fent-lo més susceptible a ser infestat de nou per altres patògens. Al llarg dels anys s'ha pogut evidenciar l'impacte negatiu d'alguns pesticides sobre el medi ambient (aire, sòl i aigua), així com la seva toxicitat en humans i animals.

Sabies que…?

Hi ha una iniciativa a favor de la legalització del DDT, perquè s'ha vist que és efectiu contra els mosquits de la malària.



Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

RESISTÈNCIA

L'ús reiterat i continu d'un mateix producte per mantenir a ratlla un patogen pot provocar que aquest adquireixi resistències a aquest producte. Això no és solament una teoria, ja que s'ha vist que, malgrat l'abundant ús de pesticides químics, el percentatge de pèrdues en els cultius s'ha mantingut relativament constant al llarg dels anys. A més, com que l'ús d'aquests agents ha comportat la supervivència dels insectes més resistents, cada vegada s'han hagut de desenvolupar productes més letals, és a dir, més tòxics. Així doncs, el mètode de control químic massiu solament ha tingut un èxit limitat i amenaça d'empitjorar les mateixes condicions que pretén resoldre.

Ens trobem en una situació en la qual és necessari millorar la nostra tecnologia per poder obtenir un millor rendiment dels camps i per disminuir així les grans pèrdues de collita. Els productes químics semblaven una arma molt eficaç en els seus inicis, però a la llarga hem vist que poden arribar a ser més perjudicials que beneficiosos.

Per reflexionar:

Des que existeix el món, en general, ha estat l'ambient l'encarregat de modelar la vegetació i la vida animal, és a dir, les espècies evolucionen per adaptar-se als canvis provocats per l'ambient. De totes maneres, de forma puntual, també hi ha hagut algun emmotllament en el sentit oposat:



- Les plantes, amb la seva fotosíntesi, van provocar una transformació atmosfèrica. L'atmosfera va passar de ser reductora a oxidant.



- La bioerosió de les roques va generar deserts.



- Els organismes edàfics van formar un sòl que no existiria sense ells.

Però fa pocs anys va aparèixer una única espècie animal capaç de modelar significativament la naturalesa al provocar canvis en el medi ambient. Es tracta de l'ésser humà. Ell sol ha generat el que coneixem com a contaminació. Aquesta contaminació afecta el món (aire, terra, aigua) i els teixits dels organismes i provoca canvis irremeiables.

Alguns químics: Les substàncies químiques a les quals la naturalesa ha d'adaptar-se ja no són solament el calci, el silici, el coure i altres minerals rentats de les roques pels rius. La manipulació descurada dels productes químics ens ha portat a crear substàncies sintètiques perilloses, moltes de les quals maten qualsevol insecte (tant el bo com el dolent) i generen desequilibris ecològics.

Algunes radiacions: Ja sabem que la radiació no és res que hagi inventat l'home. Al llarg de la història de la Terra hi ha hagut i segueix havent-hi grans radiacions. Però després d'eons de temps s'ha aconseguit un equilibri. El problema és la rapidesa del canvi que causa l'home, tanta és la rapidesa que la naturalesa no té temps per generar un equilibri.

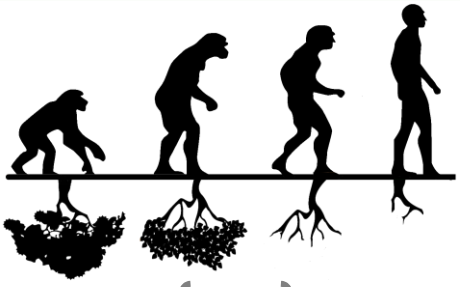


Figura 4. L'evolució de l'ésser humà i la marca de la seva petjada.
Recreació pròpia de la imatge.

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Alternatives

Agricultura ecològica i control sistèmic

Segurament heu sentit a parlar dels productes ecològics, un concepte que va guanyant popularitat a les xarxes socials i en els diferents negocis. Cada vegada són més els Youtubers i Instagrammers que inclouen productes d'origen ecològic en les seves receptes, en la seva elecció de peces de roba, en el seu estil de vida en general. O negocis, de papereries a fleques, que també ofereixen aquesta classe de productes. Però, què és l'agricultura ecològica? La seva definició exacta no és coneguda per totes les persones i és per això que, primer de tot, cal aclarir breument el significat i els objectius del cultiu ecològic, també anomenat biològic, orgànic, biodinàmic, natural, etc.

Ecològic no és conrear tomàquets al jardí de casa; no té res a veure amb la grandària d'un hort. Sembla que un hort familiar petit hagi de ser ecològic, però no és així; sobretot són els grans cultius industrialitzats els que cada vegada més volen oferir productes ecològics.

Ecològic tampoc es defineix per ser una agricultura «lliure de productes químics». Això és en realitat una visió simplista que suggereix que tan sols hi ha una substitució dels productes químics per altres d'orgànics. En aquest context, això significaria que pesticides o medicaments veterinaris són substituïts per agents de control biològic i res més.

En realitat, l'agricultura orgànica es defineix a si mateixa primerament pel que fa i no pel que evita. Així doncs, es defineix com un sistema que pretén establir un ecosistema sostenible, menjar lliure de productes nocius, una bona nutrició i el benestar dels animals, la qual cosa la converteix en quelcom més que un sistema de producció que simplement inclou o exclou certes substàncies.

En resum, aquesta tècnica se sustenta en els punts següents:



- La no- utilització de productes químics (adobs, productes contra paràsits, males herbes).



- L'equilibri o la creació de l'ecosistema a l'espai conreat. És a dir, es crea un mitjà on conviuen nombroses espècies vegetals i animals, que instauren entre si relacions de control recíproc o d'intercanvi.



- Conservació de la fertilitat orgànica de la terra, imitant amb les tècniques apropiades tot el que ocorre en la naturalesa.

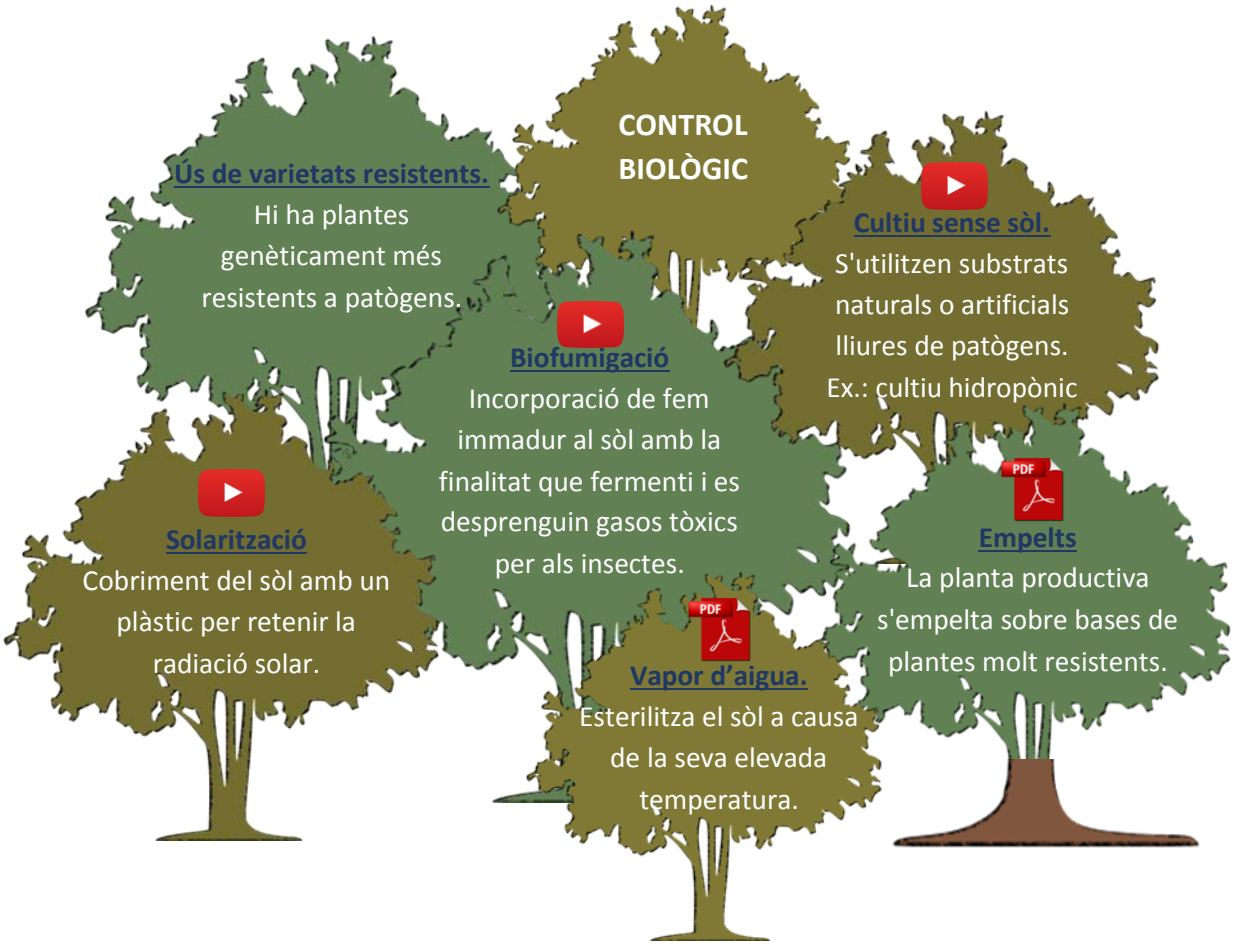


- Abandonament de l'explotació intensiva de la terra amb el monocultiu i recuperació de tècniques antigues, com la compatibilitat de cultius i la rotació.

Un cultiu ecològic o biològic s'obté gràcies a un control sistèmic també anomenat control integrat. Es tracta d'una estratègia que utilitza diferents metodologies complementàries per a controlar les malalties i les plagues dels cultius. Abasta mètodes físics, culturals, biològics, genètics, biotecnològics i químics (com a última opció).

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Com ja hem comentat, alguna cosa que podem canviar fàcilment i que ofereix solucions molt eficaces són les pràctiques culturals. Aquestes pràctiques es basen, per exemple, en la rotació de cultius, a tenir en compte les èpoques de plantació i el clima, a fer un ús correcte del reg i dels fertilitzants i a utilitzar plantes parany que els patògens preferiran abans que el cultiu. A part de cuidar les pràctiques agràries, també hi ha tècniques i innovacions que permeten reduir el nombre d'amenaces dels cultius:



Hi ha moltes alternatives que ens permeten obtenir productes ecològics, però l'arribada del control biològic ha facilitat enormement la lluita contra les plagues. De totes maneres, no es pot donar per descomptat que tots els mètodes de control biològic siguin acceptables o fins i tot de primera elecció en l'agricultura ecològica. Encara que l'agricultura ecològica s'hagi tornat popular durant les últimes dècades, les granges orgàniques segueixen sent una minoria en tots els països. Això es deu a diversos factors: la mala publicitat que han fet les indústries químiques del control biològic, el preu lleugerament més elevat del producte ecològic, la falta de coneixement profund sobre el marc normatiu, els obstacles generats pels diferents països per permetre l'ús de nous productes biològics i els obstacles amb els quals es troben els qui decideixen desenvolupar aquests productes. Un clar exemple d'això és l'empresa Biocontrol Technologies. És de les poques que, malgrat tots els obstacles que ha hagut de superar al llarg de més de deu anys per arribar a comercialitzar el seu producte, ha seguit dempeus, lluitant per la seva idea.

L'home ha de ser prou intel·ligent per a observar i emular la naturalesa. Cal trobar mètodes que no tinguin com a finalitat la destrucció d'espècies concretes, sinó gestionar la vegetació com una comunitat viva.

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Per reflexionar:

El cultiu ecològic s'ha posat de moda. Ja sigui per l'exemple de països d'Europa com Alemanya o a través de les xarxes socials, que ens han convençut de l'alt valor dels productes ecològics. Per fi comença a augmentar la seva demanda i, fins i tot, es mira amb mala cara aquells productes que no respecten el medi ambient ni els animals. Anem al supermercat i busquem aquesta mitja dotzena d'ous ecològics que provenen de gallines «felices», rebutgem fruites i verdures transportades des de molt lluny i ja comencem a detectar amb facilitat les etiquetes que ens asseguren una producció ecològica. Però estem oblidant una variable, i és que aquests productes tenen un preu més alt que els convencionals no ecològics. Hi ha persones que no poden permetre's pagar 5 € més per un pollastre, famílies que mengen carn gràcies als preus tan baixos que, de moment, només poden oferir-se gràcies a l'agricultura no ecològica. No podem eliminar-la de sobte, perquè sí; hem vist que l'ecològica ens proporciona molts beneficis, però fins a cert punt cal valorar el fet que moltes famílies ja no podrien portar una alimentació equilibrada. I, què hem de valorar més, el benestar mental d'una vaca que serà executada de totes maneres als pocs anys de vida o el fet que la gran majoria de famílies pugui servir un plat de carn a casa seva?

És clar que no es tracta solament del benestar de la vaca, sinó també de la salut pública: evitar el mal ús dels antibiòtics, eliminar els pesticides cancerígens, augmentar la qualitat dels aliments, etc. Per això cal seguir investigant i treballar per poder arribar a obtenir un cultiu ecològic accessible per a totes les persones. Potser sona a utopia, però, no és l'ésser humà el que ha inventat coses tan increïbles com la roda, l'electricitat, la fotografia, els avions, els coets que han arribat a la lluna, a Mart? Si viatgéssim en el temps, ens poguéssim comunicar amb l'home de Cromanyó i li diguéssim:

– En 10.000 anys podràs:

a) Volar pel cel
b) Fer que es faci de dia quan és de nit
c) Córrer a 300 km/h
d) Fer créixer plantes i criar animals perquè puguin menjar totes les persones.

Marca la resposta correcta. –

Què creieu que triaria? Vist així no sembla tan impossible.

El control biològic

La solució està en la naturalesa

El control biològic ens ajuda a establir una relació de simbiosi entre nosaltres i la naturalesa. Per entendre-ho, abans cal saber com funciona aquesta tècnica innovadora.

El control biològic és un ús savi del control natural. I què és el control natural? Doncs és alguna cosa que existeix des de sempre en la naturalesa, interaccions entre éssers vius i els factors

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

abiòtics del mitjà que generen un equilibri entre ells; és el sistema agroecològic. Nosaltres podem estudiar aquestes interaccions i utilitzar-les a favor nostre per alterar lleugerament els equilibris que es formen en els cultius. Llavors, en la seva definició més senzilla, el control biològic és la regulació d'un organisme com a conseqüència de l'activitat d'un altre, aconseguint amb això un equilibri poblacional desitjat. D'aquesta manera, en l'àmbit de l'agricultura s'utilitzen éssers vius que són capaços de reduir la quantitat d'un patogen que afecta el cultiu.

Cal distingir entre tres estratègies bàsiques d'aplicació del control biològic: la clàssica, la d'increment i la de conservació:

Clàssica (importació)	Increment	Conservació
S'importa un enemic natural per al control de l'aparició d'un agent exòtic no autòcton productor de danys. Va ser la primera estratègia de control biològic a ser utilitzada i ha estat la més usada contra plagues introduïdes en noves àrees i establertes de forma permanent sense un complex d'enemics naturals associats. S'introdueixen invertebrats, vertebrats i microorganismes en àrees agrícoles, naturals i urbanes.	S'augmenta de forma artificial la població d'enemics naturals per produir una major taxa d'atac i disminuir així la població de l'agent productor de danys. L'aplicació pot ser per inoculació o per inundació. Inoculació: pretén colonitzar el cultiu per prevenir els increments de la densitat de l'agent perjudicial. Inundació: alliberament molt elevat d'enemics per a la població nociva.	Aquesta estratègia pretén millorar la proliferació d'organismes benèfics propis del lloc. Això s'aconsegueix proporcionant unes millors condicions per a l'organisme i limitant l'ús de pràctiques que el desfavoreixen. És a dir, es potencia la funció dels enemics naturals ja existents sense augmentar-los de forma artificial.

Exemple de control biològic de conservació i/o increment

El pugó és l'agent productor de danys i la marieta un dels seus enemics naturals. Augmentar les poblacions de marietes o simplement conservar la seva presència ajuda a disminuir els nivells de pugó dels cultius.



Figura 5: Control biològic amb marietes. https://pixabay.com/p-1877787/?no_redirect/

El control biològic, sobretot quant a insectes, és una cosa que existeix des de fa temps. De totes maneres, en els últims vint anys s'ha incrementat molt la recerca en aquest sector i s'ha posat en pràctica cada vegada més l'ús de microorganismes, de paranys d'hormones i la generació de mascles estèrils. De vegades pot semblar molt lògica i senzilla l'elecció d'un agent de control biològic, però existeixen certes complicacions.

- Si l'alliberament de mascles estèrils d'un insecte redueix la quantitat de femelles fecundades, per què no ho apliquem per a tots els insectes? En aquest cas, una limitació seria la tecnologia del desenvolupament d'aquests mascles estèrils.
- Sembla ser que amb el simple fet d'augmentar la població d'un enemic d'un patogen puguem controlar la seva proliferació, però coneixem tota la xarxa d'enemics que té

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

aquest patogen? A més, no es pot incrementar la població de qualsevol organisme sense tenir en compte els possibles efectes col·laterals.

Així doncs, fa falta un llarg i tediós estudi de tots els efectes que poden tenir les diferents decisions. A més, hi ha una sèrie de característiques desitjables que ha de tenir un agent de control biològic:

- ✓ No ha de ser tòxic. Ha de ser innocu a les persones, als animals i al cultiu.
- ✓ Ha de ser específic, afectant sobretot l'organisme que es desitgi combatre.
- ✓ Ha de tenir la capacitat de disseminar-se i colonitzar l'ambient en el qual s'aplica.
- ✓ Ha de ser genèticament estable i adaptable a les condicions dels cultius.
- ✓ Ha de ser tan compatible com sigui possible amb les labors de maneig del cultiu.

Un altre exemple d'un cas curiós de control biològic

A les vinyes de Vilafranca del Penedès hi ha una mesura biològica per a reduir el nombre de papallones que dipositen els seus ous en els cultius vinícoles. S'introdueix hormona de papallona femella en uns saquets que es pengen dels ceps. Les papallones mascles, en sobrevolar la zona, reben l'estimulació hormonal de la femella, de manera que ejaculen sobre els sacs hormonats. Òbviament no hi haurà fertilització real. D'aquesta manera, en un bon percentatge, l'ejaculació dels mascles caurà sobre un sac en comptes de fer-ho sobre una papallona.



Sabies que…?

Es pot usar el control biològic com a indicador de salut del camp. Per exemple, se sap que els rosers són molt sensibles a qualsevol malaltia: fongs, pesticides, intoxicació ambiental, etc. És per això que es planten a prop de les vinyes, on serveixen com a indicador del benestar de la zona.

Comparació entre el control químic i el control biològic

Control químic	Control biològic
Curatiu quan apareixen els símptomes.	Curatiu i preventiu.
Genera resistència en patògens, per la qual cosa es perd completament la seva eficàcia.	No genera resistències.
Poca versatilitat, alta especificitat en determinades fases del cicle vital del patogen.	Més versàtil, segons els organismes. Més complexes que una molècula química i poden tenir diversos mecanismes d'acció.
Poca persistència, alta freqüència d'aplicació.	Persistència més prolongada, baixa freqüència d'aplicació.
Límit màxim de residus (LMR) regulat per llei.	No genera residus.
Toxicitat, retarda el creixement de les plantes.	Beneficiós, activa defenses i promou el creixement de les plantes.

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Els agents de control biològic tenen certs avantatges sobre els fungicides sintètics:

- Tenen menys efectes col·laterals sobre els éssers vius i el medi ambient, ja a que es juga amb interaccions entre organismes que ja existeixen de forma natural. Per aquesta raó, poden ser utilitzats en l'agricultura ecològica. De totes maneres, és necessari fer un bon estudi del sistema agroecològic per tal de no alterar l'ecosistema de forma significativa.
- Són eficaços contra patògens resistents a fungicides, gràcies al fet que tenen diferents mecanismes d'acció per a combatre el patogen. No ataquen amb una única substància com en el control químic; en el biològic, hi estan implicats diferents factors com la competència per nutrients, l'activació de sistemes de defensa de la planta i el fet que els patògens són consumits pels seus enemics.
- Tenen menys probabilitat de generar resistències, per les mateixes raons que abans: en no atacar el patogen únicament d'una forma, és molt improbable que sobrevisqui alguna soca resistent a tots els diferents mecanismes.
- La relació cost/benefici és molt favorable, atès que els efectes dels agents de control biològic duren molt més i, per tant, requereixen menys repeticions del tractament. El benefici sol accentuar-se a la llarga, ja que amb el control químic s'han donat molts casos de resistències que han conduït a la mort d'alguns cultius, cosa que no ocorre amb el control biològic.

Biocontrol Technologies

L'empresa

L'empresa Biocontrol Technologies es va fundar l'any 2005. És un *spin off* (empresa derivada) de la Universitat de Barcelona especialitzat a investigar, desenvolupar i produir microorganismes que poden actuar com a agents de control biològic enfront de malalties de plantes ornamentals i de cultius d'hortalisses com el tomàquet, la patata, el pebrot, el bitxo, l'albergínia i d'altres. El seu producte estrella és el T34 Biocontrol®. Es tracta d'un fitosanitari alternatiu als pesticides químics que conté espores de *Trichoderma asperellum* soca T34.

***Trichoderma asperellum* soca T34**



Figura 6. *T. asperellum*. https://en.wikipedia.org/wiki/Trichoderma.

Què és?
- Un fong d'origen natural.

Quin és el seu reservori?
- El sòl. El gènere *Trichoderma,* en general, és dels fongs més prevalents del sòl.

Què fa concretament la soca T34?
- Protegeix les plantes de possibles infeccions i n'estimula el creixement i els mecanismes de defensa.

Contra què és útil?
- Contra una gran quantitat de patògens.

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Fitxa tècnica del producte

T34 BIOCONTROL®

T34 BIOCONTROL és un biofungicida que combat fongs i alguns bacteris i que promou el creixement de les plantes. S'usa en un ampli grup de cultius per controlar diferents patògens, com ara *Fusarium oxysporum* i *Pythium aphanidermatum*.

T34 BIOCONTROL és un producte natural, per la qual cosa pot utilitzar-se en produccions ecològiques. Conté una soca específica d'un fong natural del sòl i és subministrat en forma d'espores. El fong té la capacitat de colonitzar el mitjà de creixement i les arrels de les plantes. Funciona gràcies al fet que crea una barrera física per als patògens a la zona de les arrels i hi competeix per espai i nutrients, alhora que en parasita alguns. A més, indueix els mecanismes de resistència de les plantes per ajudar-les a combatre infeccions. Té efectes preventius i curatius en el control de diverses malalties.

Formulació

Està formulat en pólvores humectables. Conté espores vives del fong *Trichoderma asperellum* soca T34, que viu de forma natural en el sòl. El producte té una concentració d'1 × 10^{12} cfu per kg. **T34 BIOCONTROL** no conté res manipulat genèticament.

Aplicacions i instruccions d'ús

Aplicació abans de plantar el cultiu: en el mitjà de creixement de les plantes o mullant les arrels en un medi que contingui el producte.
Aplicació en cultius: en l'aigua de reg.
L'aplicació estàndard és de 10 grams per metre cúbic, però pot variar segons el tipus de cultiu.
Uns dies després de la inoculació del fong, aquest colonitza la zona.
La seva eficàcia màxima es dóna a temperatures d'entre 15 i 35 ºC.
És eficaç a qualsevol pH que permeti el creixement de plantes (aproximadament entre 4 i 9).
La seva aplicació sol ser cada dos o tres mesos, sempre segons el tipus de cultiu.

Cultius autoritzats

Està autoritzat per a tomàquet, pebrot, bitxo, albergínia, meló, maduixes, patates, enciam i plantes ornamentals. Hi ha altres productes per als quals, de moment, encara no ha estat autoritzat, però en què els experiments mostren resultats favorables.

Maneig de resistències

T34 BIOCONTROL no genera resistències, gràcies a la seva gran varietat i complexitat de mecanismes d'acció sobre el patogen.

Compatibilitats

En tractar-se d'un producte que conté organismes vius cal evitar aplicar fungicides químics que podrien matar-los. Sí que és compatible amb insecticides i amb fertilitzants diluïts.

Precaucions

No hi ha cap risc de toxicitat.

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Avantatges de T34 BIOCONTROL davant d' un fungicida químic

Si encara no ens han convençut els avantatges dels productes de control biològic, quan comparem les seves propietats directament amb un antifúngic d'origen químic desapareixen els dubtes.

	 **CAPTAN ®**	**T34 BIOCONTROL ®** 
Formulació	Pólvores humectables.	Pólvores humectables.
Ingredients	N-triclormetiliti-4-ciclohexè-1,2-dicarboximida, dissolvent, humectant, dispersant i compostos relacionats.	Espores del fong natural *Trichoderma asperellum* T34.
Precaucions i advertències	Necessitat d'equip de protecció adequat: **granota impermeable** de mànigues llargues, **guants** impermeables, **ulleres de seguretat**, **botes, barret, mascareta** amb filtre. **Eviteu el contacte amb la pell, la boca, els ulls i la roba**. **Eviteu inhalar** el producte. **Renteu-vos** les mans abans de menjar, beure o fumar. **No l'apliqueu en contra del vent** (…). En acabar les labors diàries, **banyeu-vos** amb abundant aigua i sabó i **poseu-vos roba neta**. (…) No el transporteu ni l'emmagatzemeu a prop de productes alimentaris, roba o farratges. Manteniu-lo **fora de l'abast de nens i animals domèstics**. No han d'exposar-se a aquest producte dones **embarassades** o **lactants** ni persones **menors de 18 anys**. No l'emmagatzemeu en casetes habitació. No reutilitzeu l'envàs, **destruïu-lo**.	**Cap**
Toxicitat	Lleugerament **tòxic per a persones i animals**. En cas d'intoxicació, aconseguiu **atenció mèdica immediatament**. Mentrestant, s'han d'aplicar **primers auxilis** (indicats). Exemple en cas de material ingerit: **«…si el pacient està conscient, provoqueu el vòmit (…). Repetiu aquesta operació fins que el vòmit sigui clar».** Si el pacient **no respira**, proporcioneu-li immediatament respiració artificial. No apliqueu respiració de boca a boca quan el pacient hagi ingerit el producte o tingui contaminada la cara.	**Cap**
Fitotoxicitat	No és fitotòxic en els cultius **a les dosis recomanades** i sota les instruccions indicades.	**Cap**
Aplicació	**Cada setmana**.	**Una sola aplicació cada dos o tres mesos!**

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Un gran avenç en el control biològic

Fins aquí hem pogut veure tots els avantatges del control biològic, encara que és necessari esmentar que, en alguns casos, existeixen certs inconvenients que dificulten l'ús d'aquests agents de control. De totes maneres, T34 BIOCONTROL els soluciona fàcilment. A més, alguns inconvenients també tenen el seu costat positiu.

Inconvenients del control biològic	**T34 BIOCONTROL**
L'aplicació i el maneig d'aquests productes solen ser complexos.	S'aplica fàcilment a través del sistema de reg.
És menys ràpid i menys dràstic que el control químic.	Al cap de dos o tres dies ja està totalment associat a la planta i el seu efecte s'anirà notant de forma progressiva, per la qual cosa pot trigar més a veure's, però a la llarga els resultats seran millors i superiors.
L'èxit de la seva aplicació requereix majors coneixements de la biologia dels organismes implicats (tant de l'agent causant del dany com dels seus enemics naturals).	Els nombrosos estudis que s'han hagut de realitzar garanteixen l'excepcionalitat del producte. A més, amb cada estudi han trobat més avantatges de l'ús de T34.
La majoria dels enemics naturals solen actuar sobre una o unes poques espècies, és a dir, són altament selectius. Això pot resultar un avantatge, però de vegades suposa un desavantatge, ja que incrementa la complexitat i els costos derivats de la necessitat d'utilitzar diferents programes de control.	Diversos usuaris han descrit el *Trichoderma asperellum* T34 com un veritable cosmopolita, i és que és capaç de créixer en diferents tipus de terrenys i climes, alhora que és eficaç contra un gran nombre de patògens. A més, el fong facilita l'absorció de ferro per part de la planta, per la qual cosa redueix la necessitat d'aplicar productes com el sulfat de coure. Solament cal evitar l'ús de fungicides, atès que el *Trichoderma* és un fong. Però l'aplicació d'algun insecticida o de fertilitzants diluïts no el danyaria. Fins i tot en el cas de voler utilitzar algun fungicida, pot deixar-se un marge de deu dies per continuar després amb l'aplicació de T34 BICONTROL.

Com funciona T34 BIOCONTROL?

El *Trichoderma asperellum* soca T34 té múltiples mecanismes d'acció:

- Competeix directament amb els patògens per espai i nutrients.
- Té la capacitat de colonitzar el mitjà de cultiu i les arrels de les plantes, on forma una barrera física contra els patògens. A més, s'ha vist que, quan es dóna la colonització de les arrels, les plantes creixen més, ja que els facilita l'absorció de nutrients.

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

- Té un efecte directe sobre microorganismes patògens, en sintetitzar compostos bioestàtics.
- Té la capacitat d'hiperparasitar altres fongs patògens per a les plantes.
  Exemple: en presència del fong patogen *Fusarium*, T34 BIOCONTROL infecta la seva hifa i s'ha observat que la població de T34 és major en presència del patogen que en la seva absència.
- Indueix els mecanismes de resistència de les plantes. T34 BIOCONTROL estimula l'expressió d'un grup de proteïnes de defensa de la planta. A més, li provoca un canvi en el metabolisme, que passarà a ser més defensiu: s'ha descobert que en presència de T34 BIOCONTROL la planta comença a sintetitzar cal·losa (un polisacàrid) que bloqueja la germinació d'espores patògenes.
  És a dir, es produeix un canvi en el metabolisme de les plantes millorant així la resistència enfront d'estrès biològic i abiòtic.

La utilització del producte T34 BIOCONTROL ajuda a:


- Reduir l'ús de fungicides químics.


- Eliminar o reduir els residus químics, minimitzant així els problemes mediambientals que comporten.


- Reduir el risc d'aparició de patògens resistents.


- Millorar el creixement de les plantes.


- Eliminar una gran varietat de patògens presents en cultius.

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Les autoritzacions que han aconseguit fins ara a Europa:

EU MEMBER STATE	REGISTRATION	AUTHORIZED CROPS	AUTHORIZED DISEASES
Unted Kingdom	MAPP Number 17290	Protected *Dianthus* (carnations).	*Fusarium oxysporum*
		Protected tomato, pepper, chilli and aubergine.	*Pythium aphanidermatum*
	Extension of authorization No: 1805 of 2016	Protected cucurbits, squash and melon.	*Fusarium* and *Pythium*
	Extension of authorization No: 1808 of 2016	Protected strawberry, cane fruit and bush/small fruit.	*Fusarium* and *Pythium*
	Extension of authorization No:1809 of 2016	Protected brassicas in propagation, leafy vegetables and fresh herbs.	*Fusarium* and *Pythium*
	Extension of authorization No: 1810 of 2016	Protected ornamental and forest nursery crops.	*Fusarium* and *Pythium*
France	AMM 2160492	Protected ornamental plant production.	*Tracheomycosis*
		Protected tomato, pepper, chilli and aubergine.	*Pythiaceae*
The Netherlands	15135N	Protected *Dianthus* (carnations).	*Fusarium oxysporum*
		Protected fruiting solanaceous (tomato, pepper, chilli and aubergine).	*Pythium* spp.
Belgium	10481P/B	Protected Annual ornamentals.	*Fusarium* spp.
		Protected Tomato, pepper, chilli, aubergine and sweet cucumber.	*Pythium* spp.
Spain	ES-00283	Protected carnations	*Fusarium oxysporum*
		Protected tomato, pepper, aubergine, cucumber, melon, watermelon, pumpkin, courgette.	*Pythium aphanidermatum*
Ireland	PCS No: 05620	Protected *Dianthus* (carnations).	*Fusarium oxysporum*
		Protected tomato, pepper, chilli and aubergine.	*Pythium aphanidermatum*
	Off label approvals	Protected cucurbits, squash and melon .	-
		Protected strawberry, cane fruit and bush/small fruit.	
		Protected brassicas in propagation, leafy vegetables and fresh herbs.	
		Protected ornamental and forest nursery crops.	

http://biocontroltech.com/.

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Entrevista a la Maribel i l'Eva



Com va ser el vostre primer contacte amb el control biològic?

Maribel: Ens van parlar del control biològic a la universitat i hi vaig confiar des del principi. Vaig estar estudiant als Estats Units i allà tot estava més avançat. Quan vaig tornar aquí vam seguir investigant, vam començar a treballar amb uns residus al costat d'un bosc, a Castelldefels. Es tractava d'un compost que era molt supressor per al patogen *Fusarium*. En trobar aquest focus tan supressor, vam mirar quins microorganismes hi havia i vam trobar els *Trichoderma*. Vam fer molts aïllaments d'innombrables soques i vam haver de triar. Al final ens vam quedar amb el *Trichoderma* que, aïllat, era fins i tot més supressor per *Fusarium* que el propi compost.

Eva: Per patentar-la ens vam quedar amb la soca més eficaç.

Tantes diferències hi havia entre els diferents *Trichoderma*?

Eva: Sí, sí! Hi ha grans diferències dins del mateix gènere i fins i tot dins de la mateixa espècie *asperellum*. Les diferències són a nivell de les distintes soques.

Maribel: És com si dius que els jueus són bons en física. Pot ser cert, però d'Einstein només n'hi ha un.

Aquest microorganisme tan eficaç, podria arribar a utilitzar-se en jardins o parcs públics?

Maribel: Per a *home and garden* (casa i jardí) es necessita un permís especial i hi estem a sobre. Cal sol·licitar-ho, pagar i esperar.

Eva: Els ajuntaments han mostrat interès. Volen minimitzar els tractaments amb productes químics. La gent, els veïns, no volen productes químics.

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Hi ha qui opina que, de moment, els pesticides són més eficaços, ja que acaben d'una forma més radical amb els patògens. És cert això? Què els diríeu a aquestes persones?

Maribel: Els fabricants de productes químics han fet molt mala propaganda dels agents de control biològic.

Eva: Sí, fins i tot algun dels distribuïdors que tenim, al principi no creia que funcionés. Ara al·lucinen.

Maribel: A veure, és probable que, si hi ha molta quantitat de patogen, el nostre producte no funcioni, però és que tampoc ho farà el químic.

Eva: Sempre ens fan comparar els resultats del nostre producte amb els efectes d'un de químic de referència i, perquè ens ho acceptin, ha de funcionar igual de bé o millor.

Maribel: A més, els químics són una inversió a curt termini, però t'hipotequen: cal anar comprant-los i aplicant-los molt sovint. El producte biològic funciona més a llarg termini. Cal paciència, però no cal aplicar-lo cada setmana com els químics, sinó que les aplicacions són cada dos o tres mesos.

I aquesta paciència la tenen els agricultors? Com els feu entendre els beneficis del control biològic?

Maribel: Els agricultors més joves entenen més fàcilment la filosofia d'aquest producte. De totes maneres, fem uns seminaris per explicar-los com funciona. Jo explico el funcionament més teòric i el Pedro els procediments més pràctics.

Eva: Hi mostren interès i ho van entenent. Per exemple, ells mateixos acaben relacionant els conceptes: si després de posar el producte biològic hi afegeixen algun producte químic, el poden matar, ja que es tracta d'un microorganisme viu. Un avantatge és que és molt senzill d'aplicar, perquè poden abocar el producte en els tancs del sistema de reg i no han de preocupar-se.

Per a què utilitzar el vostre producte?

Eva: En primer lloc, per al control de malalties. La primera autorització la vam tenir per a reduir el patogen *Fusarium oxysporum*, una malaltia que encara no ha pogut ser controlada per fungicides químics, i per a *Pythium aphanidematum*.

Maribel: Però és que, a més, hem vist que també serveix com a mètode preventiu per controlar una gran llista d'altres malalties. De totes maneres, les autoritzacions per a cada malaltia triguen a arribar, encara que els experiments siguin favorables.

Què és el que més us ha sorprès de tot el que heu descobert?

Eva: El que més ens ha sorprès potser ha estat alguna cosa que hem descobert per casualitat… Avantatges del producte amb les quals no comptàvem.

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Per exemple?

Eva: Doncs el fet que el nostre producte facilita el creixement de les plantes, mentre que hi ha molts productes químics que poden tenir efectes negatius i retardar-lo. Van ser els mateixos clients els qui en aplicar el producte van observar que les plantes estaven més verdes i grans i ens ho van comentar.

Maribel: A veure, amb el nostre producte, al principi, hi ha un moment en el qual la planta està lluitant contra el *Trichoderma*, però una vegada s'adapta i modifica el seu metabolisme, cosa que ja sabíem que passava, se n'afavoreix el creixement.

Eva: Per exemple, a Hongria van utilitzar el nostre producte en cultius de gira-sol i van veure que sortien més pipes per planta i que cada pipa tenia un major percentatge d'oli. Entre una cosa i una altra van aconseguir un 20% més d'oli. Així vam descobrir que es podia optimitzar la genètica de la pròpia planta.

Com és que no ho vàreu veure quan fèieu els vostres experiments?

Eva: Quan fem els experiments tenim les plantes molt ben alimentades amb tots els nutrients que necessiten, de manera que creixen tranquil·lament i ja es fan enormes. En canvi, a casa d'un agricultor que rega les plantes amb aigua de l'aixeta i que potser no afegeix als cultius tots els nutrients necessaris, sí que es veurà l'efecte positiu quant al desenvolupament de la planta, a causa de l'acció del *Trichoderma*.

I quines malalties combat?

Maribel: Vam començar amb *Fusarium* i vam anar fent experiments amb altres patògens semblants amb els quals crèiem que també podia funcionar, però hi ha tantes malalties que no et vénen totes al cap. Algunes de les malalties que combat també les hem descobert gràcies al fet que els agricultors han volgut provar el producte en cultius que ja tenien mig morts. Són casos en què els pesticides químics ja no tenen efecte, i és que utilitzar agents de control biològic és alguna cosa que molt pocs trien com a primera opció; per a molts és l'última alternativa.

Eva: De vegades ens pregunten si el nostre producte els funcionarà amb certs patògens amb els quals no hem fet experiments. Nosaltres primer ens plantegem si pot funcionar, si s'assemblen metabòlicament als patògens contra els quals sabem que és eficaç. Després de valorar-ho, els aconsellem si ho intentaríem o no.

Maribel: Per exemple, un home va acudir a nosaltres, perquè tenia un cultiu de melons mig mort, ja que un patogen que l'afectava s'havia tornat resistent contra el producte que utilitzava normalment. Va aplicar *Trichoderma* i li van reviure.

És veritat que els agents de control biològic són efectius contra patògens resistents a fungicides?

Eva: De fet, tenim dues tesis sobre això.

Maribel: Sí, és cert, i la veritat és que és una cosa molt positiva. Això succeeix gràcies als

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

diferents mecanismes d'acció que tenen per combatre als patògens. Tot suma: un 10% d'activació del sistema immunitari de la planta, un 20-30% d'estimulació del seu creixement fent-la més forta, amb major arrel i més vitalitat, i un 60% entre la seva propietat hiperparasitària sobre els patògens i la competència per nutrients i lloc amb ells.

Eva: Aquesta multifuncionalitat els atorga flexibilitat a l'hora de combatre els diferents patògens i, a més, els permet eliminar els que presenten resistències a productes químics. Sense oblidar que també són un mètode preventiu.

Com s'activa el sistema immunitari d'una planta?

Eva: Té un efecte com de vacuna. En els nostres experiments hem observat que, quan un cultiu sense tractament entra en contacte amb patògens foliars, hi ha un 60% de plantes afectades. En canvi, si aquest cultiu és tractat abans amb el nostre producte, sembla que les plantes ja estiguin preparades per a l'arribada d'un patogen, perquè la seva resposta davant l'arribada del patogen foliar és més ràpida i solament hi ha una afectació del 20%.

Maribel: La gent aplica àcid salicílic en forma d'aspirina a l'aigua de reg, perquè veu que així millora l'estat de les plantes. I és que s'ha vist que és una hormona de senyalització que sintetitza la pròpia planta quan un patogen l'ataca. La sintetitza per defensar-se del patogen. Quan apliquem el *Trichoderma* s'activa aquesta via de senyalització i augmenten els nivells de l'àcid salicílic.
Una planta sempre pot respondre a l'atac d'un patogen, però el resultat final depèn de la velocitat i de la magnitud de la resposta, i és clar, si la planta està preparada, amb totes les proteïnes a punt, es posarà en marxa immediatament quan entri en contacte amb el patogen. Respondrà més ràpid, i així tindrà més possibilitats de vèncer.

Llavors, si el *Trichoderma* posa en alerta la planta, pot ser que tingui efectes negatius sobre ella si s'aplica massa producte?

Maribel: Això és la fitotoxicitat i ens ho van fer mirar al principi, com també si era tòxic per a animals o persones. I no ho és. L'experiment més dur el vam fer amb clavells.

Eva: Vam posar les arrels dels clavells en el producte molt concentrat, unes mil vegades més concentrat del que s'aplica en el camp, per veure si era fitotòxic.

Maribel: Tan exagerat era l'experiment que vam anar a dinar amb la consciència intranquil·la. Vam deixar les arrels dins el producte mil vegades més concentrat durant dues o tres hores! Quan vam tornar de dinar vam plantar els clavells i al cap d'una setmana vam veure que es posaven grocs.

Eva: Estàvem segures que els havíem matat.

Maribel: Estàvem a punt de llençar-los, però al final vam decidir deixar-los durant el cap de setmana i quan va ser dilluns vam veure un punt verd al cap de la planta! Estaven vius. De totes maneres, abans d'aquest experiment ja n'havíem fet uns altres que van demostrar que efectivament no és tòxic ni per a animals, ni per a plantes, ni per a humans.

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Llavors, amb el control biològic és impossible que apareguin formes de resistència?

Maribel: Hi ha alguns productes de control biològic que es basen en la síntesi d'una toxina que combat els patògens. En aquests casos, es podria abocar directament la toxina sobre el cultiu, sense la necessitat de l'ésser viu que la sintetitza, i s'obtindria el mateix efecte.

Eva: En aquest cas, la funció la fa solament una proteïna, de manera que el mecanisme és com el dels productes químics.

Maribel: De moment són els productes biològics més utilitzats, però l'any passat van començar a aparèixer les primeres resistències. En el nostre cas, en canvi, el mecanisme d'acció és molt més complex; es tracta d'un ésser viu que combat amb una gran varietat de mecanismes, tant directes com indirectes, els patògens, per la qual cosa sembla impossible que apareguin resistències.

Si el control biològic és capaç de combatre formes resistents de patògens de plantes, podria haver-hi esperances de trobar quelcom així per a certes malalties que posen contra les cordes l'ésser humà, ara que la resistència als antibiòtics ens amenaça?



Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Un conte. Observar i mimetitzar la natura

Al nostre professor de física li agradava inventar-se concursos per als alumnes d'últim curs de l'ESO. Aquell dia tocava construir un pont amb fulls de paper. Guanyava el pont que més pes suportés, però també tindria en compte la quantitat de paper utilitzat en la construcció. Els meus primers intents a casa van fracassar rotundament. Ni un llibre suportava el meu pont! Vaig començar a agafar més i més fulls de paper, els doblegava d'una forma i d'una altra, els enganxava amb cinta adhesiva, tallava per aquí i per allà, fins que el meu pare va entrar a l'habitació i em va preguntar desconcertat què estava fent. Li vaig respondre: «Un pont de paper». I li vaig explicar les curtes bases del concurs. El meu pare va riure en veure el meu pont que imitava els de les carreteres per on passen els cotxes, i em va dir: «Les estructures més fortes i resistents les fa la natura. Observa-la i mimetitza les seves formes». Em vaig passar la tarda pensant en les estructures fortes de la natura. El primer que se'm va ocórrer van ser les pedres: quan anàvem al bosc creuàvem els petits rierols saltant pedres incrustades en el fang del riu. Però això no servia per al meu pont. Després de pensar una mica més vaig recordar com en els meus dibuixos preferits creuaven els penya-segats gràcies a un tronc gruixut. Un tronc, que en els dibuixos aguantava els personatges més pesats. I llavors em va venir al cap: la forma del tub. Vaig mirar el meu full de paper fet un xurro de tant pensar, estovat per la calor de les meves mans. En vaig agafar un de nou i el vaig enrotllar acuradament. Vaig enganxar cada extrem amb una miqueta de cinta adhesiva i vaig col·locar el meu pont entre dues taules. Vaig posar el meu primer llibre de física sobre el pont i… va caure! Era molt difícil col·locar el llibre sobre el tub sense que caigués, atesa la falta d'equilibri. Però ja havia desxifrat el codi de la natura. Ara només em feia falta utilitzar-lo a favor meu. Vaig agafar un altre full de paper, el vaig enrotllar i vaig ajuntar tots dos tubs amb dues cintes de paper. Vaig col·locar-hi novament un llibre i aquesta vegada sí que va aguantar! Vaig col·locar-hi un altre llibre i continuava sense caure. Després vaig pensar a crear més i més tubs per fer el pont encara més fort. Al final vaig col·locar uns set tubs units. El meu pont semblava una d'aquestes basses dels dibuixos. I aguantava un munt de llibres.

Vaig anar a l'escola amb la certesa que guanyaria el concurs. A classe van començar a caure ponts fins que només en quedaven dos: el meu (òbviament) i el del meu arxienemic de classe. El seu pont també estava format per tubs de paper, però els seus dos tubs no aguantarien més que els meus set. I així va ser: el meu va aguantar més pes. Ja se'm dibuixava el somriure, convençuda que havia guanyat, però quan el professor va parlar, el premi va ser per a ell… La natura sempre intenta estalviar per aconseguir els seus propòsits. I jo havia oblidat aquesta part.

Aquell dia vaig aprendre diverses coses: moltes respostes, si no totes, les trobem a la natura. Ens posem tan contents quan descobrim que una cosa funciona que tendim a explotar-la fins al final.

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

Bibliografia:

AGRIOS, G.N. (1997). *Plant pathology*. San Diego: Academic Press.

BAKER, K.F.; COOK, R.J. (1974). *Biological control of plant pathogens*. San Francisco: W.H. Freeman and Co.

BORRERO, C.; TRILLAS, M.I.; DELGADO, A.; AVILÉS, M. (2011). «Effect of ammonium/nitrate ratio in nutrient solution to control tomato *Fusarium* with *Trichoderma asperellum* T34». *Plant Pathology*, 61: 132-139.

CARSON, R. (1962). *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin Company.

CONNOR, D.J. (2007). «Organic agriculture cannot feed the world». *Field Crop Research*, 106: 187-190.

COSCOLLÁ, R. (2004). *Introducción a la protección integrada*. València: Phytoma-España.

FARGRO. Technical Notes for T34 BIOCONTROL

FARGRO. Croptalk Summer 20015

FARGRO. Croptalk Summer 20016

FAUSTA, M. (1998). *El cultivo biológico de hortalizas y frutales*. Barcelona: De Vecchi.

FERNÁNDEZ, E.; SEGARRA, G.; TRILLAS, M.I. (2014). «Physiological effects of the induction of resistance by compost or *Trichoderma asperellum* strain T34 against *Botrytis cinerea* in tomato». *Biological Control*, 78: 77-85.

HOKKANEN, H.M.T.; EILENBERG, J. (2006). *An Ecological and Societal Approach to Biological Control (Progress in Biological Control)*. Springer.

LÓPEZ-LÓPEZ, N.; SEGARRA, G.; VERGARA, O.; LÓPEZ-FABAL, A.; TRILLAS, M.I. (2016). «Compost from forest cleaning green waste and *Trichoderma asperellum* strain T34 reduced incidence of *Fusarium circinatum* in *Pinus radiata* seedlings». *Biological Cont*rol, 95: 31-39.

NATIONAL GEOGRAPHIC (2009). *La crisis alimentaria*. National Geographic España.

SANT, D.; CASANOVA, E.; SEGARRA, G.; AVILÉS, M.; REIS, M.; TRILLAS, M.I. (2010). «Effect of *Trichoderma asperellum* strain T34 on *Fusarium wilt* and water usage in carnation grown on compost-based growth medium». *Biological Control*, 53: 291-296.

SEGARRA, G. (2007). *Inducció de resistència sistèmica a les plantes per l'agent de control biològic «Trichoderma asperellum» soca T34 o substrats supressius*. Tesi. Barcelona: Departament de Biologia Vegetal. Universitat de Barcelona.

SEGARRA, G.; ELENA, G.; TRILLAS, M.I. (2013). «Systemic resistance against *Botrytis cinerea* in *Arabidopsis* triggered by an olive marc compost substrate requires functional SA signalling». *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 82: 46-50.

Biol. on-line: Vol. 6, núm. 1 (febrer de 2017)ISSN: 2339-5745 online

SMIL, V. (2003). *Alimentar al mundo. Un reto del siglo XXI*. Madrid: Siglo XXI.

TRILLAS, M.I.; CASANOVA, E.; COTXARREA, L.; ORDOVAS, J.; BORRERO, C.; AVILÉS, M. (2006). «Composts from agricultural waste and the *Tichoderma asperellum* strain T-34 suppress *Rhizoctonia solani* in cucumber seedings». *Biological Control*, 39: 32-38.

Pàgines Web de:

FAO

Ruralcat

Bayer

Worldmeters

Biocontrol Technologies