
Insecticides, agricultura i plantes, una relació compatible

Balanç entre
l'agricultura sostenible
i la convencional

Treball de recerca de
batxillerat

Lautaro Rossi Rubiolo

Ins. Ramon Coll i Rodés
Segon de batxillerat científic
Tutor: Jordi Bou i Mas
Data de lliurament: 13/01/14

**«El món proveeix suficient per cobrir la necessitat de l'home, però no
per l'avarícia de l'home»
(M.K. Gandhi)**

Contingut

Resum	4
Introducció:.....	5
Coneixement previs relatius als insecticides	7
Insecticides.....	7
Història dels insecticides utilitzats i perquè es van prohibir	7
Perquè s'utilitzen els insecticides? Quina tasca han de complir?	8
Què els fa contaminants? Com ataquen?	10
Classificació dels insecticides.....	13
Perfil dels insecticides:	16
Insecticides que s'utilitzaran en la recerca	17
Diferències entre insecticides sintètics i naturals	19
Coneixements previs relatius a l'agricultura	21
La crisi de l'agricultura a Espanya.....	21
Tipus d'agricultura	22
Agricultura convencional.....	23
Agricultura sostenible	24
Context internacional sobre l'ús d'insecticides.....	31
Coneixements previs relatius a les plantes	33
Factors de l'entorn que influeixen en el creixement de les plantes.....	34
Retardants químics del creixement	36
Disseny experimental	37
Problema	37
Hipòtesi.....	37
Deducció.....	37
Variables dependent i independent.....	38
Variables controlades.....	39
Disseny.....	40
Resultats	44
Conclusions	52

Bibliografia	55
Annex I	57
Annex II	60
Annex III	61
Annex IV	62
Annex V: Guia general del MIP	63
Annex VI: Regulació agricultura ecològica	66
Annex VII: Territori que ocupa l'agricultura ecològica a Europa	69

Resum

S'estudia l'efecte d'insecticides de diferents tipus d'agricultures sobre el creixement de les mongeteres. Es vol comprovar que l'agricultura sostenible té més beneficis que la fa més atractiva que la seva principal competidora, l'agricultura convencional o productivista, que té més impacte ambiental i repercussions negatives en molts àmbits. Per tant, es compara l'efecte que té un insecticida de l'agricultura convencional, el piriproxifen, i un insecticida de l'agricultura amb Maneig Integrat de Plagues, el *B. Thuringiensis*. La hipòtesi principal és que el piriproxifen actua com a inhibidor del creixement de les plantes, per tant provoca una producció menor de producte agrícola; en canvi, *B. Thuringiensis* en ser un fitosanitari menys contaminant, més específic i menys tòxic, no afecta negativament el creixement.

Abstract

The effect of pesticides on the growth of green beans will show us that sustainable agriculture are more beneficial than conventional forms, which cause serious ecological issues from many points of view. Therefore if we compare the effect of conventional pesticides such as pyriproxyfen with an Integrated Pest Management pesticide, such as *B. Thuringiensis*; the main hypothesis is that pyriproxyfen works as an inhibitor of plant growth, causing a lower produce. Whereas *B. Thuringiensis* being a more specific, less toxic and contaminating pesticide does not produce adverse vegetal growth.

Introducció:

La contaminació provocada per l'agricultura és un tema repetitiu del qual hi ha una extensa bibliografia. En molts dels casos es critica per moltes raons com l'impacte ambiental, insecticides, morts, etc. Com en altres temes que tenen repercussions en aspectes ambientals, es coneixen mètodes més eficients i menys contaminants d'actuació però que, per tradició, interessos econòmics, ignorància o altres, no s'utilitzen i es prefereix continuar amb processos rústics i desfasats. Això és, en part, el que succeeix amb l'agricultura sostenible. Des de fa dècades la seva propagació pel món ha augmentat, però encara es continua fent un ús massa estès de l'agricultura convencional, que prioritza el benefici per sobre de la qualitat del producte i el medi ambient. No per això s'ha d'eliminar l'agricultura convencional, està justificada en molts casos. L'agricultura intensiva, per exemple, que forma part de l'agricultura productivista i, per tant, de la convencional, proveeix de productes agrícoles a un gran percentatge del món.

Interessat per les implicacions i la controvèrsia que presenta aquest tema vaig continuar investigant i, com pretén demostrar la recerca sobre insecticides, l'agricultura sostenible, que els restringeix en gran mesura, té molts avantatges interessants; incloent econòmics. Per tant, arguments per a la utilització d'agricultures que permeten un major ús d'insecticides o d'altres que en permeten menys seran exposats en les pàgines següents. S'explicaran temes relacionats amb l'ús d'insecticides en l'agricultura, així com les característiques de cadascun per comparar qualitativament els avantatges i els inconvenients.

Un dels aspectes que no es té en compte a l'hora d'avaluar els tractaments, és la possibilitat que els insecticides afectin el desenvolupament de les plantes, amb la conseqüent pèrdua de producció que pot provocar. Si es demostra que l'acció dels insecticides pot fer disminuir la producció, seria un altre punt a favor per a l'agricultura sostenible. Per això, en aquesta recerca, s'ha dissenyat un experiment que compara els efectes dels insecticides en cada tipus d'agricultura sobre el desenvolupament de les plantes de mongetes. Clarament, el disseny presenta punts febles. No seria possible fer una demostració acurada de l'efecte dels insecticides en el creixement fora de laboratori. Tampoc demostrarien irrefutablement que una agricultura sigui millor que una altra, cadascuna té els seus avantatges i inconvenients i resten molts altres factors. Molts d'aquests fets que poden anar en favor o en contra només són comprensibles per a un agricultor, altres per a la societat humana o l'estat o altres institucions. Sempre es pot discutir i mai hi haurà les mateixes condicions a l'hora de decantar-se per una tècnica agrícola o un altra. De totes maneres, si l'experiment no demostra que l'insecticida afecta al creixement, no vol dir que no ho faci. Caldria fer altres experiments més exhaustius, els quals no eren abordables amb els recursos dels que es disposaven. Es desconeixen molts dels efectes que produeixen els compostos sobre els organismes, alguns d'ells no són prou significants com per tenir-los en compte o adonar-se'n, a més de que els efectes poden trigar a aparèixer. S'utilitza només un insecticida capaç de tenir tals efectes, per tant, la investigació

se centra en l'efecte d'aquest en concret. Per rebutjar o afirmar la hipòtesi de manera general s'haurien de provar més insecticides.

La memòria s'estructura en dues parts principals: la documentació prèvia recull tota la informació pertinent per realitzar l'experiment de la investigació, que alhora està dividit en documentació d'insecticides, d'agricultura i de plantes; i la fase experimental.

La informació tracta temes de la controvèrsia entre l'ús d'insecticides o el maneig integrat de plagues. És a dir, s'han afegit crítiques personals, incisos, conclusions i informació pertinent per a la construcció de l'experiment. No obstant, no vol dir que el treball no hagi estat tractat sota una gran cura científica. Les anotacions són per explicar diferents enfocaments, opinions, concretar explicacions i generar debat, que és el que es pretén per abordar el tema sobre el balanç entre les diverses agricultures. Per comparar les agricultures, a l'experiment s'ha de conèixer el context i les tècniques de cada agricultura per reproduir les mateixes condicions. L'experiment aborda la hipòtesi de si els insecticides afecten el creixement, però el treball també compara l'agricultura convencional i la sostenible, per tant, s'utilitzen insecticides propis de cada agricultura. Com que l'experiment que avala la teoria té a veure amb el creixement de les plantes es fa un recull d'informació rellevant sobre el conreu i els factors que influeixen en el seu creixement. Per últim, es desenvolupa l'experiment i es presenten els resultats, així com les conclusions extretes.

Coneixement previ relatiu als insecticides

Es recull informació sobre l'àmbit dels insecticides per tenir un coneixement general que serà útil a l'hora de desenvolupar les conclusions de l'experimentació, conèixer les mesures de seguretat necessàries per l'aplicació d'insecticides, les implicacions que tenen en el medi, així com alguns exemples i les característiques específiques dels insecticides que s'utilitzen en l'experimentació.

Insecticides

Segons el Decret 98/8/CE del Consell i Parlament Europeu del 16 de Febrer de 1998, els productes biocides, en el qual s'inclouen els insecticides, que són específics per als insectes, són productes definits com a substàncies actives i/o preparacions que contenen una o més substàncies actives que, en l'estat físic d'aplicació més còmode o convenient, tenen la funció de destruir, neutralitzar, reduir o prevenir l'acció de qualsevol individu considerat indesitjable a través d'un control químic o biològic (Consell Europeu, 1998).

Actualment els insecticides que s'apliquen en agricultura són formulats que consten d'un principi actiu, que fa l'efecte tòxic del producte, i l'excipient, que fa de vehicle o solvent del principi actiu. La mescla entre aquestes substàncies dóna el producte insecticida final, després d'un procés de manufacturació. Aquest procés pot ser de síntesis, en el cas dels insecticides sintètics, o pot consistir en la extracció d'una planta, animal, fong, microbi, etc., i la preparació. El vehicle permet una millor manipulació del producte ja que dóna un estat físic compatible amb la forma d'aplicació de l'insecticida: pols, líquid, gasós, etc. L'excipient té un paper important a l'hora d'evitar que el producte sigui contaminant o perillós per a la salut, ja que defineix el mètode de propagació, el temps que perdura a l'ambient i altres factors de l'insecticida. Per exemple, si la substància activa és molt tòxica, però esdevé inerta amb el contacte amb l'aigua, i el formulem amb un excipient insoluble tindrem un insecticida potencialment molt contaminant perquè serà molt tòxic i difícil d'eliminar.

Els insecticides es poden classificar segons el seu origen, tasca, mètode d'aplicació, forma d'obtenció, etc. A més pertanyen al grup dels plaguicides. Segons l'estat d'agregació en que es troben existeixen insecticides gasosos, en pols, líquid, en aerosol, pastilles i fumigadors. És important a l'hora d'avaluar la contaminació que poden provocar i la necessitat que és té d'un tipus d'aplicació i en quin estat es comercialitza l'insecticida. La llei regula els mètodes d'aplicació per a cada insecticida en cada tipus d'agricultura. Per exemple, en la agricultura ecològica, que és la més restrictiva amb l'ús d'insecticides, hi ha alguns insecticides que només es poden utilitzar en parany.

Història dels insecticides utilitzats i perquè es van prohibir

Es coneix el fet de que la humanitat ha utilitzat pesticides des del s.I a.C. perquè són mencionats per Homer a les seves obres. El primer pesticida conegut era el sofre. Més endavant, des del s.XV es van

utilitzar compostos tòxics a base de Hg, As, etc. Des del s.XII, es va començar a utilitzar la nicotina i al s.XIX es van introduir la rotenona i la piretrina.

La història sobre l'impacte ambiental dels insecticides moderns comença amb la introducció del diclorodifeniltricloroetà (DDT) a la dècada dels 40. L'ús principal era eliminar els insectes portadors de malalties per reduir-les i protegir els conreus per augmentar-ne el rendiment i, per tant, extreure més beneficis. Es van utilitzar sense mesura molts productes dels quals no es coneixien les conseqüències que podien provocar en el medi ambient. No va ser fins la dècada del 1960 que als EUA -on va començar l'ús d'insecticides moderns- va haver-hi la publicació d'un llibre que va conscienciar la gent (Hamir S. Rathore & Leo M. L. Nollet, 2012). D'ençà va començar a estudiar-se l'efecte ambiental que podien tenir els insecticides, per tal de regular-ne el seu ús. Actualment, el DDT està prohibit a la majoria de països, però es continua utilitzant en tractaments per prevenir la malària a països en desenvolupament.

La història dels pesticides en general està impregnada de desastres mediambientals. Es pot dir que gràcies a aquests desastres la societat va prendre mesures que limitaven l'ús d'insecticides.

Els agricultors van començar a utilitzar moltes substàncies com a insecticides perquè s'aconseguien molt més beneficis i s'asseguraven que no hi havia risc de malalties a causa dels insectes. Va haver-hi un gran augment del consum d'insecticides sintètics durant la segona meitat del s.XX. La majoria de productes que s'utilitzaven a aquella època eren de la família dels organoclorats. Estan prohibits actualment en quasi tots els països desenvolupats, però, degut a la seva persistència, es continuen veient els efectes a la natura.

Perquè s'utilitzen els insecticides? Quina tasca han de complir?

La seva tasca és eliminar o impedir el creixement excessiu de la població d'insectes quan, per exemple, ha crescut a conseqüència de l'extensió del conreu. Alhora, el control d'insectes disminueix el risc d'epidèmies, ja que per a moltes malalties els insectes són vectors de propagació d'aquestes. Per exemple, la malària és una malaltia provocada per un paràsit que transmeten alguns mosquits del gènere *anòfeles*. Per tant, el control de la població d'aquest mosquit redueix les infeccions d'aquesta malaltia. En el cas de l'agricultura, els insecticides i fitosanitaris disminueixen la possibilitat de que els productes vegetals per a consum humà transmetin malalties.

Amb el creixement de la població humana ha estat necessari un augment de la producció agrícola molt important. L'agricultura intensiva requereix un control de plagues estricte ja que aquesta mena de conreu influeix a l'ecosistema de l'entorn. El desequilibri afecta tota la xarxa tròfica provocant un canvi dràstic en el sistema amb l'aparició d'espècies impròpies de l'àrea i l'extinció d'altres. La gran quantitat de productes agrícoles que es concentren a la zona del conreu intensiu fa que la població d'animals que se n'alimenten creixi espectacularment. Molts insectes augmenten la seva població provocant un gran impacte ecològic, perquè el nivell de població és massa elevat, i tenen repercussions econòmiques per als agricultors, que pateixen un descens important de la producció.

Per tant, l'ús dels insecticides augmenta la producció de vegetals i ajuda a corregir el desequilibri de l'ecosistema.

L'agricultura intensiva, que requereix un ús elevat d'insecticides i és necessària a causa de la superpoblació mundial, té altres arguments a favor. Per exemple, les àrees agrícoles d'alta producció ajuden a preservar altres terrenys que serien aptes per al conreu i redueixen la desforestació. Com que es requereix menys superfície per tenir una elevada producció es preserven altres terrenys que són l'hàbitat salvatge d'altres espècies. Si aquesta àrea disminuís també disminuiria el nombre d'espècies que hostatja. D'altra banda, l'ús d'insecticides orgànics o sintètics en quantitats mínimes no és suficient per a la agricultura intensiva atès que si la concentració de les aplicacions no és òptima s'origina resistència en els insectes (com s'explicarà més endavant), amb les conseqüències ambientals que en deriva. A més, utilitza molta mecanització que consumeix combustibles fòssils i fertilitzants nitrogenats. Els fertilitzants combaten el desgast que pateix el sòl per la sobreexplotació que pateix. El problema dels fertilitzants es que poden filtrar-se i acabar en acumulacions d'aigües. Quan els fertilitzants arriben als ecosistemes aquàtics els desestabilitzen per l'augment de població d'algues, eutrofització. Això té conseqüències greus per la fauna marina i per a la potabilitat de l'aigua.

En altres tipus d'agricultura també són necessaris els insecticides. No és possible eliminar-ne l'ús i tampoc és recomanable, ni imprescindible. Eliminar-ne l'ús desestabilitzaria la producció agrícola i tindria conseqüències ambientals negatives pel tema del desequilibri de la població, per exemple. Més important encara és l'impacte econòmic que tindria i és el que no interessa als responsables de prohibir-ne l'ús. Tot i així, és important restringir-ne l'ús. A molts països, sobretot al tercer món, es continuen utilitzant insecticides organoclorats perquè són menys costosos i més efectius, però més perjudicials.

Segons la legislació actual sobre els insecticides es distingeixen tres tipus d'agricultura. L'**agricultura convencional**, que permet l'ús d'insecticides sintètics i l'aplicació preventiva dels mateixos (en aquest grup entra l'agricultura intensiva); el **Maneig Integrat de Plagues** (des d'ara MIP), que restringeix l'ús de molts insecticides pel seu perill i només permet l'aplicació d'insecticides quan hi ha risc de plagues; i l'**agricultura ecològica**, que només permet, excepcionalment, l'ús d'insecticides respectuosos amb el medi ambient i es restringeix el nombre d'aplicacions, quantitat de producte utilitzat i moment d'aplicació. L'agricultura ecològica i el MIP conformen el que s'anomena agricultura sostenible. L'agricultura sostenible pretén adaptar-se al medi per ser viable a llarg termini, així com evitar la contaminació.

Les plantes conreades provenen de llargs processos de selecció i millora genètica per encreuament selectiu que fa adquirir qualitats diferents a les formes silvestres, que són més rústiques. Aquestes qualitats se seleccionen segons les exigències dels consumidors i per augmentar la producció i resistència. Però, aquest procés presenta debilitats: la reducció de la variabilitat genètica de la planta conreada i la uniformitat de les condicions que puguin ser adverses per les plagues. La

utilització d'algunes tècniques agrícoles, com la destrucció de males herbes, també són favorables per al desenvolupament de plagues perquè s'adapten més fàcilment a les estables condicions dels conreus. L'únic impediment, per tant, serien els insecticides, però amb el temps i la mala gestió d'aquests és fàcil que els insectes també s'adaptin generant resistència.

Què els fa contaminants? Com ataquen?

La principal característica que fa útils els insecticides és la capacitat tòxica, encara que també poden ser repel·lents, atraients, feromones, etc. Gràcies a la toxicitat podem controlar les poblacions d'insectes tot augmentant la mortalitat o regulant-ne la reproducció. Els insecticides interfereixen en el metabolisme dels organismes vius. Tot això, sumat a la capacitat de propagació pel medi dels insecticides és, en part, el que provoca la contaminació dels insecticides a través de l'agricultura. Per tant, la contaminació del medi, que afecta directament la vida humana, ja que vivim d'aquest; fa que sigui menys atractiva la idea d'utilitzar insecticides i de continuar amb l'agricultura convencional.

Els insecticides, especialment els sintètics, tenen característiques que els permeten ser transportats pel medi ambient. Per exemple, la lipòfila que permet als insecticides adherir-se a teixits orgànics adiposos i ésser transportats, la volàtil que fa els insecticides més propensos a viatjar per aire, etc. «D'aquesta manera, fora de la cadena alimentària, l'atmosfera és el medi de transport més important dels insecticides (Hamir S. Rathore & Leo M. L. Nollet, 2012)».

La capacitat dels insecticides per viatjar pel medi aeri, aquàtic i terrestre, segons el tipus de substància, fa que un producte aplicat a un lloc concret pugui contaminar àrees llunyanes de manera que s'aconsegueix contaminar grans territoris a causa d'una aplicació que, per exemple, s'ha fet a un país amb una legislació permissiva. «Moltes substàncies pesticides que són especialment volàtils poden arribar des de latituds baixes fins als pols pels corrents d'aire, de manera que s'assoleixen altes concentracions al territori (Hamir S. Rathore & Leo M. L. Nollet, 2012)». Per tant, l'impacte produït pels insecticides a un punt concret de la Terra pot afectar altres àrees i altres països.

Els pesticides són una de les causes de la contaminació de l'aigua, el sòl i l'aire. «S'ha reportat que el 98% del insecticides aplicats en forma de vaporització no arriben al seu destí de controlar l'espècie d'insecte per la qual s'aplica (Hamir S. Rathore & Leo M. L. Nollet, 2012)». Els insecticides organoclorats, i altres, han estat causants de fer malbé aigües, sòl i ecosistemes. L'aplicació per fumigació o vaporització és comuna a grans terrenys de conreu convencional, fins i tot es fumiga des de l'aire amb avionetes, fet que allibera grans quantitats d'insecticida a l'aire.

L'agricultura intensiva provoca contaminació de l'aire i l'aigua del subsòl. És una font important d'amoní, que causa pluja àcida, donat que utilitza fertilitzants nitrogenats. L'amplitud i els mètodes agrícoles utilitzats (però no necessàriament l'ús insecticides en si) han conduït a la pèrdua extensiva i permanent de la biodiversitat en molts llocs; per exemple, les comunitats d'invertebrats, papallones

al Regne Unit, aus que viuen en terrenys agrícoles a Europa i amfibis a Austràlia i Amèrica del Nord (Gregor J. Devine, 2007).

A més d'eliminar l'espècie per a la qual s'aplica l'insecticida pot tenir efecte letal o subletal en altres espècies beneficioses com recicladors dels nutrients del sòl, pol·linitzadors i depredadors de plagues, com també animals de nivells tròfics superiors, ja que romanen residus a través dels nivells tròfics, al sòl i aliments que consumeixen els individus. El desequilibri que provoquen en els ecosistemes per la reducció d'una espècie pot fer que afecti altres espècies que depenen d'aquesta. A més, les espècies beneficioses moltes vegades ajuden al control de l'espècie indesitjable. Amb la destrucció d'aquestes, la plaga es desenvolupa amb més facilitat. La protecció de les espècies beneficioses és un mètode utilitzat per l'agricultura sostenible.

Sobretot els insecticides convencionals són persistents, com en el cas els organofosfats i organoclorats i es poden propagar a altres àrees on s'han aplicat. «L'Organització Mundial de Salut ha calculat que, al voltant de 20 000 persones moren anualment com a conseqüència de l'exposició a insecticides (Gregor J. Devine, 2007)». El contacte es produeix en el moment d'aplicació en el cas de tècnics agrícoles, per ingesta de residus en els aliments, aliments o aigües contaminades o acumulació de substàncies tòxiques a l'organisme.

Un dels exemples més comuns de com els insecticides trastornen els ecosistemes dels artròpodes, és quan el seu ús produeix un augment del nombre de plagues que ressurgeixen després d'haver estat eliminades i l'aparició de noves espècies de plagues en eliminar els depredadors i els paràsits d'aquestes. Això és clarament una conseqüència dels efectes directes que els insecticides poden tenir en les espècies que no són l'objectiu i ha estat observat moltes vegades en proves de camp experimentals a escales majors en insecticides d'ampli espectre. «Els brots de llagosta en alguns pastures d'Amèrica del Nord, per un període de trenta anys, van ser atribuïts al ressorgiment causat per un programa de control químic intensiu contra les mateixes llagostes (Gregor J. Devine, 2007)». El ressorgiment de les poblacions es dona, en general, en pocs mesos (quan els efectes del tractament desapareixen) com a conseqüència de la presència de refugis que no havien estat tractats amb insecticides, fases de desenvolupament que eren més tolerants que altres als insecticides, temps de generació ràpids, entrada d'adults immigrants que no havien estat exposats i **la manca d'espècies competidores i depredadors**.

A tot el món hi ha exemples similars, així per exemple, a finals de la dècada dels 30, tota la vall de Cañete al Perú es dedicava a la producció de cotó, en aquell temps la principal plaga era el cuc del tabac (*Heliothis virescens*) i va ser combatuda, primer, amb insecticides d'arsènic i després amb DDT, lindà i toxafè (Gregor J. Devine, 2007). D'aquesta manera es va desenvolupar la resistència a aquests pesticides i van sorgir altres plagues a causa de que els depredadors no resistents van ser eliminats del sistema.

L'Efecte dels insectes benèfics és molt major en zones de conreu on s'adopten mesures de MIP, aquest control implica l'ús de quantitats menors d'insecticides i utilitzar-ne només d'espectre reduït:

A mitjan la dècada dels 50, s'estaven realitzant 16 aplicacions de pesticides per any per controlar una plaga de cucs en plantacions de cotó, el complex de plagues continuava augmentant i la producció de cotó s'havia col·lapsat. El 1956 es va introduir un Programa Integrat de Gestió de Plagues que involucrava la prohibició d'insecticides d'espectre ampli, l'alliberament d'alguns agents de control biològics i alguns canvis en les pràctiques de conreu i collita per interrompre el cicle de vida d'aquest cuc (Gregor J. Devine, 2007). Com a resultat, el conreu del cotó una vegada més es va tornar sostenible. La història de la producció de cotó al Perú és en l'actualitat un exemple del potencial de la implementació del programa de Maneig Integrat de Plagues, una tècnica d'agricultura sostenible. Quant a la salut humana, és difícil concretar exactament els efectes de cada insecticida. No obstant, s'ha demostrat que els efectes crònics d'estar exposats a insecticides poden tenir efectes carcinògens, mutagènics, teratogènics i desordres sanguinis, mentals i hormonals (Hamir S. Rathore & Leo M. L. Nollet, 2012). Les probabilitats d'exposar-se prolongadament, tot i que en petites quantitats, a aquests tipus de substància és alta, ja que la via pot ser des d'una exposició directa en el moment de l'aplicació al contacte amb aigua contaminada, residus als aliments agrícoles, partícules suspeses a l'aire, etc. A més, alguns tipus d'insecticida es poden acumular als organismes a través de la xarxa tròfica fins a arribar a concentracions 70.000 vegades superior del que s'exposen inicialment els insectes diana (Hamir S. Rathore & Leo M. L. Nollet, 2012). A aquestes concentracions la substància pot ser letal per a la majoria d'organismes o, possiblement, tenir efectes carcinògens. Segons l'exposició que es produeix estem parlant d'exposició pel treball que s'exerceix com a agricultor o operari d'insecticides, exposició accidental i residus als aliments. Els efectes aguts d'una exposició, ja sigui dèrmica, per inhalació, oral o a través dels ulls, pot anar, segons de la substància i la concentració i condicions en que s'ha estat exposat, d'una irritació fins al coma o la mort. Aquests efectes a través de mecanismes semblants poden causar la mort o la esterilització a altres espècies, tenint efectes negatius a la biosfera.

En conclusió, quant als efectes perjudicials dels insecticides podem resumir:

- Tenen alta toxicitat i, per tant, a baixes concentracions a l'organisme provoquen grans trastorns.
- Els insecticides liposolubles es poden biomagnificar a través de les xarxes tròfiques. Així, en les espècies de nivell tròfic baix assoleixen concentracions baixes, però les espècies que s'alimenten amb espècies contaminades acumulen insecticida al teixit adipós, de manera que a nivells tròfics superiors les concentracions poden ser molt altes. Les altes concentracions de substància tòxica a l'organisme pot provocar la mort dels individus en massa o, fins i tot, podrien arribar com a aliment contaminat destinat al consum humà.
- Afecten negativament la salut humana i poden ser causa de mort. Es pot patir contacte indirecte a través de l'aire, l'aigua i amb la ingesta de organismes contaminats o directe en el cas d'una exposició en el moment de l'aplicació. En el moment de l'aplicació s'han de prendre mesures de seguretat específiques per a cada insecticida, ja que aquests també són

tòxics per als humans. En l'experimentació s'utilitzen dos insecticides. Per aplicar-los a les plantes caldrà fer ús de guants i un vaporitzador especial. S'han de conèixer les mesures de seguretat i les mesures d'actuació en cas d'intoxicació. Preferiblement s'utilitzarà una mascareta. A l'Estat espanyol molts insecticides només poden ser aplicats per professionals. No obstant, els escollits per l'experiment són aptes per a l'ús domèstic.

- Els d'espectre més ampli, que majoritàriament són els convencionals, eliminen els insectes beneficiosos juntament amb la plaga. D'aquesta manera s'afavoreix la reaparició de plagues i s'eliminen els insectes pol·linitzadors que milloren la producció i, en alguns casos, eliminen espècies descomponedores, que milloren la qualitat de la terra.
- Segons les seves característiques físiques poden ser més contaminants o menys. Així, insecticides menys persistents provocaran menys impacte perquè es degraden més ràpid, tot impedit-ne la propagació. Altres característiques com la volatilitat i la solubilitat són importants a l'hora de propagar-se per medis aquàtics o aeris. Pel medi terrestre es propaguen a l'interior dels organismes. Per tant, l'objectiu es produir insecticides amb característiques que els faci més fàcilment degradables.
- La forma d'aplicació implica major o menor probabilitat d'alliberament a l'entorn d'insecticides. Així, la fumigació, per exemple, allibera insecticides a l'aire que poden recórrer grans distàncies provocants greus impactes, mentre que les trampes amb insecticides no en propaguen.
- **Els insectes desenvolupen resistència als insecticides**, fet que farà que la dosi letal per als insectes augmenti amb els temps, essent necessàries aplicacions majors per eliminar les plagues. L'aparició de resistències es deguda a un procés de selecció natural. Aquells insectes que sobreviuen a un tractament insecticida solen ser els més resistents perquè tenen gens favorables, aquests es reproduiran i repoblaran l'ecosistema amb individus amb els gens que proporcionen resistència. A través de les generacions, la resistència augmenta perquè cada vegada els insectes més resistents es reproduïen.

D'altra banda, quant a l'agricultura convencional, el desavantatge que més interessa és l'alliberament al medi d'insecticides i les conseqüències que provoca. També provoca desequilibris en els ecosistemes, pluja àcida, efecte hivernacle per l'ús de fertilitzants i combustibles fòssils, etc., que no es tractaran perquè no estan relacionats amb la investigació.

Classificació dels insecticides

Els insecticides es poden classificar segons el seu origen químic. Els grups més importants són les piretrines, els Carbamats, els Organofosfats, els Organoclorats i les Urees per ser els més utilitzats. Existeixen insecticides d'altres orígens, que varien molt, i no s'agrupen perquè no tenen gaire parentesc, dels quals els més importants se citen a l'últim grup de la classificació:

- Piretrines i Piretroides i insecticides botànics:

Les piretrines i els insecticides botànics tenen origen biològic. No obstant, les seves propietats no són necessàriament similars. Les substàncies insecticides de les plantes han estat desenvolupades per aquests organismes com a defensa contra els insectes que mengen plantes. Les substàncies es poden extreure concentrades o sintetitzar-ne substàncies homòlogues al laboratori per utilitzar-les com a principi actiu del producte final, com en el cas dels piretroides.

Existeix un gran nombre de substàncies potencialment tòxiques derivades de les plantes que poden ser utilitzades com a insecticides, però per les seves característiques les més utilitzades són les piretrines i els seus derivats sintètics, els piretroides. Existeixen al voltant de 20 piretrines, que s'extreuen del gènere de plantes *Chrysanthemum*. Actualment, són el grup més important perquè són els més utilitzats.

D'altra banda, trobem els rotenoides, que s'extreuen d'algunes plantes de la família de la mongeta. Actualment està prohibit el seu ús com a insecticide en molts països, però es continua utilitzant com a rodenticida. Un altre grup important dels insecticides botànics són els nicotinoides, del qual el més utilitzat és la nicotina.

- Carbamats:

Van ser desenvolupats a partir de l'any 1950. Van reemplaçar els organoclorats per al control de plagues a l'agricultura. Afecten molts tipus d'invertebrats i són estables a la llum solar el vent o la temperatura, ja que són cristalls.

Són derivats de l'àcid carbàmic. Els carbamats útils com a insecticides actuen inhibint l'acció de l'enzim colinesterasa de manera reversible. Sense l'acció de l'enzim s'acumula el neurotransmissor acetilcolina a l'espai sinàptic de les neurones. Una alta concentració del neurotransmissor provoca un mal funcionament del sistema nerviós que deriva en espasmes, contraccions musculars i asfíxia o aturada cardíaca.

- Organofosfats (OP):

Estan caracteritzats per contenir un àtom de fòsfor central i moltes ramificacions de cadena a partir d'aquest àtom. Són molt menys persistents que els organoclorats, per això els van reemplaçar. La seva alta toxicitat (major que la dels organoclorats) a mamífers i altres espècies que no són l'objectiu de l'aplicació de l'insecticide va fer que fossin substituïts pels carbamats. Els organofosfats actuen de manera similar als carbamats amb l'excepció de que inhibeixen l'enzim colinesterasa de manera irreversible.

- Organoclorats (OC):

Els compostos organoclorats van ser molt utilitzats durant els anys 1940 a 1960 per al control de plagues en conreus i programes d'eliminació de la malària. Són compostos molt persistents i bioacumulables, per això han estat prohibits per al seu ús en conreus. L'exemple més conegut és el cas del DDT que va causar durant el s. XX molts desastres mediambientals. El

nombre de compostos coneguts d'organoclorats és molt extens amb molècules molt diverses, però se solen caracteritzar per tenir un o més àtoms de Cl al voltant de benzens.

- Urees:

Els compostos pesticides derivats de la urees són, en la gran majoria, herbicides. Tot i així, dins de les urees, les benzenofenilurees són compostos molt útils com a insecticides. L'avantatge de les benzenofenilurees és que tenen un espectre d'acció limitat i, per tant, és poc tòxic per a vertebrats i altres espècies salvatges. L'excepció és que són molt tòxics envers organismes aquàtics.

L'acció de les benzenofenilurees és veu a les etapes de creixement dels insectes. Impedeix que l'insecte es desenvolupi correctament i avanci al seu estat adult perquè inhibeix la síntesi d'algunes proteïnes de l'exosquelet (Kamrin, 1997).

- Altres insecticides:

- *Abamectin*
- *Hydramethylnon*
- *Methoprene*
- *Sulfuryl fluoride*

- Control biològic

- Spinosad
- *Bacillus thuringiensis*

Bactèria que produeix una proteïna tòxica que ataca les principals plagues d'insectes. Està considerat ecològic per la seva selectivitat, ja que presenta toxicitat nul·la contra insectes pol·linitzadors i mamífers. S'ha utilitzat com a gen per a productes transgènics coneguts com Bt. Per exemple el blat de moro Bt, que actualment correspon a l'11% de les plantacions mundials i el cotó Bt, que és el 33%. No es coneixen contraindicacions per al consum humà, tot i que hi ha indicis que poden haver-n'hi.

- Feromones

Actuen com a atractants sexuals o desestabilitzadors hormonals. Els insectes afectats per les feromones, per exemple, poden tenir dificultats per aparellar-se perquè no troben femelles.

Actualment, la producció d'insecticides als països més desenvolupats tendeix a buscar insecticides menys perillosos i més respectuosos amb el medi, per això, la venda de la majoria de tipus d'insecticides està restringida. Per a ús domèstic, la venda és encara més restrictiva. Per a l'experiment s'utilitzarà piriproxifen, que té un mecanisme d'acció similar al de les benzenofenilurees i *B. Thuringiensis*.

Perfil dels insecticides:

Els productes actius dels insecticides tenen unes característiques específiques que fan que l'insecticida sigui adient per a uns casos i per a altres no. A més, defineixen el caràcter de l'insecticida i, a partir d'aquestes característiques, es regula l'ús de cada producte. Les principals característiques són:

- **Estat de regulació:**

Per les conseqüències que se'n deriven de l'ús d'aquest productes i per l'impacte que han provocat històricament, cada format químic està regulat per la llei de cada país. A més, hi ha convenis d'àmbit internacional que prohibeixen certs productes, tot limitant encara més l'ús i fabricació dels insecticides en general. La llei també indica, en cas que sigui necessari, el nombre màxim d'aplicacions d'un producte en un cultiu, el temps que s'ha d'esperar per collir aliments després de l'aplicació, qui pot fer ús del producte, quin és el residu màxim que pot contenir un producte destinat al consum i altres especificacions tècniques. La majoria d'aquestes especificacions es troben directament a l'envàs de manera obligatòria.
- **Efectes tòxics:**

Una de les principals característiques és el potencial per afectar negativament els organismes. L'efecte tòxic es mesura per la Dosi Letal (LD₅₀) que produeix la mort a la meitat de la població d'un tipus d'organisme al laboratori. No obstant, s'ha de tenir en compte que al medi no hi ha una exposició directa de l'organisme amb el principi actiu. La funció d'un insecticida no sempre és la de matar un insecte, per tant, un insecticida pot ser molt eficient sense tenir gaire efecte tòxic. La funció pot ser la d'impedir la reproducció dels insectes per reduir la població, impedir el creixement, etc. Encara que, la toxicitat es contempla per saber a quines concentracions pot ser tòxic per a altres organismes que no són objectiu de l'aplicació. Algunes vegades no s'observa perill a poc temps d'estar exposat a un insecticida, però la concentració pot augmentar al llarg del temps per una exposició prolongada perquè la substància és persistent o l'exposició constant pot desencadenar símptomes greus a llarg termini.

 - **Toxicitat aguda:** són els efectes causats a curt termini per una exposició al principi actiu de l'insecticida. Es mesura la concentració mitjana a la que ha estat exposat la víctima i s'ha produït la mort. L'exposició pot haver estat provocada per ingestió, contacte dèrmic o inhalació.
 - **Toxicitat crònica:** la toxicitat crònica abraça els efectes que es produeixen a llarg termini per l'exposició a l'insecticida. Sol ser causada per la persistència de la substància a l'organisme o al medi. Els efectes poden ser teratogènics, reproductius, mutagènics, cancerígens o tòxics pels òrgans. La toxicitat crònica no té rellevància pel que fa a l'eficàcia en insectes, perquè en agricultura s'espera

eliminar la plaga abans que continuïn perjudicant el cultiu, però és important a l'hora de prevenir els efectes que pot tenir a la resta d'organismes i per a la salut humana.

- **Efectes ecològics:**
Els efectes ecològics de l'insecticida mesuren l'impacte no desitjat que pot tenir el producte a altres organismes que no són diana. El problema radica en el desequilibri que pot provocar en altres ecosistemes causant la mort d'espècies que no són indesitjables, per exemple, aus, rèptils, mamífers i insectes beneficiosos, com pol·linitzadors o descomponedors.
- **Contaminació del medi:**
Aquesta secció resumeix els estudis de l'efecte contaminant dels insecticides al medi, com la persistència, efectes al sòl i la propagació. El comportament d'un insecticida en un tipus concret de medi depèn de molts factors, com la temperatura, l'exposició al Sol, la humitat, la pressió atmosfèrica, etc. Les dades presents es calculen en unes condicions estàndards i serveixen de guia per comparar aquesta característica amb altres insecticides.
- **Propietats físiques:**
Es descriuen les propietats físiques del principi actiu, com la solubilitat i els punts de fusió i ebullició.
- **Límits d'exposició:**
S'exposen els límits de tolerància per sota dels quals no es presenten patologies a l'organisme humà després d'un temps prolongat d'exposició contínua a, per exemple, aigua contaminada amb el principi actiu. S'aplica un Nivell Màxim de Contaminació permisible per a aigua de consum humà. En casos on el principi sigui tòxic a petites dosis la tolerància serà zero.

Insecticides que s'utilitzaran en la recerca

BELTHIRUL (*Bacillus Thuringiensis*)

Belthirul és un compost de 32% en *B. Thuringiensis* i 60,3 % de silicat d'alumini hidratat. *B. thuringiensis* és una bactèria que genera una proteïna tòxica que allibera al medi. La toxina no és absorbida per la planta, per tant no hauria d'interferir en el seu creixement.

Estat de regulació

El Belthirul és un compost aprovat per la legislació estatal. També està permès el seu ús per a agricultura amb MIP. Es tracta d'una pols mullable. La seva aplicació es realitza amb vaporització normal, un màxim de dues vegades per collita d'hortícoles. Apte per a ús domèstic. En el moment de l'aplicació s'ha de dur mascareta amb filtre, botes de goma i guants. S'han de netejar els envasos i evitar que el producte estigui en contacte amb fonts d'aigua. Dosi d'aplicació: 0.5g/l de dissolució.

Efectes tòxics

- LD₅₀ oral en rata: > 5000 mg/kg
- LD₅₀ dèrmica en rata: > 300 mg/kg

Efectes ecològics

No és tòxic per a mamífers, aus, peixos, invertebrats aquàtics, abelles i insectes aquàtics excepte per algunes larves de dípters (als quals pertanyen les mosques, per exemple). Només pot causar una petita irritació dèrmica.

En el cas dels Organismes Modificats Genèticament no s'han identificat contraindicacions en el blat de moro modificat genèticament, tot i que s'investiguen.

Contaminació del medi

No en presenta.

Propietats físiques

Pols fina mullable de color *beige* i amb olor característic. No presenta perill d'evaporació o volatilització si s'emmagatzema degudament. Els medis alcalins inactiven el producte. El pH en dissolució aquosa és lleugerament àcid, 6,5.

Límits d'exposició

Els residus màxims permesos segons l'Estat espanyol han de fixar-se segons la legislació europea abans del 30 de setembre de 2015 (Boletín Oficial del Estado, 2013)

(PROBELTE S.A., 2010) (MAGRAMA, 2000)

JUVINAL (Piriproxifen)

El Juvinal és un insecticida, anàleg a una hormona juvenil que interromp el creixement en etapes joves, més potent que el *B. Thuringiensis*. La seva composició és de nafta en un 55%, piriproxifen en un 10% i un emulsionant en un 3%. Es tracta d'un insecticida sistèmic, és a dir, entra en el metabolisme de la planta i ataca quan els insectes l'ingereixen i per contacte, per tant, és possible que comporti trastorns en el creixement, que és la hipòtesi inicial del treball.

Estat de regulació

Permesa la seva venda i ús en agricultura convencional. No està permès el seu ús en agricultura ecològica ni amb MIP. S'estipula un nombre màxim d'aplicacions de dues vegades per conreu en horticoles. L'aplicació es realitza en polvorització normal prenent mesures de seguretat per a aplicacions de substàncies tòxiques gasoses: mascareta amb filtre, botes de goma i guants. Evitar el contacte del producte amb fonts d'aigua. Dosi d'aplicació per a horticoles: 0.05-0.075%.

Efectes tòxics

- LD₅₀ oral en rata: 4733 mg/kg per a mascles i 3773 mg/kg en femelles
- LD₅₀ dèrmica en rata: >2000 mg/kg
- LC₅₀ inhalació en rata en 4 hores: >3,1 mg/l aire

No carcinogen. No teratogènic.

Efectes ecològics

- Toxicitat per a abelles: LD₅₀: 2.1 mg/l
- Toxicitat per a espècies aquàtiques: 10 µg/l- >0.4 mg/l depenent de l'espècie
- Toxicitat terrestre: >14 mg/kg tòxic per a microorganismes del sòl.

Contaminació del medi

No fàcilment degradable en organismes. Classificació del moviment de la partícula: lleugerament mòbil fins a immòbil. Classificat com a contaminant del medi marí.

Propietats físiques

És estable durant un mínim de dos anys, es degrada amb oxidants forts, olor característic dels dissolvents aromàtics, pH de 5.6, inflamació als 69°C, densitat: 0.92 g/ml, i emulsionant en aigua.

Límits d'exposició

Residu màxim en productes agrícoles en general: 0.6 mg/kg (Conselleria d'agricultura, pesca, alimentació i aigua, 2013)

(MAGRAMA, 1993) (KENOGARD S.A., 2005)

Diferències entre insecticides sintètics i naturals

Els insecticides sintètics han estat produïts als laboratoris artificialment mitjançant reaccions químiques fins arribar al compost desitjat. Els insecticides naturals són aquells que provenen directament de la natura, ja siguin d'origen biològic o mineral, sense haver estat modificat pels humans. Per tant, s'extreuen de plantes, per exemple, amb processos de separació senzills.

No obstant, no perquè un insecticida sigui natural s'ha de considerar poc perillós o no contaminant. És cert que en la majoria dels insecticides botànics, és a dir, que s'extreuen de vegetals, són poc contaminants per ser biodegradables. Insecticides vegetals com la nicotina que s'extreu de la planta *nicotinae tabacum* són repel·lents prou efectius com per ser utilitzats en agricultura ecològica i tòxics per a insectes petits i de cos tou com els pugons. La nicotina aplicada a les plantes no és tòxica per a vertebrats i insectes pol·linitzadors. La seva especificitat i la biodegradació a compostos no tòxics en poques hores al contacte amb la llum solar fa que sigui un insecticida ecològic permès en aquests cultius especials segons la Normativa Europea de Producció Agrària Ecològica. En aquest cas, la

nicotina és ecològica i natural. Hi ha casos on els productes ecològics permesos són sintètics com els piretroides que només es poden utilitzar en parany als conreus ecològics o l'epinosad que té origen a la bactèria *saccharopolyspora spinosa* però el producte comercial està compost de l'epinosad A i epinosad D que són sintètics. En aquest cas, l'insecticida Spinosad és poc específic i ataca també a insectes pol·linitzadors beneficiosos, però no és tòxic per a altres animals i l'humà.

La baixa toxicitat dels insecticides ecològics en mamífers permet un interval curt previ a la collita, tot simplificant enormement la logística del seu ús. L'inconvenient de l'espectre d'acció dels insecticides sintètics és que alteren l'ecosistema fent que disminueixin els depredadors naturals de l'espècie que es vol atacar i, aquesta, es recupera amb més força per la manca de depredadors al cap de tan sols uns mesos, depenent de la durada del cicle vital de l'espècie.

En conclusió, els insecticides naturals que són els únics permesos a l'agricultura ecològica són molt menys contaminants i permeten una collita més ràpida, per tant milloren la logística. D'altra banda, els costos de producció augmenten perquè el rendiment és menor. En canvi, els sintètics són molt més contaminants en la majoria de casos, però disminueixen els costos de producció. La disminució dels costos de producció, no obstant, és relativa perquè a la llarga la contaminació que provoquen pot comportar més despeses. Com a resultat, en l'agricultura sostenible està limitat l'ús d'insecticides sintètics.

Coneixements previs relatius a l'agricultura

Es parlarà dels tipus d'agricultura que seran reproduïts a la fase experimental per conèixer les seves característiques i aplicar-les. La recerca feta està orientada a la realització d'un conreu comercial regit per les tècniques d'un conreu o d'un altre, però a aquest disseny experimental seran adaptades al conreu domèstic. Recordem que tot i que les hipòtesis del treball és conèixer si els insecticides poden afectar negativament el desenvolupament d'una planta, també s'avaluen les característiques dels principals tipus d'agricultura amb l'aval de la corroboració o refutació de la hipòtesi plantejada.

Primerament s'ha consultat quin és l'origen de l'agricultura sostenible per conèixer la necessitat que l'ha causada en l'Estat espanyol. Com a contrast es parlarà de la legislació espanyola i europea de manera general, sobretot en l'àmbit que afecta a la tècnica de cultiu i la restricció d'insecticides per escollir uns productes adients per fer servir. Com que es volen comparar les diferents tècniques agrícoles, s'ha posat atenció en que els productes utilitzats en l'experimentació siguin d'acord amb la llei i siguin els utilitzats a nivell comercial, per tant, es recull la informació necessària per dissenyar un experiment versemblant en aquest sentit. Com que el fil principal és la funció d'inhibidor de creixement, els insecticides seran aplicats en quantitats superiors a les màximes establertes per augmentar el possible efecte.

La crisi agrícola a Espanya

L'agricultura tradicional és aquella que utilitza tècniques agrícoles obtingudes de l'experimentació i heretades a través de les generacions. És una tècnica que s'adapta a l'entorn i pròpia dels nadius de cada regió. Actualment, es continuen utilitzant molts mètodes que van néixer amb l'agricultura tradicional, però ha estat modernitzada per augmentar la productivitat i cobrir la demanda de vegetals.

El ràpid creixement de l'economia espanyola durant els anys seixanta va fer adonar-se'n que l'agricultura estava en crisi. Les principals característiques que van desestabilitzar el sistema agrícola van ser: l'augment dels salaris dels operaris, la variació de la qualitat i la quantitat de demanda. Com a conseqüència va començar la modernització de l'agricultura tradicional als anys cinquanta (Sumpsi, 1990s). Fins als anys setanta l'agricultura tradicional estava en transformació cap a l'agricultura moderna o convencional que encara s'utilitza.

La modernització requeria un augment de la productivitat, la diversificació de produccions i capital per mecanitzar processos. Amb la mecanització de processos es reduïa la mà d'obra que, amb els augments de salari, havia fet augmentar els costos de producció. Fins aleshores, el sistema de producció tradicional es nodria de productes del propi sistema per aprofitament i reutilització. Però amb la necessitat d'augmentar la producció es requerirà tot un seguit de productes externs del sistema de producció que s'havien d'aconseguir al mercat: fertilitzants, insecticides, llavors, combustible... Molts d'aquests productes són derivats del petroli. Per tant, el consum de recursos energètics va augmentar molt. De la mateixa manera que als cinquanta començava la crisi de

l'agricultura tradicional, als anys setanta amb el pes de la crisi energètica, començà la crisi de l'agricultura convencional.

D'altra banda, quan la societat espanyola es modernitzà a la societat post-industrial, no només va requerir aliments variats i de qualitat, sinó que va començar a conscienciar-se de que caldria un desenvolupament sostenible de l'economia; així com una agricultura preocupada pel medi ambient (Sumpsi, 1990s). Així, a partir dels setanta l'agricultura també hauria de fer front a la conservació del sòl i els recursos naturals, a la conservació de l'entorn natural, etc.

En definitiva, l'augment del preu del petroli i la preocupació pel risc ambiental que suposa l'agricultura convencional ha fet que moltes persones a Espanya optin per migrar cap a l'agricultura sostenible. Per exemple, «l'any 2011, el 7,5% de la producció agrícola¹ a Espanya era d'origen ecològic (Comissió Europea, 2013)».

Tipus d'agricultura

Els tipus d'agricultura són un conjunt de tècniques que s'utilitzen per tractar els conreus segons la necessitat de producció, gestió ambiental, qualitat del producte, capital i recursos. A Espanya l'agricultura està legislada pel Ministeri d'Agricultura, Alimentació i Medi Ambient (MAGRAMA). A més, l'agricultura està també regulada per la Comunitat Europea. D'altra banda, la política agrària s'ha posat en comú a la UE amb el propòsit de protegir els interessos dels països membres. La Política Agrícola Comú (PAC) va ser estructurada després de la Segona Guerra Mundial per incrementar la producció agrícola, que havia patit un descens a causa de la guerra. A l'actualitat la PAC continua tenint importància atès que més del 90% del territori de la UE són boscos i camps de cultiu, «s'ha convertit en un instrument fonamental per fer front al nous reptes de qualitat de l'alimentació, el respecte al medi ambient i els intercanvis comercials» (Institucions de la UE, 2013). Les noves orientacions de la PAC tracten de corregir els desequilibris dels models productivistes, fomentant una agricultura més sostenible.

A més del tipus d'agricultura exposats aquí, existeixen altres tipus d'agricultura o variacions de les mateixes. S'ha de tenir en compte que cada agricultura s'adapta a les condicions de l'entorn per aprofitar els recursos i generar més producció segons les condicions en les que es troben els cultius. Un tipus d'agricultura també important i que no s'analitza amb cura és l'agricultura tradicional. Les tècniques que componen aquesta agricultura són de gran racionalitat ecològica, com poden ser, la conservació de la biodiversitat, el control en el procés de producció i la experimentació per trobar el major rendiment del conreu. Aquesta agricultura té un origen més antic que les altres i encara s'utilitza però només en casos concrets, com en cultius petits, per exemple, o els països en vies de desenvolupament. En part, l'agricultura ecològica té origen en l'agricultura tradicional. Molts dels fonaments de l'agricultura tradicional són utilitzats per l'ecològica i recupera alguns dels seus

¹ Es pot consultar a l'apartat d'Agricultura ecològica d'aquest treball un gràfic que mostra el percentatge de superfície agrícola destinada a la producció ecològica dels països de la UE.

mètodes i tècniques. Encara que l'agricultura ecològica incorpora tècniques modernes derivades de les noves tecnologies i els estudis recents en agronomia.

S'explicaran els tipus d'agricultura més importants a Espanya per la seva propagació, així com la legislació de cadascuna amb respecte als conreus de lleguminoses, ja que són les plantes utilitzades en l'experimentació de la investigació per la seva facilitat de cultiu i el seu creixement ràpid, que en condicions òptimes (s'explicaran els factors que hi influeixen més endavant) pot donar fruit en menys de tres mesos.

Agricultura convencional

L'agricultura convencional és un tipus d'agricultura que prioritza el benefici, per tant, tot els esforços es concentren en aconseguir una producció màxima a un cost baix. Aquesta és l'agricultura més propagada per tot el món. Durant els últims anys la població mundial ha augmentat molt, de manera que ha estat necessari una producció molt més elevada de productes agrícoles. Per aconseguir un rendiment molt alt, s'utilitzen pesticides, fertilitzants, mecanització que comporta despeses en combustibles, varietats d'alt rendiment i tècniques de conreu que poden ser perjudicials per al medi ambient. L'agricultura intensiva, per exemple, és un tipus d'agricultura convencional on s'intenta reduir l'espai de conreu, per tant, s'aprofita al màxim el terreny. La contra és que hi ha un gran desgast del sòl i provoca un desequilibri molt gran en l'ecosistema com ja s'ha explicat.

L'agricultura productivista, és a dir la que prioritza la quantitat de producte, va néixer a la segona meitat del segle XX per abastir la població i aconseguir certa estabilitat als mercats després de la Segona Guerra Mundial. També garantia preus raonables per als consumidors. Però a la llarga s'està demostrant que és un sistema insostenible per les raons següents: deteriorament del medi ambient, en part per la utilització d'agroquímics; aparició d'excedents agraris, que fan perdre competitivitat en el mercat i, per tant, disminució del preu; pèrdua de biodiversitat genètica a favor de varietats seleccionades de manera exigent; increment dels costos de producció, que fan abandonar l'activitat agrària; augment de la resistència de plagues i malalties per l'ús de pesticides i antibiòtics; disminució de la fertilitat i erosió del sòl; i augment dels riscos per a la salut humana, per la transmissió de malalties, residus de fitosanitaris i pèrdua de la qualitat dels aliments.

Legislació dels productes fitosanitaris

Les substàncies actives que poden ser utilitzades per a la composició de productes fitosanitaris estan regulades per la comissió Europea, que s'encarrega d'avaluar la viabilitat del seu ús, segons les característiques del compost. Cada estat membre s'encarrega de permetre o desestimar la comercialització d'un producte, que només pot contenir les substàncies actives permeses per la Comissió Europea en les quantitats especificades. La comercialització de pesticides està regulada per la Directiva 91/414/EEC i els residus dels plaguicides pel Reglament N° 396/2005.

El procés d'autorització de productes fitosanitaris ha permès que els fitosanitaris tinguin un paper clau en l'agricultura en Europa i s'hagin establert llindars molt elevats de protecció de la salut pública i

mediambiental. Per autoritzar un producte fitosanitari a la UE s’han de realitzar més de 250 assaigs específics de l’impacte del producte sobre la salut i el medi ambient. «El procés dura al voltant de nou anys i té un cost aproximat de 200 milions d’euros (ECPA, 2007)».

A l’Estat espanyol el MAGRAMA recull un llistat de tots els fitosanitaris reglamentaris per als conreus agrícoles. Des del web magrama.gob.es es pot consultar el llistat classificat segons diferents criteris: segons el principi actiu, tipus de conreu, número de registre, etc. Dins del grup d’insecticides formulats per al conreu de lleguminoses (família a la qual pertanyen les mongeteres) entren el Juvinal i el Belthirul, els insecticides que s’utilitzaran en l’experimentació per al cultiu convencional i amb MIP respectivament:

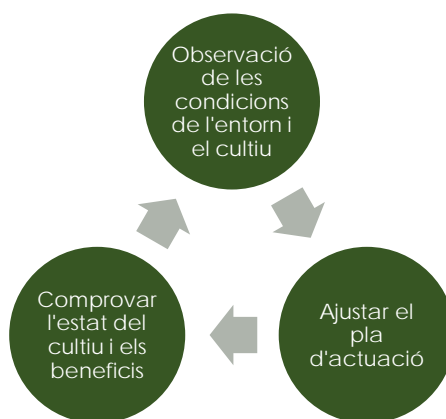
Resultat per la consulta de productes existents per a utilitzar en Plantacions Agrícoles

Nº de registre	Nom	Format	Títular
22423	BELTHIRUL	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./G) [WP] P/P	PROBELTE, S.A.
19675	JUVINAL 10 EC	PIRIPROXIFEN 10% [EC] P/V	KENOGARD, S.A.

Font: (MAGRAMA, 2009)

Agricultura sostenible

Com s’ha esmentat anteriorment l’agricultura sostenible és un tipus d’agricultura respectuosa amb el medi ambient i ideat per ser rendible a llarg termini. En aquest cas, no només s’intenta aconseguir un benefici sinó que cal tenir en compte quin és l’impacte que poden tenir unes decisions o unes altres a l’hora de triar una tècnica. Les decisions es prenen segons els resultats d’una observació de l’entorn i s’adapten a les condicions necessàries per complir amb els objectius de preservar el medi i aconseguir un alt rendiment.



1: Cicle d’actuació en l’agricultura sostenible

Agricultura amb MIP

El Maneig Integrat de Plagues és un sistema per mantenir les plagues d'un conreu a nivells que no causin danys econòmics tot fent ús, preferentment, de factors naturals que perjudiquin el desenvolupament de plagues, que inclouen factors de mortalitat natural. Només si es necessari es recorre al l'ús de certs insecticides.

El sistema s'ha anat consolidant durant les últimes dues dècades a causa de l'aparició de resistències dels insectes. Els costos dels tractaments augmentaven perquè es requeria major quantitat d'aplicacions, a més de l'impacte ambiental que causava.

La diferència amb el control convencional és que **la plaga es considera part de l'ecosistema** i, per tant, només es pretén controlar-la en comptes d'eradicar-la temporalment i que torni a aparèixer. A més, a l'agricultura convencional fins i tot s'arriben a fer tractaments preventius; contràriament al MIP. D'altra banda, per contribuir amb el control, el MIP incorpora altres components com la resistència de les plantes, l'acció de controladors biològics i algunes pràctiques agrícoles. Quan es imprescindible recórrer al control químic es busquen pesticides selectius, de manera que es minimitzi la pertorbació de l'ecosistema.

Per dur a terme el MIP es té en compte el clima, el tipus de conreu, la possibilitat d'aparició de plagues, plagues més freqüents i els enemics naturals d'aquestes. Per tant, el MIP requereix un plantejament inicial important i un coneixement avançat sobre les condicions del terreny per ajustar en major o menor mesura el pla d'actuació.

Com a conseqüència de la conscienciació sobre els efectes laterals de l'ús d'insecticides, es fan majors esforços per desenvolupar pesticides més biorracional. Aquest fet provoca que els costos d'investigació i producció dels insecticides sintètics esdevingui major. Conseqüentment també augmenten els costos dels tractaments químics, a més de la creixent limitació de l'efectivitat per resistències. Per aquesta raó, el MIP es pot convertir en una gran alternativa per als agricultors, ja que els consum d'insecticides és baix. D'altra banda els insecticides maten també els insectes benèfics que augmenten la producció de manera natural. En conclusió, l'agricultura convencional presenta problemes de ressurgència de plagues, aparició de noves, desenvolupament de resistències i, molt important també, contaminació ambiental i residus tòxics en els productes de consum que poden ser un risc per a la salut humana. En canvi, l'agricultura sostenible permet obtenir productes més sans i provocar menys impacte ecològic, a més que, a llarg termini, pot arribar a aportar més beneficis econòmics.

Per considerar la possibilitat de tractament, el MIP avalua els danys que provoca la plaga. Que un insecte estigui menjant-se els conreus no significa que produeixi pèrdues. Sempre s'ha de tenir en compte que fins que no hi ha un descens significatiu de la producció la plaga no està afectant el

conreu. Les plantes suporten l'atac de molts fitòfags sense disminuir el rendiment de producció, especialment si no ataquen directament el fruit o producte que es recol·lecta. Si com en el cas de les patates una plaga ataca les fulles de la planta, la tolerància de la planta és major que si la plaga ataca els tubercles. A més, per molt que hi hagi una menor producció, moltes vegades no es justifiquen les despeses en tractaments si el cost supera les pèrdues potencials de la plaga. Per tant, hi ha un llindar de danys en que no es redueix el rendiment i a més un llindar més elevat en que no es produeixen pèrdues. Per sobre d'aquests llindars el MIP planteja la possibilitat de tractaments químics. Hi ha casos especials com les plagues vectors de malalties que són considerades més indesitjables pels seus riscos per a la salut i pels que pot considerar-se reajustar el llindar d'aplicació.

El programa de Maneig Integrat ha d'haver estat dissenyat per a les condicions especials d'una localitat ja que han de respondre moltes variables específiques com el tipus de conreu, el sistema utilitzat, les plagues potencials, les condicions climàtiques, el preu dels productes en època de collita, els recursos tecnològics, la disponibilitat de personal i altres. Qualsevol programa bàsic ha de ser flexible per adequar-se als canvis en la dinàmica del conreu i comptar a la supervisió de persones qualificades per dur a terme el MIP (Cisneros, 1992).

El MIP en general exigeix, especialment en llocs amb escassos recursos, únicament temps i disposició d'adaptar-se tècniques de presa de decisions lleugerament més complicades, usualment basades en la comprensió dels punts de tall de plagues, és a dir, evitar utilitzar insecticides si no se supera el llindar de població de l'espècie indesitjable. Com també utilitzar insecticides rotativament per tal d'impedir que es desenvolupi resistència a un insecticida en concret. «De la manera més simple, el MIP és la retirada de les aplicacions innecessàries d'insecticides profilàctics que al seu torn permetrà obtenir beneficis majors a partir de l'augment de l'impacte dels enemics naturals (Gregor J. Devine, 2007)». La contaminació produïda per l'insecticida serà menor a causa de que l'alliberament d'aquests al medi es veurà reduït.

Guia del MIP

Els principis generals del MIP són comprensibles a qualsevol nivell, no obstant, no són prou específics com per constituir una guia. Els lineaments o guies per al cultiu amb MIP és general, per tant, s'ha d'adaptar a les condicions específiques de cada lloc, Atès el diferent entorn, condicions, fauna, flora, clima, etc. (Ministerio de Medio Ambiente de Colombia, 2006) (Serra A., 2006). Aquesta recerca compta amb una experimentació que recrea tres tipus d'agricultura. Es recull la informació pertanyent als conreus amb MIP en general per adaptar-lo a l'àmbit domèstic en l'experiment².

² Consultar guia del MIP a l'annex V

Conclusions del MIP

En resum, les característiques més importants que fan el MIP una tècnica sostenible són:

- S'adapta a les condicions de l'entorn; en general, no s'intenta canviar. S'afavoreix la conservació de l'ecosistema.
- Es redueix la contaminació per insecticides, fertilitzants (la tria de l'espècie cultivada es fa segons les característiques inicials de l'entorn), etc.
- Es controla la plaga, no s'intenta eliminar-la, per tant, els insectes no desenvolupen resistències.
- Es redueixen costos en l'adquisició d'insecticides.
- Els productes resultants són de més qualitat perquè s'exposen en menor mesura a substàncies tòxiques.

En contraposició:

- Cal un ampli coneixement de la matèria per ajustar correctament els plans d'actuació, per tant cal personal qualificat.

Agricultura ecològica

L'agricultura ecològica és un sistema de producció agrícola que consta d'un conjunt de tècniques agràries que exclou l'ús de productes químics sintètics com fertilitzants, plaguicides nocius per a la salut i el medi, antibiòtics, etc., alhora que respecta els cicles vitals dels sistemes naturals amb l'objectiu de preservar el medi, mantenir o augmentar la fertilitat del sòl i proporcionar aliments sans al consumidor amb totes les seves propietats naturals (MAGRAMA, 2009). Les definicions de l'agricultura ecològica són nombroses segons les condicions en que es practiquen, qui les practica o la filosofia lligada al seu ús. Tot i així, hi ha uns principis universals que s'utilitzen per reconèixer l'agricultura ecològica:

Principis de l'agricultura ecològica recollits per les normes de la *International Federation Of Agricultural Moving (IFOAM)*

Produir aliments d'alta qualitat nutritiva, tot cuidant la seva elaboració i ingredients

Treballar amb els ecosistemes en comptes d'intentar dominar-los

Respectar i estimular els cicles biològics naturals dins del sistema agrari, integrant plantes, microorganismes, flora i fauna

Mantenir i augmentar a llarg termini la fertilitat del sòl, mitjançant una gestió correcta de la matèria orgànica

Fer servir i aprofitar al màxim els recursos locals renovables

Proveir al bestiar les condicions de vida que permetin realitzar tots els aspectes del seu comportament innat

Evitar totes les formes de contaminació que derivin de les tècniques agrícoles: eliminar l'ús de pesticides i fertilitzants de síntesi, tot reduint el consum d'energia fòssil i gestionant adequadament l'aigua

Mantenir la diversitat genètica del sistema agrari i el seu entorn, tenint en compte la protecció de l'hàbitat de les plantes i els animals silvestres

Permetre que els agricultors obtinguin uns ingressos satisfactoris i realitzin un treball gratificant en un entorn saludable

Considerar l'impacte social i ecològic més ampli de les pràctiques agràries

Crear un vincle de suport mutu entre productor i consumidor

(COAG, 2006)

Les característiques de les tècniques utilitzades en l'agricultura ecològica inclouen la rotació de conreus com a requisit de l'ús eficient dels recursos del sòl, límits molt estrictes en l'ús de pesticides, fertilitzants i additius, prohibició dels transgènics, aprofitament dels recursos ja presents com els fems per a la fertilització i selecció d'espècies vegetals adaptades a les condicions locals naturals, per tant no es consumeixen tants recursos per crear condicions favorables. S'acostuma a conrear vegetals de temporada i espècies autòctones o adaptades al clima autòcton (Comissió Europea d'agricultura i desenvolupament rural, 2006). A l'actualitat ningú dubta dels beneficis de l'agricultura ecològica per al medi ambient. Per això a vegades s'utilitza com indicador ambiental de la salut del medi en països desenvolupats³.

L'agricultura ecològica també inclou productes de ramaderia ecològics. Sempre que sigui possible, en un mateix sistema es conjuga la ramaderia i l'agricultura per dependre el menys possible de recursos externs i tancar així el cicle de nutrients i energia.

La concepció original de l'agricultura ecològica se suporta per l'agroecologia. Aquesta ciència integra els coneixements de l'agronomia i l'ecologia. És necessari conèixer l'estructura i el funcionament de l'ecosistema agrícola, així com la seva relació amb l'entorn, per aplicar les tècniques més convenientes i actuar conscientment per augmentar productivitat, equilibri i sostenibilitat a llarg termini.

Ideologies dins de l'agricultura ecològica

D'altra banda, com es pot veure en els principis de la IFOAM de l'agricultura ecològica, té un altre aspecte distintiu relacionat amb un component ideològic que fomenta l'alimentació sana, la justícia, la responsabilitat social i amb la natura, les relacions comercials justes, l'autonomia i la sobirania

³ Consultar gràfic "Area under organic farming" a l'annex VII

alimentària. En part, aquest ideals han estat malentesos durant molt temps en considerar que l'agricultura ecològica es un corrent dedicat a abastir a preus elevats, uns productes a un grup privilegiat capriciós i petit de consumidors del món industrialitzat. Tot i que l'agricultura ecològica està relacionada amb corrents filosòfics d'ideals llunyans de la realitat, aquesta imatge ha estat creada per descontextualitzar aquesta agricultura de manera injusta en favor dels patrons de consum dominants.

Aquest component ideològic ha originant diferents corrents o enfocaments dins de l'agricultura ecològica, amb els mateixos principis fonamentals, però amb trets característics. Estan resumits a continuació (COAG, 2006):

- Agricultura orgànica: pren com a base les tècniques de l'agricultura tradicional que s'han aplicat en el món occidental, principalment. És la més estesa per ser la més fàcil de dur a terme i que no requereix grans canvis en l'arquitectura del sistema i la mentalitat de l'agricultor.
- Biodinàmica: És una agricultura de processos. Se suporta en la idea de conèixer els processos de totes les forces de la vida, forces de formació, origen de la materialització de substàncies, així com forces elèctriques, magnètiques i nuclears. Es considera la terra com si fos un ésser viu i es tracta de comprendre les interaccions fonamentals i complexes entre el subsòl, la planta, l'animal, l'ésser humà i el cosmos.
- Natural: Parteix del principi en que s'ha de treballar amb la terra i no contra ella. Es basa en quatre principis addicionals: el no treballar, el no treure herbes, no intervenir contra plagues i no aportar compost, que se substitueix per compostatge fresc a la superfície.
- Permacultura: El seu objectiu és crear sistemes viables aptes per a satisfer la nostra subsistència i la de generacions futures, que funcionin en cooperació amb la naturalesa i el seu entorn. Les actuacions es realitzen planificant els espais com ecosistemes naturals. Tracten de crear parc ecològics i espais verds d'aliments i també en grans aglomeracions urbanes.

L'agricultura ecològica té aspectes pseudocientífics relacionats amb la interacció metafísica amb la naturalesa, encara que les tècniques d'aquesta agricultura provenen d'altres i de l'agronomia. Hem de tenir en compte que l'agricultura ecològica neix com a resposta de la conscienciació –sobretot als anys vuitanta- per la sostenibilitat de l'agricultura i la preocupació dels consumidors de proveir-se amb aliments més sans i més respectuosos amb el medi. No obstant, són uns ideals que aporten valor i respecte amb el medi, per tant, lloables i apreciats. De totes les maneres, molt més valuosos, en la meva opinió, que els de l'agricultura convencional, que prioritza el benefici.

La regulació de l'agricultura ecològica

El marc legal de l'agricultura ecològica està establert per la Unió Europea, per a la producció vegetal i animal es defineix en la Política de Qualitat dels Productes Agroalimentaris. Aquesta política,

impulsada als anys noranta, pretén respondre a la demanda cada vegada major de productes amb qualitats específiques i diferencials als productes estàndard de l'agricultura convencional. L'agricultura ecològica també inclou valors ambientals i socials.

La reglamentació de l'agricultura ecològica és necessària per establir unes normes comunes de producció, control i etiquetatge per a tots els productes ecològics comercialitzats en la UE, així com per evitar la competència deslleial i els fraus. El compliment de la normativa garanteix al consumidor que els productes obtinguts han estat cultivats i processats d'acord amb els principis de l'agricultura ecològica. L'última llei en vigor sobre la producció ecològica de la UE és el Reglament (CE) 834/2007⁴.

A causa de l'entrada en vigor del decret comunitari sobre agricultura ecològica, es publica a Espanya el Real Decreto 1852/93 sobre producció agrícola ecològica, on es reconeix a les Comunitats Autònomes la competència exclusiva per aplicar directament el reglament europeu i dictar les normes necessàries per al seu compliment. L'organisme que controla la producció agrícola ecològica a Catalunya és el Consell Català de la Producció Agrària Ecològica.

Ajudes agroambientals a la producció ecològica

Les ajudes des de la UE venen com a mesures d'acompanyament de la PAC, incloses en la Política de Desenvolupament Rural. Es regulen pel Reglament (CE) 1257/99 del Consell Europeu. Des del 2009, amb el Reglament (CE) 73/2009 es modifiquen els reglament anteriors, de manera que tots els agricultors que rebin ajuda de la PAC han de complir amb el requisits estipulats a l'Annex II i III del Reglament (CE) 73/2009 del Consell Europeu.

Fitosanitaris permesos l'agricultura ecològica segons el Reglament (CE) 889/2008:

Només permet aquells d'origen natural: microbians, botànics i minerals que compleixin amb les bases de protecció ambiental i la ideologia de qualitat de producte pròpia d'aquesta agricultura.

La taula del reglament europeu amb els fitosanitaris permesos es troba a l'Annex I.

Conclusions de l'agricultura ecològica

En conclusió, l'agricultura ecològica, per les seves característiques, està basada en protegir el consumidor, el producte i la naturalesa. És, potser, d'una ideologia que caldria difondre. Afegeixo que en les últimes dècades ha començat a haver-hi una gran preocupació per l'escalfament global, provocat bàsicament per les emissions de diòxid de carboni a l'atmosfera, i l'agricultura ecològica no requereix recursos energètics a gran escala. Per tant, és un mètode racional, sostenible i sa. No s'entrarà en detall en la discussió de la diferència entre els productes ecològics i els convencionals pel que fa al contingut de residus tòxics, ja que no es pot aportar informació nova en aquest treball. Només cal dir que els productes ecològics només són tractats si es necessari i amb productes que es tornen innocus al cap de poc temps per la degradació que pateixen, en canvi, els conreus

⁴ Consultar regulació de l'agricultura ecològic amb les bases del Reglament (CE) 834/2007 a l'annex VI

convencionals es tracten amb insecticides sintètics, que són més persistents. De totes les maneres, el producte de l'agricultura ecològica, és de més qualitat, encara que més vulnerable a infestar-se de patògens, però es controla exhaustivament. No dic que els vegetals tractats químicament no siguin segurs, ni molt menys. Teòricament, les autoritats s'esforcen per mantenir uns llindars de seguretat el més preventius possible.

Per tant, el conreu ecològic domèstic que es realitzarà a l'experiment es basarà en deixar que les plantes creixin lliures i només es realitzaran tècniques de prevenció i tractaments amb sabó⁵ si s'infecten. La filosofia de l'agricultura ecològica envers els insecticides és la de no aplicació.

En el treball la legislació està centrada en la dels conreus ecològics perquè és la més restrictiva en l'ús d'insecticides. En el cas de l'ús d'insecticides en l'agricultura convencional poden ser utilitzats tots aquells que estiguin comercialitzats legalment a l'Estat amb el nombre d'aplicacions i el període de seguretat abans de la collita estipulats en els envasos de cada producte. Per a l'agricultura amb MIP es restringeixen aquells d'espectre ampli i es permeten tots els de l'agricultura ecològica. Ja s'han concretat els casos que es poden aplicar.

Context internacional sobre l'ús d'insecticides

La visió general de la legislació diferent d'alguns països permet que tinguem exemples de les conseqüències de l'agricultura amb insecticides i sense. La propagació de l'agricultura intensiva en els països desenvolupats pot afectar indirectament sobre la regulació d'insecticides a altres països. A més, s'avaluen per sobre altres aspectes que fan decidir l'elecció d'una agricultura o d'un altra amb l'aparició de nous aspectes que farien inclinar la balança, com pot ser el desenvolupament econòmic del país.

L'any 2000, durant les fases finals del procés de registre de l'insecticida clorfenapir, l'EPA va declinar l'autorització del seu ús per al control de plagues del cotó a causa del risc crònic que representa per a la reproducció de les aus. No obstant això, els processos de registre de cada país són idiosincràtics, així, el clorfenapir manté el seu registre d'ús i és àmpliament utilitzat en plantacions de cotó a Austràlia i a tota l'Àsia (Gregor J. Devine, 2007). Aquest és només un dels exemples del canvi de Reglament entre diferents països i la diversa flexibilitat que presenten. El desenvolupament tècnic i els motius econòmics són de les principals causes de les diferències de legislacions entre països.

És una desafortunada realitat que els insecticides són una opció tan atractiva i econòmica per al control de plagues que els agricultors no canviaran les seves pràctiques de manera voluntària a menys que un esdeveniment insuperable o una legislació els obligui a fer-ho. La importància d'això és que no existeix un consens global sobre el cost i el benefici d'utilitzar determinats insecticides. Aquestes irregularitats són molt comunes en els països en vies de desenvolupament on no existeixen procediments per al registre i coneixement rellevant sobre els efectes ambientals, ni informació bàsica sobre la toxicitat o eficàcia dels compostos que fan servir. Els insecticides "altament tòxics" són

⁵ Consultar Annex I per conèixer el llistat de fitosanitaris permesos a l'agricultura ecològica a Europa.

la principal categoria de pesticides en ús en molts dels països més pobres i «més de 50 dels 60 països en vies de desenvolupament que van respondre un qüestionari de la FAO el 1993 van reportar que no estaven estudiant els efectes dels pesticides en el medi ambient (Gregor J. Devine, 2007)».

El procés per establir la Convenció d'Estocolm sobre els contaminants orgànics persistents (DDT, Aldrin, dieldrin) es va iniciar el 1995, dècades després es va reconèixer la necessitat de controlar aquests productes, i va caldre sis anys més perquè fos ratificada en la seva totalitat. L'actual Directiva d'exempcions per Pesticides de la Comunitat Europea (91/414/EEC) va entrar en vigència el 1993 i busca assegurar una major harmonització dels pesticides aprovats pels diferents estats membres europeus.

Un consens mundial sobre l'ús de pesticides garantiria que el món estigués sota protecció dels insecticides més perillosos. Els països menys desenvolupats tenen poca regulació a l'aplicació d'insecticides. No obstant els insecticides convencionals són més barats i a aquest països no es coneix la informació que són perjudicials.

Els països més pobres i que depenen de l'agricultura tenen una desesperada necessitat de capacitació legislativa i tècnica en temes sobre els riscos i perills dels insecticides i dels recursos financers necessaris per realitzar aquestes tasques. Sense un esforç més global en aquesta àrea, estem condemnats a repetir l'ús excessiu i la mala gestió dels insecticides i a la destrucció constant i cada vegada més gran del nostre medi ambient.

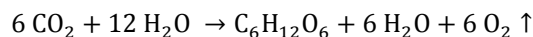
A tot el món existeixen productes agrícoles suficients per eliminar la fam mundial, però l'agricultura intensiva prioritza el benefici econòmic per sobre del benestar social. Els productes es venen per obtenir beneficis i la gent que pateix fam no té el capital econòmic per obtenir els aliments. D'aquí que hi hagi manca d'aliments als països subdesenvolupats i, per tant, una major flexibilitat legislativa en quant a l'ús de fitosanitaris. Gran part de les produccions agrícoles s'estan traslladant a aquests països, però aquests conreus serveixen per cobrir la demanda dels països desenvolupats que opten per importar abans de tenir els seus propis conreus. Les legislacions als països menys desenvolupats acostumen a ser menys exigents i es pot propagar l'ús d'insecticides convencionals que són menys costosos, però més contaminants.

Coneixements previs relatius a les plantes

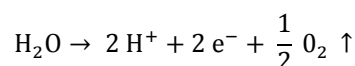
L'experiment implica conrear plantes, concretament mongeteres *phaseolus vulgaris*, que hauran d'estar sota condicions favorables o, com a mínim, totes han d'estar en les mateixes condicions. Les plantes, com a organismes autòtrofs, es nodreixen del medi fabricant la seva pròpia matèria orgànica a través de la fotosíntesi. Les condicions de l'entorn afecten els intercanvis de matèria i energia entre l'individu i la natura, ja sigui per la presència de nutrients, possibilitat d'intercanvi, clima, temperatura, humitat, llum, presència de substàncies tòxiques, etc. Aquests factors poden afectar el metabolisme de les plantes. Segons la hipòtesi, si l'insecticida afecta el seu anabolisme, que està directament relacionat amb el creixement, pot tractar-se d'un inhibidor del creixement. S'estudien altres factors que poden influir per controlar-los i interpretar possibles errors experimentals.

El metabolisme és el conjunt de reaccions químiques que es produeixen a l'organisme. En aquestes reaccions hi ha intercanvis de matèria i energia amb l'entorn. Es divideix en anabolisme i catabolisme. L'anabolisme és el conjunt de reaccions de biosíntesi de matèria útil per a l'organisme, ja sigui per nodrir-se, créixer, regenerar teixits, emmagatzemar energia, etc. D'altra banda, el catabolisme, el qual no analitzarem perquè no està directament relacionat amb el creixement, és el conjunt de reaccions de degradació o oxidació de molècules per produir energia. També pot haver-hi un descens del creixement per dèficit d'energia.

L'anabolisme de les plantes autotròfiques fotosintètiques, com en el cas de *phaseolus vulgaris*, consisteix en fabricar matèria orgànica, com la glucosa, a partir de matèria inorgànica i una aportació d'energia, la llum. Aquest procés que realitzen les plantes verdes s'anomena fotosíntesi oxigènica. L'equació química general de la fotosíntesi oxigènica és:

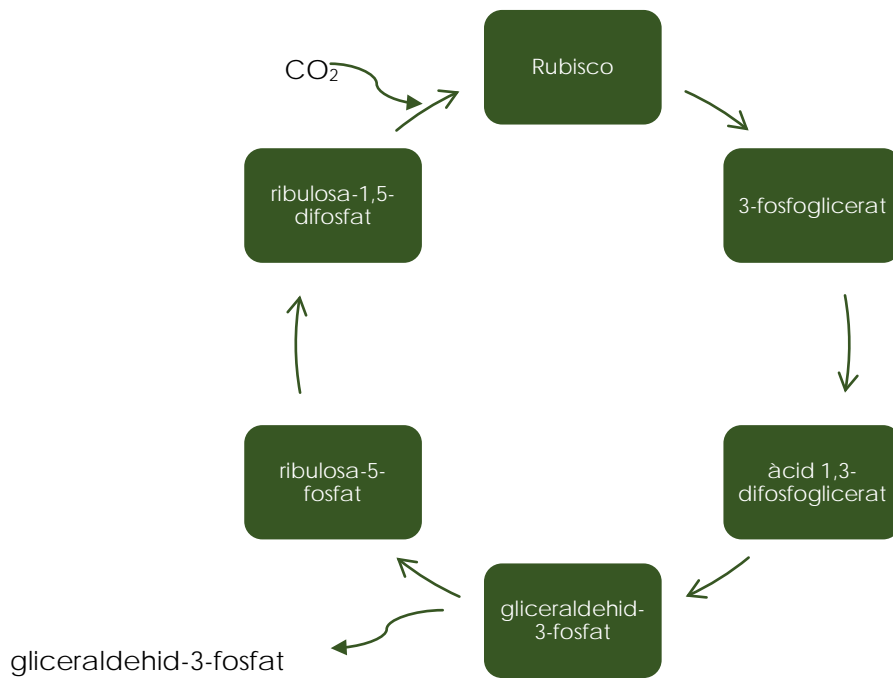


La fotosíntesi consta de dues parts: la fase lluminosa i la fase fosca. La reacció es dona en etapes de manera que es produeixen molts passos, que consisteixen en reaccions químiques catalitzades per enzims específics, ja que no és possible assolir els nivells d'energia i la configuració molecular concreta en un sol pas, a l'organisme. Durant la fase lluminosa s'excita un electró per cada dos fotons de longitud d'ona específica. De manera que aquests electrons s'utilitzaran per reduir ADP i produir la fotofosforilació, en la qual es produeix ATP i poder reductor, NADPH. Els electrons excitats s'alliberen de molècules de pigments fotosintètics, presents a les membranes dels tilacoides dels cloroplasts, a les cèl·lules del vegetal. Per tornar a reduir les molècules que han perdut els electrons es produeix la hidròlisi de l'aigua per aconseguir electrons:



L'ATP és una biomolècula que s'utilitza com a moneda d'intercanvi energètic en el metabolisme. Pot trencar els enllaços del segon i tercer fosfat, fosforilar, per alliberar l'energia necessària per produir altres reaccions químiques. Aquesta energia serà la utilitzada per reduir l'aigua i el diòxid de carboni en glucosa. En la biosíntesi de glucosa es produeix oxigen que es alliberat al medi i aigua metabòlica,

que resta a l'organisme. El NADPH és un «fosfat dinucleòtid de nicotinamida i adenina» (Arias, Barrachina, Closas, & Ferrer, 2009). La seva funció es reduir-se amb els electrons que s'alliberen pels fotons i transportar els protons (H^+) i electrons per reduir un altra molècula en un procés de reducció. L'ATP i el NADPH s'utilitzaran en la fase fosca per fixar el CO_2 de l'aire i transformar-lo en gliceraldehid-3-fosfat, mitjançant el Cicle de Calvin (Gràfic 1). A partir de gliceraldehid-3-fosfat es pot produir glucosa, altres monosacàrids, àcids grassos, glicerina o aminoàcids. Per tant, es produeix la matèria orgànica que necessita la planta per créixer.



Gràfic 1: Cicle de Calvin

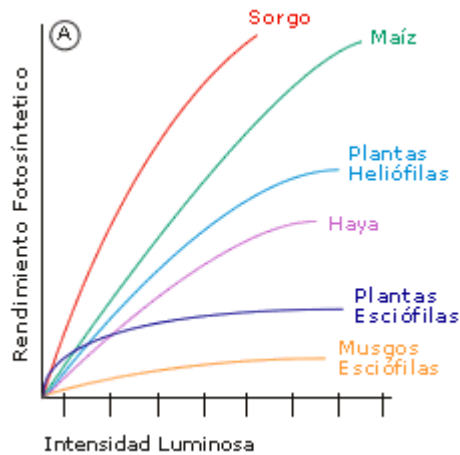
El que és important és que perquè es produeixi la reacció de la fotosíntesi i la planta creixi s'han de donar unes condicions favorables. Si les condicions no són òptimes la fotosíntesi es veu afectada i el creixement és menor o està retardat. Per això cal saber quins factors poden afectar al creixement, per no confondre el descens de la taxa de creixement provocat per les condicions de l'entorn amb el provocat per els insecticides. De totes maneres, totes les plantes es troben en les mateixes condicions i són de la mateixa espècie, per tant totes les plantes seran afectades de la mateixa manera. L'únic factor que varia d'uns subjectes a uns altres és el producte insecticida aplicat. No obstant, per valorar possibles errors experimentals cal tenir en compte aquesta informació sobre anabolisme. En l'experimentació s'espera que el conreu de les plantes no superi els tres mesos. Passat aquest interval, les condicions climàtiques seran desfavorables i les mongeteres no donaran fruit.

Factors de l'entorn que influeixen en el creixement de les plantes

- La intensitat lumínica. Hi ha més rendiment fotosintètic amb més intensitat de llum. Cada planta té els seus límits i intervals de màxim rendiment. En el cas de les plantes C_3 , com

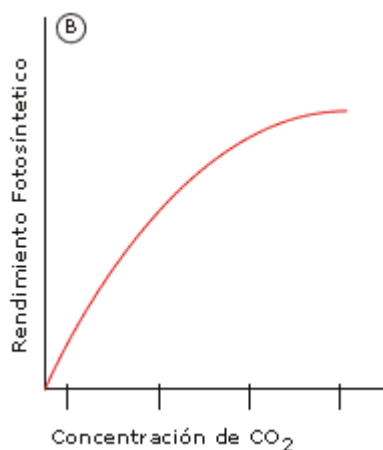
phaseolus vulgaris que és heliòfila, hi ha un límit màxim d'intensitat en que els pigments fotosintètics s'oxiden de manera irreversible.

1: Gràfic intensitat lumínica-rendiment fotosintètic (El proceso de la fotosíntesis, 2013)



- La concentració d'O₂. L'oxigen competeix amb el CO₂ en el procés de fixació per l'enzim Rubisco (consultar gràfic del cicle de Calvin). Llavors, quan la concentració d'O₂ supera la concentració de CO₂ la planta entra en estat de fotorespiració, pel qual la planta degrada els productes de la fotosíntesis. Quant més alt sigui la concentració d'oxigen més baix és el rendiment fotosintètic.
- La concentració de CO₂. El procés de la fotosíntesis augmenta en augmentar la concentració del CO₂ fins a arribar a la saturació de l'enzim Rubisco:

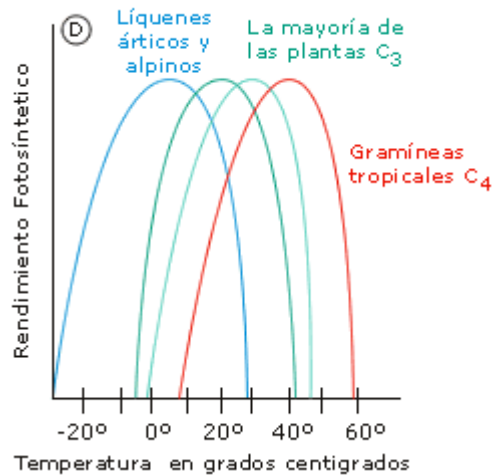
2: Gràfic concentració de CO₂-rendiment fotosintètic (El proceso de la fotosíntesis, 2013)



- L'aigua. Quan falta l'aigua els estomes de la planta, per on entra el CO₂ per fixar-se, es tanquen per evitar l'assecamet. Com a resultat, el procés fotosintètic decreix.
- La temperatura. Amb temperatures baixes les reaccions químiques es produeixen en menor quantitat i amb temperatures altes es produeixen alteracions en els enzims i, fins i tot, la

desnaturalització, en la qual l'enzim perd la seva estructura i la planta mor. Per tant, cada planta està adaptada a viure en unes condicions de temperatura diferents:

3: Gràfic temperatura-rendiment fotosintètic (El proceso de la fotosíntesis, 2013)



- Altres factors.
 - o Micronutrients. Els micronutrients o oligoelements són necessaris per al desenvolupament de la planta però en moltes petites quantitats. Si falten aquests micronutrients no es poden fabricar certs enzims i, per tant hi ha dèficit. Per exemple, «el Fe és indispensable per a la síntesi de clorofil·la, i el seu dèficit provoca clorosi» (Arias, Barrachina, Closas, & Ferrer, 2009). Per tant, la composició de la terra és una variable important a tenir en compte per al control de factors que poden afectar a l'experiment.
 - o Estructura de la planta. L'estructura de les fulles, la quantitat d'estomes oberts, la quantitat de clorofil·la, etc. Són altres factors que influeixen en la fotosíntesi. En aquest experiment no són rellevants perquè totes les plantes són de la mateixa espècie.

Retardants químics del creixement

D'altra banda, un altre concepte al qual cal referir-se és el de retardant o inhibidor del creixement. Aquests compostos són molècules que provoquen trastorns en el control de l'anabolisme i, per tant, una disminució del creixement. La hipòtesi plantejada vol comprovar si és possible que l'insecticida actuï com un d'aquests compostos. No es coneixen totes les vies metabòliques que hi ha en les plantes, així com tots els efectes que produeixen els insecticides en l'organisme. Com no es pot predir teòricament, es comprovarà experimentalment.

El piriproxifen és un insecticida sistèmic, per tant entra en el metabolisme de la planta i pot resultar-li tòxic. Si interactua amb els processos químics que es produeixen es poden produir trastorns que afectin el creixement.

Disseny experimental

Problema

S'ha vist que cadascuna de les tècniques agrícoles exposades fan una restricció menor o major de l'ús d'insecticides, degut a que interessin unes característiques més que unes altres. Així l'agricultura convencional prioritza una major producció, l'agricultura amb MIP una producció estable a llarg termini i respectuosa amb el medi i l'agricultura ecològica un producte de qualitat compromès amb la natura i el benestar social. Però, **què passaria si l'ús mateix d'insecticida provoqués una menor producció?** És a dir, si l'insecticida actués com a inhibidor del creixement en les plantes conreades. Si el percentatge que es redueix el creixement és considerable, s'hauria de tenir en compte a l'hora de decidir-se entre una tècnica o una altra. És clar que els insecticides augmenten la producció perquè eliminen les plagues que es mengen els conreus, però s'ha vist perquè el MIP pot pal·liar aquest problema en gran mesura. Llavors el insecticides que es fabriquessin haurien de garantir que no afecten negativament al creixement de la planta.

La hipòtesi, per tant, és que els insecticides poden tenir aquest efecte inhibidor en el creixement. L'agricultura convencional, vist l'impacte nociu que té en el medi i la societat seria encara més desestimada amb l'aval de l'experiment.

Hipòtesi

Potser l'ús d'insecticides en els cultius provoca una menor producció o un creixement endarrerit.

Potser l'ús d'insecticides no afecta el creixement de la mongetera.

Deducció

Si suposem que l'ús d'insecticides d'un tipus de tractament o un altre influeix sobre el creixement de la planta, al cap d'un temps determinat i igual per a cada conreu, aquells amb menor ús d'insecticides hauran desenvolupat plantes més sanes, més grans i amb major producció (en major o menor quantitat, però s'haurà demostrat que afecta), en canvi, els conreus amb major ús d'insecticida o ús d'uns de més nocius hauran desenvolupat plantes de menor producció de matèria orgànica o més petites. A més, en aquest cas, les plantes de control (sense tractament) haurien de presentar la major producció i el major desenvolupament, tot tenint en compte que cap de les plantes es atacada per cap patologia.

D'altra banda, si suposem que el tipus de tractament i, per tant, l'ús d'insecticides no afecta el creixement, totes les plantes tindran gairebé el mateix creixement i la mateixa producció.

Variables dependent i independent

La variable independent és el tractament plaguicida que rep cada cultiu. Es fan tres conreus corresponents a l'agricultura ecològica, l'agricultura amb MIP i l'agricultura convencional. Cada conreu adaptat a les característiques reals dels conreus comercials. El convencional rep tractament amb l'insecticida JUVINAL (piriproxifen 10%), mentre que l'agricultura amb MIP rep tractament amb Belthirul (*B. Thuringiensis* 32%). El conreu ecològic es tracta amb sabó a les fulles en cas que sigui necessari perquè la filosofia d'aquesta tècnica és la de actuar en conseqüència als perills potencials. La varietat de possibilitats fa que els resultats siguin vàlids només qualitativament. Recordo que es vol conèixer si té un efecte sobre el creixement l'ús d'insecticides en cada tipus de conreu, no s'avalua en un mateix context la variació de creixement. Només es conclourà, amb els diferents tractaments, si un tipus d'agricultura té més efecte negatiu sobre el creixement d'una planta o no, que seria un altre factor a tenir en compte a l'hora d'avaluar quin tipus d'agricultura és millor per a un context o un altre.



Fotografia 1: Juvinal



Fotografia 2: Belthirul

Les variables dependents seran l'altura de la tija i total de la planta i la massa de la producció total de totes les rèpliques de cada conreu. Amb aquestes dades es podrà avaluar quines plantes han tingut un major desenvolupament i, consegüentment, una major producció.



Fotografia 3: Brot de mongeta



Fotografia 4: Mongeta adulta

Variables controlades

S'han vist els efectes que alteren el creixement de la planta. Totes les plantes estan situades a la mateixa ubicació, per tant reben la mateixa irradiació solar. El clima és igual a tot l'hort i la humitat es controla durant el reg. El reg es fa en el mateix moment per a totes les plantes i reben la mateixa quantitat d'aigua. És important que no intervinguin altres factors com patologies, substàncies tòxiques, males herbes, etc. Es té cura que no intervingui cap organisme en el cultiu. S'utilitzen tècniques de prevenció a tot l'hort. Aquestes tècniques són les del MIP⁶ que es realitzen més acuradament en els cultius de MIP, control i ecològic. L'hort es troba rodejat per una tanca de fusta per evitar l'entrada d'animals.

Durant el tractament químic, se separen els testos que seran polvoritzats i després es retornen a la seva ubicació dins de la estructura de fusta construïda amb el propòsit d'evitar que els insecticides afectin altres grups de plantes. En el cas de les plantes dels bancals, les fumigades estan separades de les de control. No obstant, la ruixada de la dissolució es fa amb un artefacte que llença un raig d'aigua de gotes grosses, per tant no s'escampen amb facilitat.

La composició del terra és igual per a totes les plantes d'una generació. Així s'evita que una planta tingui diferent disponibilitat de matèria orgànica i micronutrients. Totes les llavors són de la mateixa espècie i del mateix envàs per evitar que hi hagi variabilitat genètica que pugui afectar els resultats. Inevitablement hi ha un petit factor genètic que pot influir, ja que les plantes no són clons i poden haver patit mutacions que les facin diferents quant a taxa de creixement, resistència a factors

⁶ Consultar guia del MIP a l'annex V

ambientals, resistència a inhibidors de creixement, etc. Per això, es fa la mitjana dels resultats i rèpliques de l'experiment per reduir **l'error causat per l'atzar**. L'error es mesura qualitativament i raonadament a les conclusions.



Fotografia 5: Llavors



Fotografia 6: terra dels testos

L'experiment no es pot sotmetre a unes condicions perfectes i exhaustives de control de variables. Per reduir l'error experimental s'haurien de fer més rèpliques, tenir unes condicions de cultiu impecables, utilitzar diferents productes per aprofundir en la hipòtesi, utilitzar altres tipus de plantes, utilitzar diferents concentracions de producte en el tractament i recollir més dades.

Disseny

L'experiment consta d'una única fase: el conreu de mongeteres tractades segons cada tècnica. El disseny està plantejat per donar les mateixes condicions a totes les plantes i canviar només un factor, el tractament amb insecticida. Per tant, les plantes de cada grup estan separades de les altres.

S'han plantat dues generacions de mongeteres. Es divideix el conreu en dues generacions per augmentar el nombre de rèpliques. En la primera generació es presta especial atenció a la massa de la planta a l'etapa final del seu creixement. Així aquestes plantes són pesades amb totes les seves parts: arrels, tija, fulles i fruit i serviran per mesurar la producció. També se'ls mesura el creixement. Com que és difícil estudiar el creixement d'una planta, mesurar la seva altura és la manera escollida perquè reflecteix la salut i maduresa d'una planta. Com s'ha dit es mesura l'altura de la tija, que s'ha fixat mesurar fins a l'últim brot d'aquest; i l'altura total, fins a l'última fulla. Els resultats es poden dividir en creixement de la tija o creixement total. La mitjana entre les dues mesures serveix per reduir l'error,

que pot causar-se, en aquest cas, per error humà per males lectures de la longitud. En l'altra generació de plantes es presta més atenció en el creixement en les etapes inicials del desenvolupament. En la primera generació no s'han tractat les plantes amb els insecticides fins passat un temps. En el cas de la segona generació s'han tractat des de les primeres setmanes, quan les plantes encara mesuraven 3-4 centímetres de mitjana. Es poden unir els resultats de la primera generació amb la segona, de manera que es tindrà un recull complet del creixement de la planta tractat amb insecticida des d'una etapa precoç fins a l'estat final. En ambdues generacions les condicions (variables controlades) són les mateixes, excepte la composició de la terra. La primera generació està plantada amb terra comercial, mentre que la segona generació directament al sòl, però és independent dels resultats perquè només s'estudia el creixement en relació amb les plantes de control. Per tant, acoblar les dues línies de temps no té repercussió en les dades sobre l'altura. Així s'estableix que el creixement fins a un dia està mesurat a les plantes de la segona generació, que són les més joves; i el creixement a partir d'aquest dia està comptabilitzat en les plantes de la primera generació.

La primera generació, com que és important la producció de matèria orgànica que fan, són plantades en terra de composició idèntica i amb la mateixa quantitat. Després de deixar brotar les llavors es traspasa una planta a cada test. Cada test té el mateix volum de terra (2,5l). En total es posen vint-i-quatre mongeteres. El total de plantes es divideix en quatre grups de manera que estiguin repartides les plantes de més qualitat. No tots els brots creixen idèntics. Es reparteixen qualitativament per fer grups equitatius. Es numeren per tenir un control individual de cada planta. Les altures sempre són apuntades de manera que es diferencia cada individu per descartar una planta si es modificada per algun factor que alteri els resultats, com la mort o la infecció d'una planta. Les plantes numerades de l'1 al 6 corresponen a l'agricultura convencional, les del 7 al 12 a l'ecològica, les del 13 al 18 a l'agricultura amb MIP i les del 19 al 24 són les de control, que no reben cap tractament.



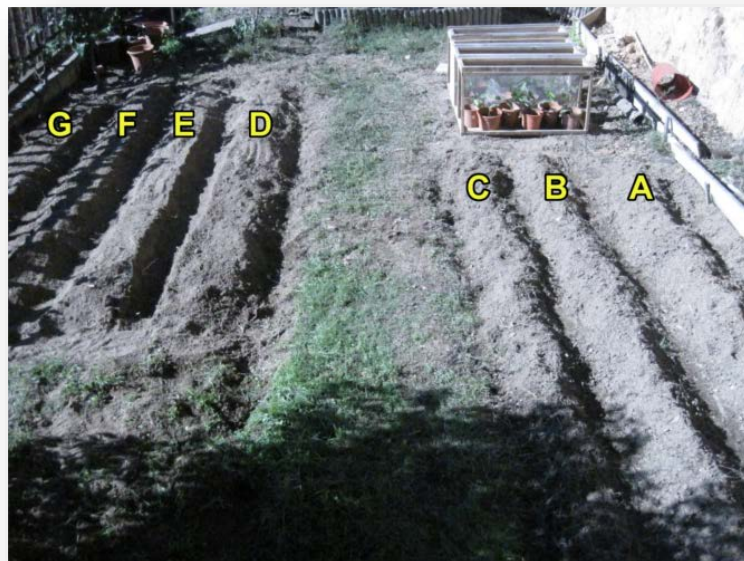
Fotografia 7: Testos

Els testos es col·loquen en una estructura de fusta de 1,5m de llarg, 1m d'ample i mig metre d'altura dividit en quatre compartiments⁷. Cada compartiment està dividit dels altres per una xarxa de plàstic fina. El propòsit és mantenir aïllats els quatre grups, de manera que no hi hagi contacte entre les plantes i els insecticides no es creuin per acció del vent. En efectuar les fumigacions d'insecticides sempre es treuen les plantes d'un grup i s'allunyen de la resta perquè les partícules no es dipositin sobre altres plantes.

En el cas de la segona generació el procediment varia. S'ha utilitzat un hort d'aproximadament 60 m². Es prepara el terreny segons les tècniques de l'agricultura amb MIP i l'ecològica. Es llaura la terra a mà amb pic i aixada i s'elimina la matèria vegetal que hi havia, així com les males herbes. La superfície destinada a la plantació es divideix en bancals⁸. La terra és homogènia i de qualitat semblant a tot l'hort. Els darrers anys ha estat utilitzat per conreu d'horticoles utilitzant la tècnica de rotació de conreus i cada any s'ha preparat el terreny amb compost natural i fems. Després, es planten les llavors amb una separació mínima de 6-7 cm per garantir que cada planta té espai suficient per desenvolupar-se correctament. Els bancals es classifiquen en els grups registrats durant la primera generació. En total es fan set bancals. Com que quatre bancals estan separats de la resta aquest reben els tractaments. Es nomenen els bancals de control A, B i C; els bancals amb MIP, D i E; i els de convencional, G i F (fotografia 8). Per prendre les mesures, com que aquesta generació només serveix per dades sobre el creixement en etapes primerenques, es mesura únicament l'altura total perquè en plantes joves l'altura de la tija és molt similar a l'altura total. Llavors, es fa la mitjana de les altures de totes les plantes de cada bancal.

⁷ Consultar a l'annex II el plànols de l'estructura de fusta dibuixats per ordinador.

⁸ Bancals: tros de terra plana conreada, limitada per marges o rases. (Institut d'Estudis Catalans, 2013)



Fotografia 8: Bancals i testos

Per últim, totes les plantes es reguen amb aigua sempre que la humitat del sòl no sigui l'adequada. Es vigila cada dia que la terra estigui humida fent un testeig amb la punta dels dits. Es vigila que cap planta agafi cap malaltia o plaga. Les plantes infectades, malaltes o mortes es rebutgen. Les fulles que s'hagin assecat es poden.

Es mesura l'altura de la tija i l'altura total de la planta cada quatre o cinc dies i es fa mitjana de les rèpliques per a cada grup de plantes per veure els creixement en el temps. El procediment es fa amb una cinta mètrica i s'apunten en una llibreta les altures per a cada planta.

Tractament

La freqüència d'aplicacions dels dos insecticides comercials utilitzats és major a la legal. S'estudia si afecta l'insecticida al creixement, no s'estudia en quina quantitat. S'ha optat per augmentar la quantitat per potenciar més la variable independent. Igualment, si es demostra que l'altura disminueix en el conreu convencional amb major nombre d'aplicacions, també amb menor nombre d'aplicacions existirà l'efecte inhibidor del creixement, però a menor escala.

Per al conreu convencional:

S'utilitza un compost comercial, el Juvinal. L'aplicació s'efectua en polvorització normal amb un envàs polvoritzador d'un litre. Per al preparat s'utilitza 1ml per litre d'aigua. S'aconsegueix una preparació de 0,5% de concentració. Per mesurar 1 ml s'utilitza el tap de l'envàs de l'insecticida. Es realitza un tractament per setmana des de la primera aplicació.

Per al conreu ecològic:

No es realitza tractament químic. Els fitosanitaris utilitzats en l'agricultura ecològica són naturals, ja sigui d'origen microbià, vegetal o mineral, per tant no han de presentar contraindicacions en la el

creixement de la planta. S'utilitzaria sabó en el cas que sigui necessari controlar una plaga per a ús domèstic, però amb els mètodes emprats les plantes no n'agafen i es rebutgen les que sí. Es realitzen mètodes mecànics segons la regulació de l'agricultura ecològica per tenir cura de la planta i evitar que pateixi alguna patologia⁹.

La hipòtesi se centra en l'efecte dels productes comercials sobre el metabolisme de les plantes. Per a l'agricultura ecològica no hi ha productes comercials per a ús domèstic. L'objectiu d'aquesta agricultura és proveir-se amb recursos propis per estalviar en el control del cultiu i crear un cicle tancat d'aprofitament de matèria. Per tant, s'elimina el tractament químic d'aquesta agricultura.

Per al conreu amb MIP:

S'utilitza un compost comercial, el Belthirul. L'aplicació s'efectua en polvorització normal amb un envàs vaporitzador per a productes químics d'1 litre. El preparat es fa amb 0,5 grams de Belthirul i s'emplena l'envàs fins arribar al litre. El producte incorpora una cullera dosificadora de 0,5 grams. El tractament es realitza una vegada per setmana des de la primera aplicació. Els diferents tractaments es fan el mateix dia de manera conjunta.

Per al conreu de control:

El propòsit d'aquest cultiu és tenir un model per comparar els cultius als quals se'ls ha realitzat el tractament. Per tant, en aquest cas no es modifica la variable independent. De la mateixa manera que els altres s'ha de controlar l'estat de les plantes, però no es realitza tractament. Si els altres grups tenen un creixement menor que aquest, és possible que estigui causat per l'efecte de l'insecticida com a inhibidor del creixement i s'afirmaria la hipòtesi.

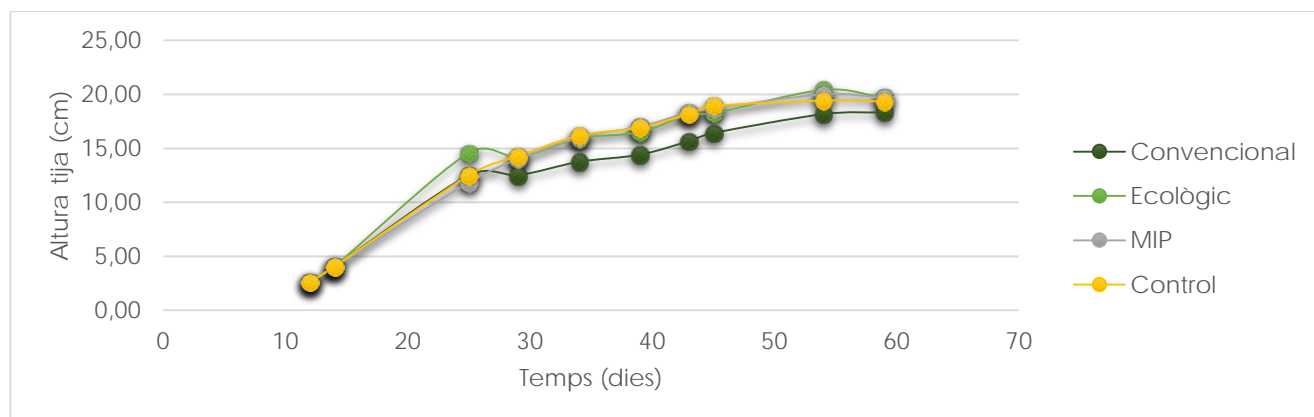
Resultats

S'han pres dades de les plantes durant 60 dies. Per als testos es diferenciaven les mesures de cada planta individualment, mentre que les plantes del bancals es diferenciaven el resultat de cada bancal. Es prenen totes les altures d'un bancal i es fa la mitjana aritmètica. En les mongeteres numerades el control és més exhaustiu, però en les altres hi havia més repliques. En total hi hagueren 28 plantes en testos i al voltant de 50 plantes més als bancals. Les plantes dels bancals que patien alteracions es descartaven immediatament. Aquestes, les de la segona generació, han servit per prendre quatre mesures fins que les condicions ambientals no eren propícies pels vegetals. Les dues primeres mesures s'adhereixen al gràfic general de creixement. La resta corresponen a la primera generació de plantes.

Es comptabilitza dia zero el dia que les llavors s'hidraten per començar a germinar. No broten i arriben a una altura de 1-2 cm fins al dia 12, data de la primera mesura. El dia 25 les plantes es trasplanten als testos. Durant unes dies el creixement diari disminueix lleugerament. El pendent del gràfic 1 mostra entre l'interval 25-30 un pendent menor. Les plantes experimenten pèrdua de fulles i, per tant,

⁹ Consultar regulació de l'agricultura ecològica a l'annex VI

disminueix la seva altura. Aquest efecte provoca una evolució negativa de la corba del grup ecològic al gràfic 1 en l'interval 25-30. A més, s'ha d'afegir l'error humà comés a les mesures, que pot variar als 0,2-0,4 cm, un error relatiu aproximat d'un 2%. El dia 59 es fa l'última mesura. Les temperatures baixen dràsticament, sobretot durant la nit, a partir del dia 55. Conseqüentment, l'altura de les plantes pateix els efectes del fred i disminueix 1-2cm.



Gràfic 1: Altura de la tija en funció del temps¹⁰

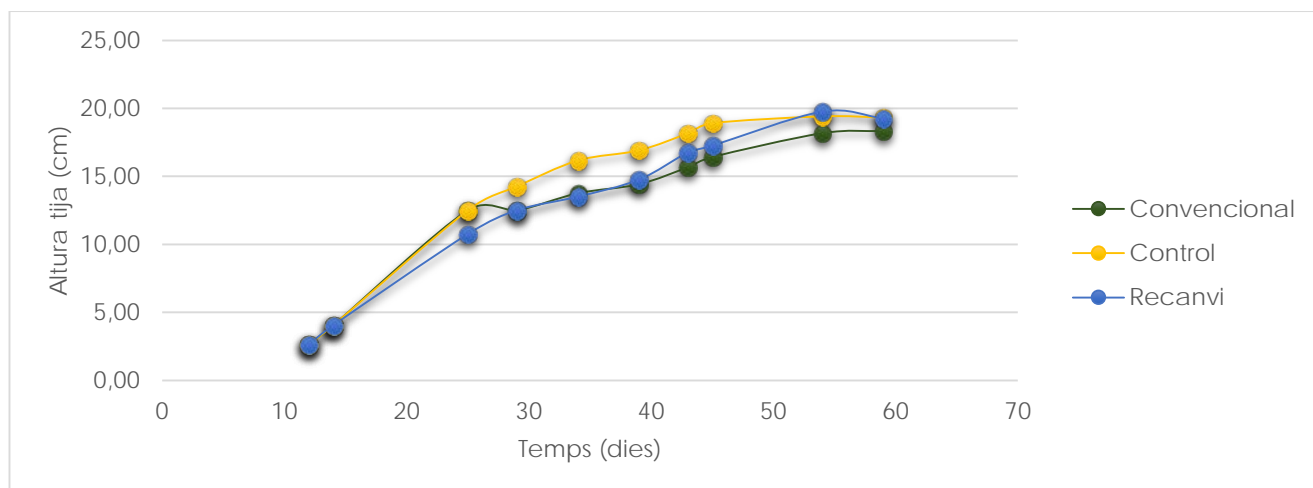
La primera aplicació del tractament amb insecticides es fa el dia 25, juntament amb el transplantament. El grup convencional, que es tracta amb piriproxifen, experimenta un primer descens important de la taxa de creixement al voltant del dia 30. En el gràfic, la corba del grup convencional es mostra per sota de la resta uns 2 cm.

No es veuen diferències significatives entre l'altura de les plantes de control i les de l'altre grup amb tractament insecticida, el MIP.

En el gràfic 2 s'ha afegit el grup recanvi. Aquestes plantes han estat plantades per substituir les de control si alguna moria. Han estat sota les mateixes condicions, per tant, poden considerar-se els seus resultats. La seva corba d'altura de la tija és similar a la del grup convencional durant l'interval 30-40 dies. Però es recupera a partir del dia 40 i s'apropa a la corba del grup control, assolint l'altura de tija pròpia de les altres plantes. Contràriament succeeix amb l'altura de la tija de les plantes del grup convencional, que han estat tractades amb insecticida des del dia 25 i, després un cop per setmana. L'altura s'estabilitza quan la planta arriba al voltant dels 20 cm per a tots els casos, excepte per a aquest grup que es troba per sota d'aquest llindar, a 18,2-18,3 cm¹¹.

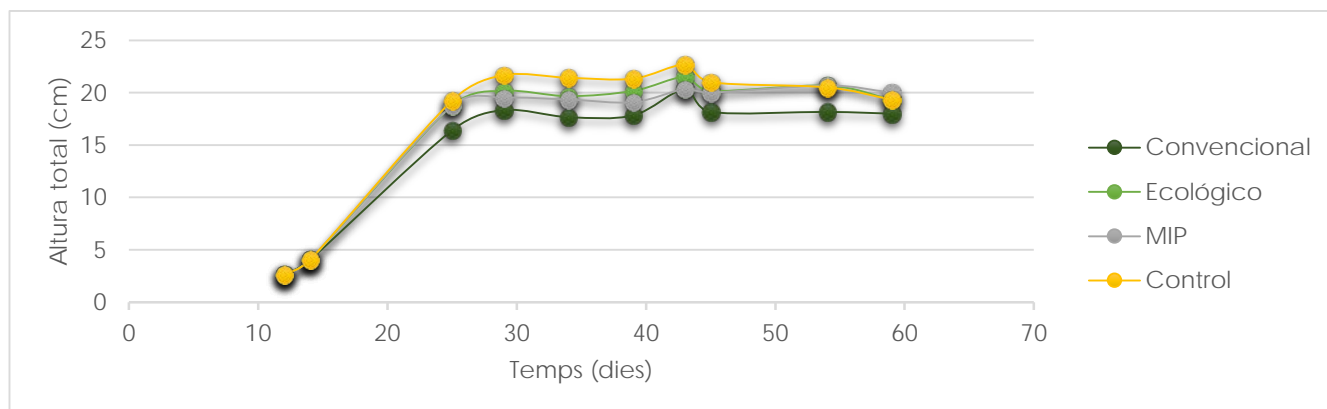
¹⁰ Consultar taula de dades a l'annex III

¹¹ Consultar altura mitjana de la tija a la taula de dades de l'annex III



Gràfic 2: Altura de la tija en funció del temps. Addició del grup de recanvi.

Quant al gràfic 3, s'ha representat l'altura total de la planta en funció del temps. Personalment considero que té més validesa per sí sola l'altura de la tija, ja que l'altura total s'ha pogut mesurar fins a una fulla que més tard s'ha perdut. Per exemple, en el gràfic 3 el dia 45 en general les plantes han tingut altures per sota de les del dia 43. Probablement degut a la pèrdua de fulles provocada per baixes temperatures o altres factor ambientals que poden afectar directament a l'altura total. No obstant, tot i que el possible error accidental és més gran en aquest cas la diferència d'altura entre el grup de control i el grup convencional és de fins a 4 cm.

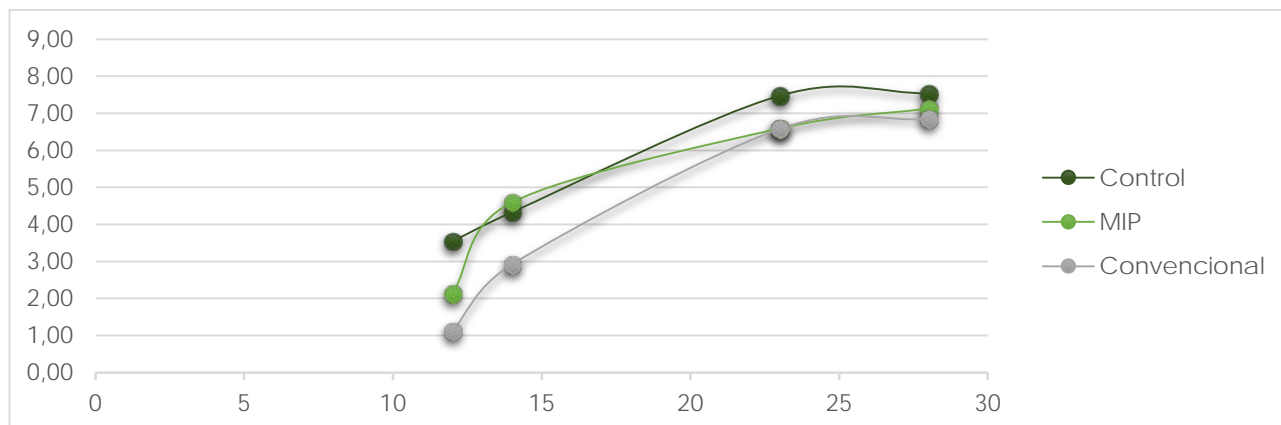


Gràfic 3: Altura total de la planta en funció del temps¹²

Les dades de les plantes dels bancals estan menys afectades per l'error aleatori que pot causar-se per l'atzar, ja que el nombre de rèpliques és més elevat (fotografia 9). En aquest cas, els primer tractament amb piriproxifen i *B. Thuringiensis* s'ha realitzat el dia 15. Es desestima la diferència d'altura abans d'aquest dia perquè no s'ha modificat la variable independent. L'altura de les plantes tendeix a estabilitzar-se amb el temps, per tant que el creixement d'una planta sigui molt alt en un principi no

¹² Consultar dades a l'annex IV

vol dir que finalment tingui una altura major que la resta, sinó que acabarà compensant-se quan la taxa de creixement s'estabilitzi i la resta pateixi un període de creixement més ràpid.



Gràfic 4: Altura de les plantes dels bancals

L'altura per a MIP i convencional s'estabilitza en el període 20-25. L'altura menor a l'última mesura correspon, un altre cop, al grup convencional. S'ha deixat de prendre dades a partir del dia 30 per glaçades (fotografia 10), que equival al dia 60 en els altres gràfics. Les plantes deixen de créixer a aquestes condicions i els resultats deixen de ser concloents, per tant, es rebutgen.

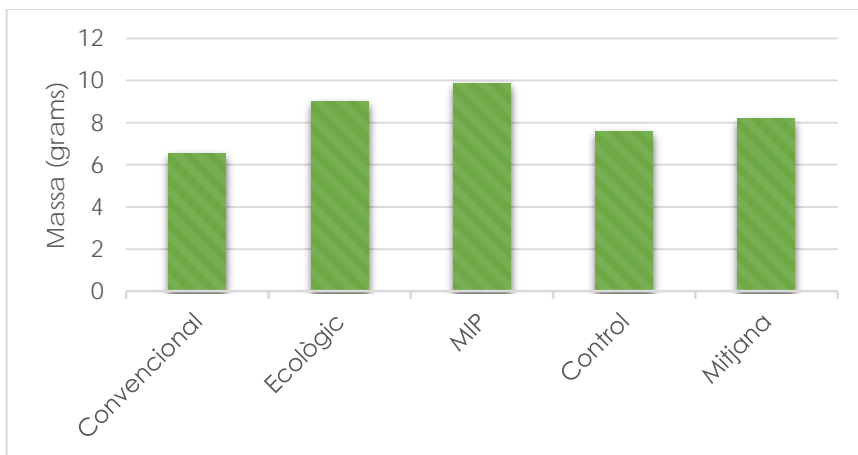


Fotografia 9: Pla de detall d'un bancal amb plantes joves



Fotografia 10: Planta amb neu

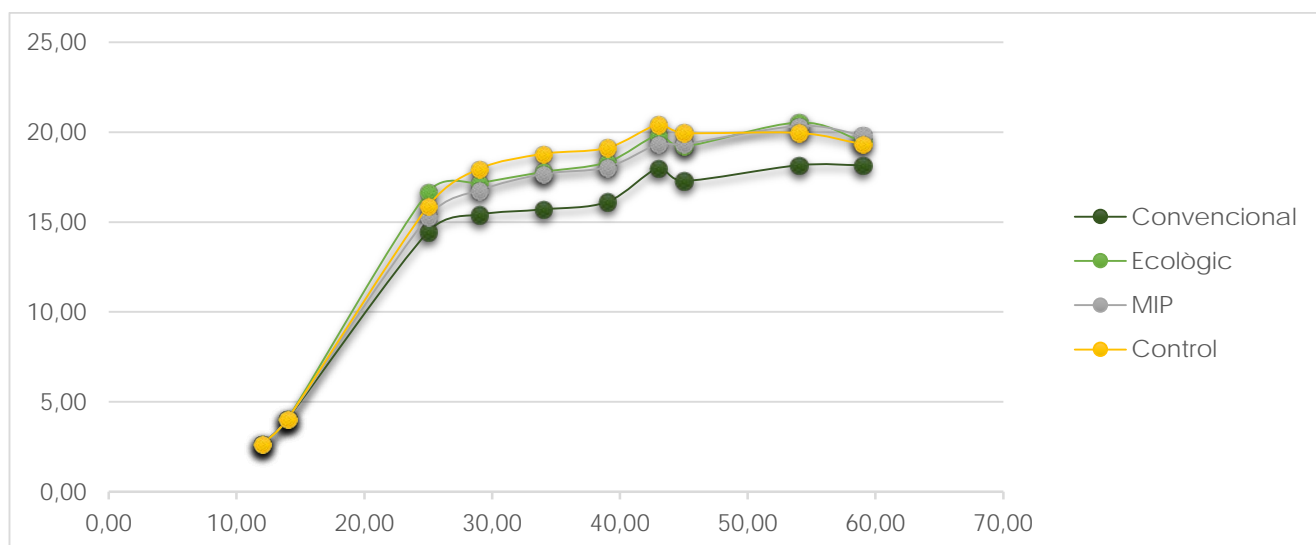
Un altre índex de creixement és la massa final de les plantes. S'ha pesat cada grup (fotografia 11) i s'ha fet mitjana entre el nombre de plantes sobrevivents de cada grup, 5 o 6 plantes. El resultat torna a confirmar que les plantes més petites són les del grup convencional:



Gràfic 5: Massa de les plantes de cada conreu



Fotografia 11: Massa en grams de les plantes de cultiu convencional



Gràfic 6: Alçada mitjana en funció del temps

Finalment, el gràfic 6 representa el resultat final de l'experiment, l'altura mitjana de les plantes de cada grup. En el gràfic, la corba ecològic i MIP són similars i gairebé estan a la mateixa altura; d'altra banda, es mostra molt diferenciada la corba convencional, sobretot respecte a la de control.

Estimació de l'error experimental

Les dades preses durant l'experiment s'han processat per ordinador per conformar les taules de l'altura de la tija i l'altura total de cada planta per cada dia que s'ha realitzat la mesura. Després, s'han realitzat els gràfics per sintetitzar el resultat i fer més visibles les variacions. A la taula 1, hi ha totes les mitjanes fetes de l'altura de la tija i total. S'han acolorit de blau els valors més alts i amb vermell els més baixos, de manera que els colors més intensos representen les dades més extremes.

Els valors més alts estan al grup de control, mentre que els més baixos a les mesures del dia 12 i 14. Aquestes coincideixen a totes les plantes perquè s'ha pres com a dada la mitjana de totes les plantes de la segona generació, les dels bancals. El creixement durant les etapes joves es valora al gràfic 4. Les mesures dels primers dies no té sentit diferenciar-les per grups perquè encara no han estat tractades i no es diferencia les plantes individualment com en el cas de les de la primera generació.

El segon valor més baix de la taula per a les altures del dia 59 és la de la planta 18, el més baix és per a l'individu 1, però aquest té mesures anteriors de 15 cm, la qual cosa fa perdre credibilitat a la certesa del valor de 14 cm. La planta 18 va estar infectada de pugons i es va podar la branca infectada. El resultat és un creixement d'almenys 1,5 cm menys que la resta. Això queda compensat per les altres plantes. Als gràfics, la corba del grup MIP es troba a l'altura de l'ecològic. Amb valors similars amb diferències de menys de 2 cm no es pot concloure que hagi hagut desviacions de creixement entre aquests grups.

Els colors blaus es concentren en una o dues plantes per a cada grup. En el cas del grup convencional, els tons són poc intensos, les plantes no han superat els 20,5 cm i només una supera els 19 cm. La desviació dels resultats és petita si exceptuem l'individu 1. En canvi, a la resta de grups hi ha en tots els casos almenys dues plantes que superen els 21,5 cm. Per tant, és pot afirmar que han crescut menys les plantes del grup convencional.

Grup	Planta	12	14	25	29	34	39	43	45	54	59
Convencional	1	2,6	4,0	12,3	14,0	13,5	14,5	15,5	15,0	15,0	14,0
Convencional	2	2,6	4,0	14,8	14,5	15,5	16,5	18,5	17,8	19,5	19,5
Convencional	3	2,6	4,0	15,5	16,5	17,5	18,0	20,0	19,5	20,0	20,5
Convencional	4	2,6	4,0	15,8	18,0	16,8	17,0	20,0	18,3	18,5	18,5
Convencional	5	2,6	4,0	12,0	13,5	14,5	14,3	16,0	16,0	17,0	17,5
Convencional	6	2,6	4,0	16,5	16,0	16,5	16,5	18,0	17,3	19,0	19,0
Convencional Average ¹³		2,6	4,0	14,5	15,4	15,7	16,1	18,0	17,3	18,2	18,2
Ecològic	7	2,6	4,0	14,5	15,0	15,5	17,0	17,5	18,5	19,5	19,0
Ecològic	8	2,6	4,0	16,0	18,0	19,0	19,8	21,5	21,0	22,3	21,5
Ecològic	9	2,6	4,0	19,5	20,0	17,5	21,0	22,5	22,5	23,5	22,5
Ecològic	10	2,6	4,0	18,5	17,5	20,3	18,5	20,0	18,5	19,5	17,5
Ecològic	11	2,6	4,0	20,0	19,5	20,0	20,5	21,5	20,0	20,5	19,0
Ecològic	12	2,6	4,0	11,5	13,0	14,5	13,3	16,0	14,8	18,0	17,5
Ecològic Average		2,6	4,0	16,7	17,2	17,8	18,3	19,8	19,2	20,5	19,5
MIP	13	2,6	4,0	18,5	18,5	20,0	21,3	23,5	22,5	23,0	21,0
MIP	14	2,6	4,0	14,0	17,5	18,5	18,5	19,0	18,5	19,0	19,0
MIP	15	2,6	4,0	17,0	19,5	19,5	20,5	21,0	20,0	23,0	21,5
MIP	16	2,6	4,0	10,8	11,5	12,8	12,0	16,0	18,0	19,5	19,5
MIP	17	2,6	4,0	18,5	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,5	23,0
MIP	18	2,6	4,0	13,0	14,0	15,3	15,5	15,5	15,5	15,0	15,0
MIP Average		2,6	4,0	15,3	16,8	17,7	18,0	19,3	19,3	20,3	19,8
Control	19	2,6	4,0	15,5	16,8	18,0	17,3	20,0	18,0	19,5	18,5
Control	20	2,6	4,0	13,0	16,5	16,5	16,3	17,5	17,0	17,0	15,5
Control	21	2,6	4,0	20,0	20,5	21,0	21,5	23,0	23,0	24,3	24,5
Control	22	2,6	4,0	16,3	18,0	18,8	20,0	20,5	20,0	19,0	18,0
Control	23	2,6	4,0	16,5	17,0	18,5	17,8	18,5	19,3	16,5	16,5
Control	24	2,6	4,0	14,0	19,0	20,0	22,0	23,0	22,5	23,5	23,0
Control Average		2,6	4,0	15,9	18,0	18,8	19,1	20,4	20,0	20,0	19,3
Grand Average		2,6	4,0	15,2	16,6	17,1	17,7	19,3	18,7	19,7	19,1

Taula 1: Recull de dades de l'altura mitjana

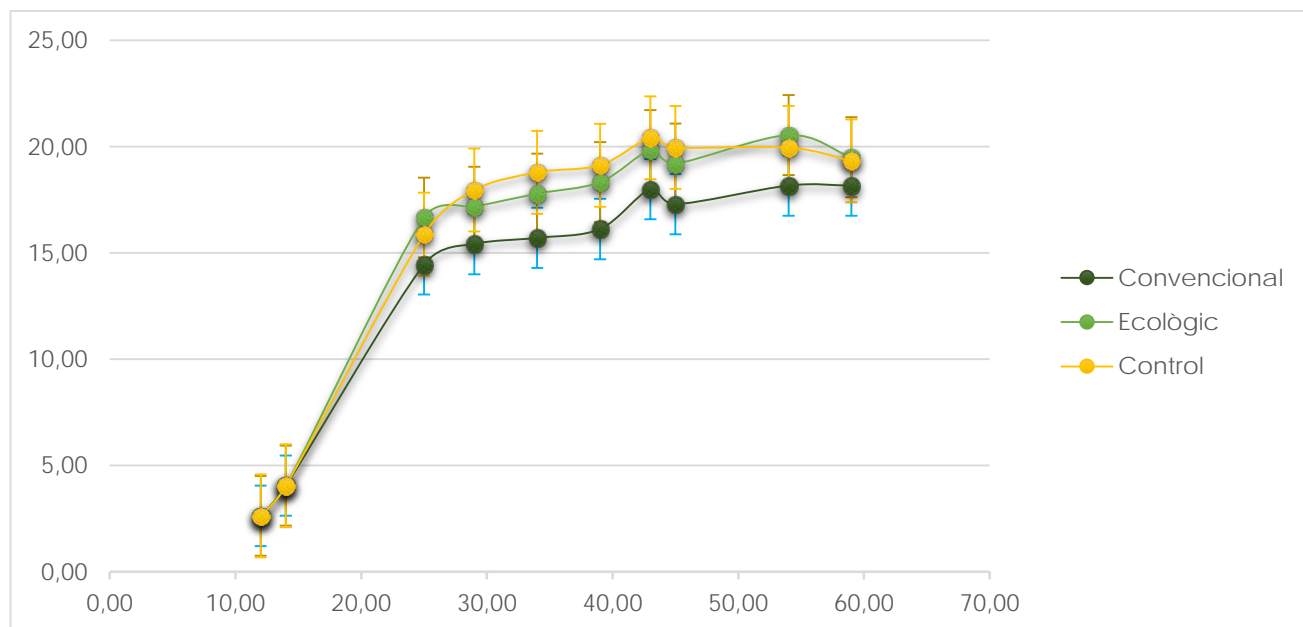
S'ha calculat la desviació estàndard de les mesures de cada grup. Les desviacions més grans es troben en el MIP, amb un màxim de 3,62 cm. Les desviacions mitjanes (DE mig) són entre 1-2 cm per a cada grup. Excloent el grup MIP, s'ha realitzat un gràfic que representa els valors màxims o mínims que podrien assolir els punts de manera estadística, el gràfic 7. S'ha pres com a referència la desviació estàndard mitjana per a cada grup (valors acolorits).

Desviació estàndard (DE)	12	14	25	29	34	39	43	45	54	59	DE mig
Convencional	0,00	0,00	1,89	1,72	1,50	1,46	1,92	1,61	1,86	2,27	1,42
Ecològic	0,00	0,00	3,01	2,46	2,18	2,63	2,34	2,43	1,84	1,89	1,88
MIP	0,00	0,00	3,20	3,28	3,00	3,62	3,13	2,54	3,16	2,77	2,47
Control	0,00	0,00	2,43	1,55	1,57	2,38	2,27	2,40	3,25	3,61	1,95

Taula 2: Desviació estàndard de la mesura de les plantes de cada grup

¹³ Average: mitjana

La corba control està marcada amb els indicadors de la desviació estàndard groc, la del grup ecològic, amb verd i la de convencional, amb blau. La corba convencional amb la de control, **en el pitjor dels casos**, és a dir per valors màxims en el grup convencional i mínims en el grup control, comparteixen, els dies 34 i 39, 0,4 cm d'error (gràfic 7).



Gràfic 7: Altura mitjana i desviació estàndard

En conclusió, pel que fa a l'experiment els resultats són:

- Les mongeteres tractades amb piriproxifen tenen el menor creixement.
- Les mongeteres en les quals no s'ha modificat la variable independent, les de control, tenen el major creixement.
- Les mongeteres tractades amb MIP i les de conreu ecològic tenen un creixement molt similar i una mica menor respecte a les de control.
- La diferència d'altures entre el grup convencional i el grup control és de fins a 3,1 cm (dia 34)
- Qualitativament l'error experimental és baix. Per tant, en un gran percentatge dels casos el resultat seria que el creixement de les plantes del grup convencional seria menor.
- Quantitativament l'error experimental de la mesura, la desviació, de les plantes és d'aproximadament 1,75 cm. Representa, si prenem com a model una altura mitja de 19,7 cm (*Grand Average*, dia 54, taula 1), un 8,8%. Estadísticament, en el pitjor dels casos, hi ha un marge de 0,4 cm en que les plantes de control i convencional comparteixen resultats, respecte a la planta de 19,7 cm representa un 2%, que és poc.

Conclusions

En conclusió, l'insecticida piriproxifen actua com a inhibidor de creixement en les mongeteres. El piriproxifen és un insecticida que actua com a inhibidor de creixement en les etapes de maduració dels insectes. Té contraindicacions en la producció de nou exosquelet per a l'insecte. Es demostra prou acuradament de manera experimental que l'insecticida piriproxifen afecta el creixement de les plantes. Com que té efecte en l'anabolisme dels insectes, potser mitjançant mecanismes semblants pot afectar a l'anabolisme de les plantes. D'altra banda, *B. Thuringiensis* no té repercussions en el creixement de la planta.

La mongetera és una planta model de les que es conreen per a fins comercials, de manera que no és ni menys, ni més resistent que altres espècies. El perfil de l'insecticida indica que és d'espectre mitjanament ampli i no és dels més tòxics. Si aquest insecticida té aquest efecte en el creixement de les mongeteres, insecticides més versàtils també n'haurien de tenir. Llavors, pel fet que un insecticida que tampoc és dels més efectiu afecti el creixement d'una planta de característiques estàndard és probable que altres insecticides interrompin d'alguna manera el creixement de les plantes de conreu. Com a resultat, la producció és menor en agricultura amb ús d'aquests insecticides, l'agricultura convencional. De la mateixa manera *B. Thuringiensis* és un insecticida més biorracional, el que converteix el MIP en una tècnica menys destructiva pel medi.

Si tenim en compte tots els factors a l'hora de triar una tècnica agrícola o un altra, el factor demostrat que els insecticides, efectivament, poden afectar negativament la producció agrícola també indica que potser convé decantar-se per alguna altra tècnica que utilitzi insecticides menys efectius, en menys quantitat, etc. Els insecticides suavitzen l'efecte de les plagues que ataquen als conreus, però existeixen tècniques de conreu com el Maneig Integrat de Plagues que manté els insectes per sota d'un llindar de seguretat amb un ús reduït d'insecticides. Per tant, no cal utilitzar massa insecticida i, tot tenint en compte que també s'aconsegueix una producció menor, la diferència de beneficis entre l'agricultura sostenible, com la de MIP, i l'agricultura convencional és petita. Els avantatges més importants de l'agricultura sostenible és que preserva el medi ambient i és sostenible a llarg termini perquè és respectuosa amb l'entorn, no el desgasta. A més, té altres avantatges en l'àmbit social, econòmic i internacional, com ja s'ha explicat. S'haurien d'investigar insecticides que no causessin un descens de la producció vegetal per afavorir l'agricultura, com en el cas de *B. Thuringiensis*, i inserir-los en l'agricultura convencional per reemplaçar els que sí que ho fan.

L'agricultura convencional té la prioritat d'aconseguir un benefici el més elevat possible. Però l'impacte ambiental que provoca és major. Mentre que l'agricultura sostenible es basa en adaptar-se a la natura, l'agricultura convencional vol canviar les condicions naturals ja presents en l'entorn. Per fer-ho utilitza recursos externs com fertilitzants, maquinària i fitosanitaris. L'entrada d'aquest productes genera un flux de sortida de matèria de rebuig que contamina el medi: alliberament de substàncies tòxiques, nitrats que provoquen eutrofització de les aigües dels embassaments, emanació de gasos contaminants, etc. Com en el cas del piriproxifen, que és l'insecticida utilitzat en

l'experiment i s'utilitza en agricultura convencional a nivell comercial, que està classificat com a contaminant del medi aquàtic, es tòxic per a les abelles, s'aplica en polvorització, per tant pot alliberar-se com a substància tòxica a l'aire i pot generar resistències en els insectes. En canvi, el piriproxifen, està prohibit utilitzar-lo en agricultura amb MIP i ecològica.

En contraposició, l'agricultura sostenible intenta adaptar-se a les condicions de l'entorn. Estudia les varietats més resistents a les condicions ambientals de l'entorn, estudia els perills potencials de plagues i amb això genera un pla de conreu que manté les plagues per sota d'un nivell que afecti el benefici. Amb la qual cosa, el consum d'insecticida és molt baix. Per tant, **no hi haurà insecticides que afectin el desenvolupament de les plantes i la producció serà major**. Els resultats seran semblants als de l'agricultura convencional, però amb menys impacte. L'impacte sobre l'economia de l'agricultura sostenible és menor perquè genera menys excedent. Quan es genera excedent en l'agricultura convencional, es devalua el preu del producte agrícola. Aquest excedent, que significa pèrdues econòmiques, ha estat causat amb l'entrada de recursos que han estat necessaris per preparar el terreny de cultiu, de manera que augmenta el preu de producció i baixa el preu de venda. En l'agricultura sostenible l'adquisició de recursos externs és menor i es produeix menys excedent, per tant, s'ajuda a l'economia de l'agricultor i alhora a l'economia internacional perquè no s'augmenta innecessàriament l'oferta. El llindar per sota del qual disminueix el benefici econòmic disminueix amb l'efecte inhibidor del creixement dels insecticides, perquè la producció disminueix i el cost de producció augmenta, amb la qual cosa l'ús d'insecticides de l'agricultura convencional es torna menys favorable.

L'agricultura ecològica és un tipus d'agricultura que dóna molts beneficis quant a qualitat i protecció del medi, però la producció és menor i el benefici també. Convé utilitzar-la en certs casos, en que és possible vendre un producte a un preu una mica més elevat.

Crítica dels resultats

És possible que l'experiment hagi mostrat resultats que confirmen la hipòtesi per atzar, però és poc probable, ja que s'ha vist que la desviació existent no és gaire alta. Altres factors que puguin haver portat a aquest resultat de manera errònia són les modificacions causades per una mala gestió de les variables controlades o males mesures, l'altura tampoc és gaire fiable com a representant del creixement de la planta ja que aquesta pot perdre altura amb la pèrdua de fulles o pot desenvolupar-se ocupant major amplada en comptes de créixer cap amunt; la massa de les plantes de la primera generació ha estat mesurada de tota la planta, incloent arrels que podien contenir un excés de terra en alguns casos, tot i que es van netejar amb cura. Factors com un resguard major o menor a les inclemències del temps, diferents composicions de terra, diferent irradiació solar, patologies de les plantes o males mesures poden haver provocat acumuladament un error important i derivar en resultat erroni. Per eliminar aquesta incertesa s'hauria d'haver preparat un experiment que controlés exhaustivament totes aquestes variables. Això es podria aconseguir en un ambient de

laboratori i hivernacle amb eines de mesura més acurades, un control més acurat i més rèpliques de l'experiment.

Opinió personal

Considero que l'agricultura sostenible és un pas endavant per reduir l'impacte mundial que causa l'humà sobre la natura. L'agricultura convencional està obsoleta, o es canvia per millorar-la i adaptar-se a les necessitats de la humanitat, o s'elimina i ens decantem per l'agricultura sostenible. El mal que causen aquest tipus de pràctiques perjudicials per a la humanitat s'acumulen i esdevenen cada vegada pitjors.

No es coneixen els efectes que poden causar les restes que queden d'insecticida en el vegetal. Perquè l'insecticida afecti l'anabolisme de l'individu ha de ser absorbit per aquest, si és absorbit pot traspasar-se a l'organisme de la persona que consumeix el producte, de manera que es crea una via d'entrada a la societat de productes tòxics. Per tant, el consum de productes agrícoles de l'agricultura convencional pot estar contaminant-nos. Podria evitar-se o reduir-se aquest consum amb el foment de l'agricultura sostenible, que alhora allibera a la natura menys substàncies tòxiques que poden causar patologies en els humans.

Bibliografia

- Arias, M., Barrachina, J., Closas, C., & Ferrer, R. (2009). *Biología 2*. Barcelona: Castellnou Edicions.
- Boletín Oficial del Estado. (19 / Febrero / 2013). Real Decreto 1054/2002.
- Cisneros, F. H. (1992). *El manejo integrado de plagas. Guía de investigación CIP 7*. Lima, Perú: Centro Internacional de la papa.
- COAG. (2006). *De la producción agraria convencional a la ecológica*. Madrid: ICE comunicación.
- Comissió Europea. (18 / Septiembre / 2008). Reglament (CE) nº 889/2008 de la Comissió. Brusel·les, Bèlgica: Generalitat de Catalunya.
- Comissió Europea. (2013). *Eurostat*. Recollit de Gràfic extensió agrícola ecològica estats comunitaris: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home>
- Comissió Europea d'agricultura i desenvolupament rural. (2006). *Agricultura i desenvolupament rural*. Consultat el 2013, a http://ec.europa.eu/agriculture/organic/home_es
- Consell de la UE. (28 / Juny / 2007). Reglament (CE) nº 834/2007 del Consell. Luxemburg: UE.
- Consell Europeu. (16 / Febrero / 1998). Decret (CE) 8/98 del Consell. Brusel·les: UE.
- Conselleria d'agricultura, pesca, alimentació i aigua. (Abril / 2013). Butlletí d'avisos. Generalitat valenciana.
- ECPA. (2007). *La autorización de los productos fitosanitarios en Europa*. Brusel·les, Bèlgica: European Crop Protection Association.
- El proceso de la fotosíntesis*. (2013). Recollit de <http://elprocesodelafotosintesis.wikispaces.com>
- European Environment Agency. (2010). *EEA plataform for knowledge, sharing and development*. Recollit de <http://ew.eea.europa.eu>
- Gregor J. Devine, D. E. (2007). *Versió resumida. Insect use: context and ecological consequence*. Agric Human Values.
- Hamir S. Rathore, & Leo M. L. Nolle. (2012). *Pesticides: Evaluation of Environmental Pollution*. New York: CRC Press.
- Institucions de la UE. (2013). *Europa. Síntesis de la legislación de la UE*. Recollit de <http://www.europa.eu>
- Institut d'Estudis Catalans. (2013). *Diccionari de la Llengua Catalana*. Recollit de <http://dlc.iec.cat>
- Kamrin, M. A. (1997). *Pesticide Profiles*. New York: Lewis Publishers.
- KENOGARD S.A. (Maig / 2005). Juvinal 10 EC. Barcelona.
- MAGRAMA. (Agost / 1993). Registro de productos fitosanitarios: Juvinal 10 EC. Madrid.
- MAGRAMA. (Agost / 2000). Registro de Productos fitosanitarios: belthirul. Madrid.

MAGRAMA. (2009). *Ministeri d'Agricultura, Alimentació i Medi Ambient*. Consultat el 2013, a <http://www.magrama.gob.es/es/>

Ministerio de Medio Ambiente de Colombia. (2006). *Guía ambiental para los cultivos de cereales y leguminosas*. Colombia: República de Colombia.

PROBELTE S.A. (Octubre / 2010). *Ficha de datos de seguridad: Belthirul*.

Rossi, L. (2013). *Apunts de Biologia*. 2n batxillerat.

Serra A., A. (2006). *Manejo Integrado de Plagas de Cultivos*. Santo Domingo, República Dominicana: CEDAF.

Sumpsi, J. M. (1990s). *La crisis de la agricultura moderna*.

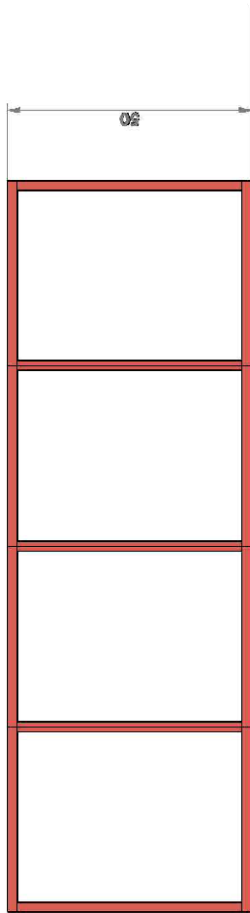
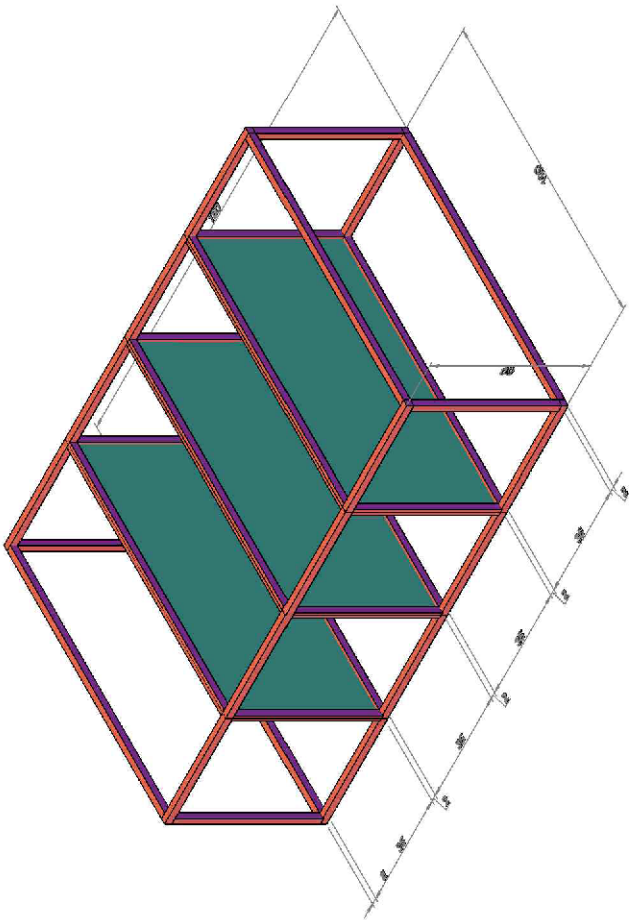
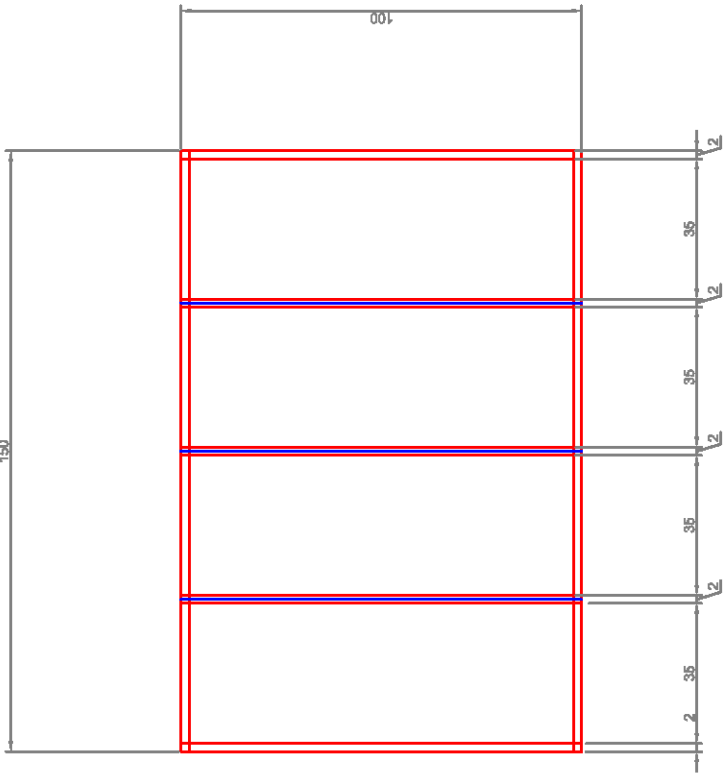
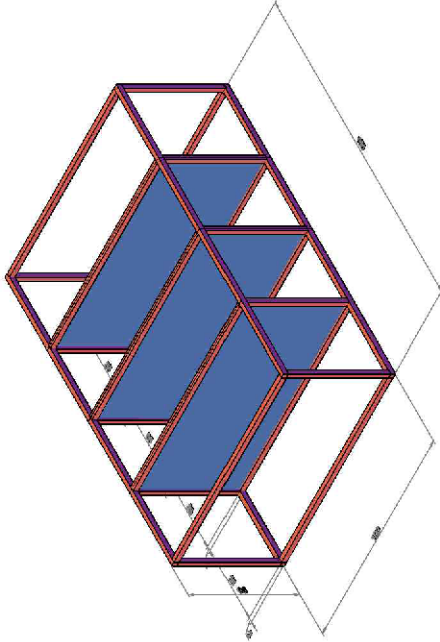
Annex I

Fitosanitaris que permet el reglament europeu 889/2008 per a l'agricultura ecològica (Comissió Europea, 2008) :

Substàncies d'origen vegetal o animal	
Denominació	Descripció, requisits de composició i condicions d'utilització
Azadiractina extreta d' <i>Azadirachta indica</i> (arbre del neem)	Insecticida
Cera d'abelles	Agent per a la poda
Gelatina	Insecticida
Proteïnes hidrolitzades	Atraient, només en aplicacions autoritzades en combinació amb altres productes apropiats de la present llista
Lecitina	Fungicida
Olis vegetals (per exemple, oli de menta, oli de pi, oli d'alcaravia)	Insecticida, acaricida, fungicida i inhibidor de la germinació
Piretrines extretes de <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	Insecticida
Quàssia extreta de <i>Quassia</i> estimés	Insecticida i repel·lent
Rotenona extreta de <i>Derris</i> spp, <i>Lonchocarpus</i> spp i <i>Terphrosia</i> spp	Insecticida
Microorganismes utilitzats per al control biològic de plagues i malalties	
Denominació	Descripció, requisits de composició i condicions d'utilització
Microorganismes (bacteris, virus i fongs)	
Substàncies produïdes per microorganismes	
Denominació	Descripció, requisits de composició i condicions d'utilització
Spinosad	Insecticida Només si es prenen mesures per minimitzar el risc per als parasitoids importants i per minimitzar el risc de desenvolupament de resistències
Substàncies que s'utilitzaran només en trapes i/o dispersors	

Denominació	Descripció, requisits de composició i condicions d'utilització
Fosfat diamònic	Atraient, només en trampes
Feromones	Atraient; pertorbador de la conducta sexual; només en trampes i dispersors
Piretroids (només deltametrina o lambdacihalotrina)	Insecticida; només en trampes amb atraients específics; únicament contra <i>Batrocera oleae</i> i <i>Ceratitis capitata wied</i>
Preparats per a la seva dispersió a la superfície entre les plantes conreades	
Denominació	Descripció, requisits de composició i condicions d'utilització
Fosfat fèrric (ortofosfat de ferro (III))	Molusquicida
Altres substàncies utilitzades tradicionalment en l'agricultura ecològica	
Denominació	Descripció, requisits de composició i condicions d'utilització
Coure en forma d'hidròxid de coure, oxiclòrid de coure, sulfat de coure tribàsic, òxid cuprós o octanoat de coure	Fungicida Fins a 6 kg de coure per ha i any Malgrat el disposat en el paràgraf anterior, en el cas dels cultius perennes, els Estats membres podran disposar que el límit de 6 kg de coure pugui superar-se durant un any determinat, sempre que la quantitat mitjana emprada efectivament durant un període de 5 anys que inclogui aquest any més els quatre anys anteriors no superi 6 kg
Etilè	Desverditzat de plàtans, kiwis i caquis; desverditzat de cítrics, només quan formi part d'una estratègia destinada a impedir que la mosca danyi el cítric; inducció de la floració de la pinya; inhibició de la brotació de patates i cebes
Sal de potassi rica en àcids grassos (sabó suau)	Insecticida
Sulfat d'alumini i potassi (kalinita)	Prevenició de la maduració dels plàtans
Polisulfur de calci	Fungicida, insecticida, acaricida
Oli de parafina	Insecticida, acaricida
Olis minerals	Insecticida, fungicida
	Només per a arbres fruiters, ceps, oliveres i plantes tropicals (per exemple, plàtans)
Permanganat de potassi	Fungicida, bactericida; només per a arbres fruiters, oliveres i ceps
Sorra de quars	Repel·lent

Sofre	Fungicida, acaricida, repel·lent
Altres substàncies	
Denominació	Descripció, requisits de composició i condicions d'utilització
Hidròxid de calci	Fungicida Només per a arbres fruiters (fins i tot en vivers), per al control de Nectria galligena
Bicarbonat de potassi	Fungicida



Annex III

Altura de la tija de les plantes de la generació 2 fins al dia 14 i de la generació 1 del dia 25 al 59:

Grup	Planta	12	14	25	29	34	39	43	45	54	59
Convencional	1	2,63	4,05	11	11	12	13	13	14	14	14
Convencional	2	2,63	4,05	12	12	13	14	15	16,5	20	20
Convencional	3	2,63	4,05	13	14	16	17	19	19	21	21
Convencional	4	2,63	4,05	14	14	13,5	14	16	16,5	18	17
Convencional	5	2,63	4,05	10	11	13	13,5	15	16	17	18
Convencional	6	2,63	4,05	15	13	15	15	16	16,5	19	20
Conven. Average¹⁴		2,63	4,05	12,50	12,50	13,75	14,42	15,67	16,42	18,17	18,33
Ecològic	7	2,63	4,05	12	13	14,5	15	16	18	19	19
Ecològic	8	2,63	4,05	13,5	14	16	17,5	20	21	22,5	23
Ecològic	9	2,63	4,05	16	16	16	19	22	21	24	23
Ecològic	10	2,63	4,05	18	15	18	17	17	17	19	17
Ecològic	11	2,63	4,05	18	16	18	19	20	18	20	18
Ecològic	12	2,63	4,05	10	11	13	11,5	14	14,5	18	18
Ecològic Average		2,63	4,05	14,58	14,17	15,92	16,50	18,17	18,25	20,42	19,67
MIP	13	2,63	4,05	13	15	18	19,5	23	22	23	20
MIP	14	2,63	4,05	11	14	16	17	17	17	17	18
MIP	15	2,63	4,05	13	16	18	20	20	19	22	22
MIP	16	2,63	4,05	8	10	11,5	11,5	16	18	21	20
MIP	17	2,63	4,05	15	16	18	19	19	21	22	24
MIP	18	2,63	4,05	11	13	14,5	15	15	15	15	14
MIP Average		2,63	4,05	11,83	14,00	16,00	17,00	18,33	18,67	20,00	19,67
Control	19	2,63	4,05	13	13,5	16	15	17	17	18	18
Control	20	2,63	4,05	11	12	13	13,5	15	16	16	15
Control	21	2,63	4,05	16	17	19	20	22	23	24,5	25
Control	22	2,63	4,05	12	14	16	17,5	18	19	18	17
Control	23	2,63	4,05	12	13	16	15,5	16	16,5	16	17
Control	24	2,63	4,05	11	16	17	20	21	22	24	24
Control Average		2,63	4,05	12,50	14,25	16,17	16,92	18,17	18,92	19,42	19,33
Recanvi	25	2,63	4,05	12	15	15,5	16	18	19	20	18
Recanvi	26	2,63	4,05	11	12	12,5	14	16	16	19	19
Recanvi	27	2,63	4,05	10	12	13	14,5	16	17	20	21
Recanvi	28	2,63	4,05	10	11	13	14,5	17	17	20	19
Recanvi Average		2,63	4,05	10,75	12,50	13,50	14,75	16,75	17,25	19,75	19,25
Grand Average¹⁵		2,63	4,05	12,55	13,55	15,18	16,00	17,46	17,95	19,54	19,25

¹⁴ Average: mitjana

¹⁵ Grand average: mitjana total

Annex IV

Altura total de les plantes de la generació 2 fins al dia 14 i de la generació 1 del dia 25 fins al 59:

Grup	Planta	12	14	25	29	34	39	43	45	54	59
Convencional	1	2,63	4,05	13,5	17	15	16	18	16	16	14
Convencional	2	2,63	4,05	17,5	17	18	19	22	19	19	19
Convencional	3	2,63	4,05	18	19	19	19	21	20	19	20
Convencional	4	2,63	4,05	17,5	22	20	20	24	20	19	20
Convencional	5	2,63	4,05	14	16	16	15	17	16	17	17
Convencional	6	2,63	4,05	18	19	18	18	20	18	19	18
Convencional Average		2,63	4,05	16,42	18,33	17,67	17,83	20,33	18,17	18,17	18,00
Ecològic	7	2,63	4,05	17	17	16,5	19	19	19	20	19
Ecològic	8	2,63	4,05	18,5	22	22	22	23	21	22	20
Ecològic	9	2,63	4,05	23	24	19	23	23	24	23	22
Ecològic	10	2,63	4,05	19	20	22,5	20	23	20	20	18
Ecològic	11	2,63	4,05	22	23	22	22	23	22	21	20
Ecològic	12	2,63	4,05	13	15	16	15	18	15	18	17
Ecològic Average		2,63	4,05	18,75	20,17	19,67	20,17	21,50	20,17	20,67	19,33
MIP	13	2,63	4,05	24	22	22	23	24	23	23	22
MIP	14	2,63	4,05	17	21	21	20	21	20	21	20
MIP	15	2,63	4,05	21	23	21	21	22	21	24	21
MIP	16	2,63	4,05	13,5	13	14	12,5	16	18	18	19
MIP	17	2,63	4,05	22	23	22	22	23	22	23	22
MIP	18	2,63	4,05	15	15	16	16	16	16	15	16
MIP Average		2,63	4,05	18,75	19,50	19,33	19,08	20,33	20,00	20,67	20,00
Control	19	2,63	4,05	18	20	20	19,5	23	19	21	19
Control	20	2,63	4,05	15	21	20	19	20	18	18	16
Control	21	2,63	4,05	24	24	23	23	24	23	24	24
Control	22	2,63	4,05	20,5	22	21,5	22,5	23	21	20	19
Control	23	2,63	4,05	21	21	21	20	21	22	17	16
Control	24	2,63	4,05	17	22	23	24	25	23	23	22
Control Average		2,63	4,05	19,25	21,67	21,42	21,33	22,67	21,00	20,50	19,33

Annex V: Guia general del MIP

Planificació:

Quant a l'àrea conreada i el tipus de sòl:

- S'ha de tenir en compte la superfície conreada per avaluar els danys que poden causar al medi i la modificació que pot causar als ecosistemes.
- Especificació en els tràmits de la tala d'arbres, si es produeix, segons la normativa.
- Propietats de la terra:
 - Considerar quins eren els antics conreus per conèixer els efectes que pot haver patit l'entorn i evitar el desgast del sòl.
 - Antecedents d'aplicació d'agroquímics.
 - Característiques químiques del sòl: han de ser compatibles amb les plantes conreades i s'han de mantenir. Si els nutrients i la matèria orgànica disponible és escassa s'haurà de fer tractament amb fertilitzants, que poden ser comercials. Preferiblement s'utilitzaran adobs naturals i fems. Els fems han d'estar en les condicions apropiades de descomposició i sanitat per evitar propagació de plagues o malalties.
- Avaluació de conflictes:
 - Pendent del terreny: en cas que sigui necessari s'haurà d'anivellar per tal d'afavorir el correcte drenatge d'aigua i facilitar el creixement de les plantes.
 - Per a sòls massa sorrencs o massa argilosos s'haurà de preparar o intentar recuperar. Sempre que sigui possible s'utilitzaran recursos del propi sistema o naturals.
 - Els terrenys amb molta humitat són més propensos a fer contraure malalties a les plantes, s'evitaran.

Quant a l'època de cultiu:

- S'adaptaran les collites i els conreus a les estacions de sembra i collita de cada tipus de cultiu. És favorable adaptar-se al cicle natural de les plantes. A més, s'han de tenir en compte els cicles reproductius de les plagues potencials.

Quant a l'entorn ambiental:

- S'avaluarà en cada collita la repercussió ambiental que s'ha produït per corregir el sistema si cal i minimitzar l'impacte.
- És necessari que l'entorn natural tingui les condicions necessàries pel que fa als recursos, com l'aigua, el sòl, la fauna i el clima, per tal de dur a terme les activitats agrícoles sense haver de dependre massa de productes de l'exterior. Per tant, el tipus de conreu escollit s'adaptarà als recursos i condicions existents.
- Si hi ha disminució del rendiment d'una zona del camp es deixarà descansar o es recorrerà a la rotació de conreus.

Quant a la infraestructura:

- Ha d'optimitzar l'aprofitament de recursos.
- Ha de reduir l'impacte ambiental.

Durant el cultiu

Quant a la preparació:

- Mesures per preparar el sòl i per mantenir-lo en les condicions adients de prevenció de plagues, malalties i facilitar el correcte desenvolupament de la planta:
 - Fertilització adient al tipus de cultiu.
 - Prevenció de la eutrofització¹⁶.
 - Llaurar el sòl per evitar la compactació i airejar.
 - Escardat de la terra segons la espècie vegetal.
- Sembrar llavors de qualitat i esterilitzades. Es poden esterilitzar amb aigua calenta o vapor. Escollir espècies resistents.

Quant al manteniment:

- Proveir a la planta la quantitat d'aigua necessària; mantenir la terra humida amb reg constant, però sense provocar embassaments, que afavoreixen l'aparició de fongs i insectes; vigilar que no s'estigui contaminant bases d'aigua per sediments o matèria arrossegada.
- Els primers trenta dies les plantes (segons el cultiu) són més vulnerables a les males herbes. L'eliminació d'aquestes ha de ser preferiblement manual o mecànic.
- Retirar la matèria vegetal morta, malalta o en estat de putrefacció, així com els residus i els productes de rebuig del conreu.

Quant al maneig de plagues i malalties:

- Només es realitzaran tractaments quan hi hagi perill de pèrdues econòmiques. Les plantes suporten un llindar per sota dels quals toleren els problemes sense baixar el rendiment.
- Els tractaments han de ser respectuosos amb el medi. Sempre que sigui possible s'alliberaran depredadors naturals, tenint en compte l'ecosistema, i s'utilitzaran trampes, teles i xarxes d'aïllament.
- S'utilitzaran pesticides de baix espectre d'acció per evitar l'eliminació de insectes beneficiosos com pol·linitzadors i depredadors.
- Totes les tècniques esmentades han de realitzar-se en conjunt. Totes elles han de provocar que la necessitat de tractaments químics sigui mínim.
- Els tractaments es realitzaran respectant els temps de seguretat de cada producte i en les dosis adequades per evitar el desenvolupament de resistències.

Quant a la monitorització del cultiu:

¹⁶ Eutrofització: enriquiment nutritiu natural o artificial d'un ecosistema aquàtic que comporta un creixement massiu d'algues (Institut d'Estudis Catalans, 2013).

- S'ha de registrar la següent informació del conreu o sistema per prendre les decisions adequades:
 - o Lloc de cada cultiu, per conèixer els precedents de conreu i fer la rotació.
 - o Mesurar la compactació del sòl, fer proves d'infiltració d'aigua i textura cada quatre anys.
 - o L'àrea erosionada i la profunditat cada tres anys.
 - o La composició química cada tres anys.
 - o La presència de residus perillosos, com els agroquímics per superfície i temps, cada dos anys.
 - o Drenatge d'aigua i producció d'aigües residuals cada dos anys.
 - o Especificar a les autoritats si s'ha produït tala d'arbres, l'existència de fauna protegida, entregar els tràmits legals i mantenir la corresponent seguretat social per als treballadors.

Collita

Realitzar-la només quan el producte sigui madur. Després de la collita s'ha de netejar el producte i l'àrea conreada. Les restes vegetals s'utilitzaran per fer compostatge o per nodrir el sòl i afavorir-ne la recuperació de nutrients.

Annex VI: Regulació agricultura ecològica

Els àmbits que regula sobre producció vegetal el Reglament (CE) 834/2007 (s'ha de tenir en compte que també regula altres aspectes de producció ecològica no vegetal, com ramaderia, piscicultura, apicultura, que no s'esmenten) són els següents (Consell de la UE, 2007):

Quant a la producció vegetal:

- Mètodes permesos per mantenir la fertilitat i l'activitat ecològica del sòl: la producció vegetal haurà de recórrer a llaurar el terreny per mantenir o incrementar la matèria orgànica, es reforci la estabilitat i la biodiversitat i es previngui la compactació i erosió del sòl.
- Fertilitzants autoritzats: es permet l'ús de compostatge d'origen ecològic i de preparats biodinàmics. No es poden utilitzar fertilitzants minerals nitrogenats.
- Mètodes per a la protecció de plantes contra paràsits i malalties i per a l'eliminació de males herbes (en casos excepcionals, s'estipulen els productes fitosanitaris permesos): es basaran en la elecció d'espècies i varietats resistents, la rotació de cultius i les tècniques de cultiu i els processos tèrmics de prevenció.
- Període mínim de conversió de parcel·les d'agricultura convencional en ecològica (2-3 anys dependent del cultiu).
- Prohibició dels Organismes Modificats Genèticament (OMG) i productes obtinguts d'aquests.
- Es permet la recol·lecció de plantes silvestres o parts d'elles que creixen naturalment en àrees naturals o boscos sempre que: les àrees no hagin rebut tractament amb productes no autoritzats durant un període mínim de tres anys i que la recol·lecció no afecti a l'estabilitat de l'hàbitat natural.

Quant als productes autoritzats per a tractament de cultius ecològics:

- Segons l'article 16 del Reglament (CE) 834/2007, l'autorització de productes i substàncies està sotmesa als principis de la producció ecològica.
- El Reglament (CE) 889/2008 inclou una llista restringida de productes i substàncies per a la producció ecològica que només podran utilitzar-se excepcionalment sota les condicions que estipuli el Reglament (CE) 834/2007, en la mesura que es permeti en el reglament de producció agrària general de l'Estat membre, d'acord amb el reglament comunitari.
- Les excepcions que contempla el Reglament (CE) 834/2007 són:
 - o La seva utilització es necessària per a una producció sostenible i és essencial per a l'ús que es pretén.
 - o Els únics productes permesos han de ser d'origen vegetal, animal, microbià o mineral. La llista es la de l'annex I, per al cas dels fertilitzants, i a l'annex II, per als fitosanitaris, del Reglament (CE) 889/2008.
 - o En el cas dels fitosanitaris només podran ser utilitzats els restringits que no són d'origen animal, vegetal, microbià o mineral si no hi ha cap altre alternativa. S'ha d'evitar el contacte directe amb l'aliment.

- o La Comissió Europea regula les condicions i límits relatius als productes utilitzats, la manera d'usar-los, la dosi, la durada límit, el contacte i si es necessari la retirada del producte.

Quant a la regulació de l'ús de llavors:

- El Reglament estableix la obligació d'utilitzar llavors de producció ecològica, però pot haver excepcions en cas de que es justifiquin les dificultats per trobar llavors obtingudes amb el mètode de producció ecològica.

Quant a la transformació dels productes agrícoles ecològics en aliments:

- Llistes d'ingredients permesos.
- Limitació d'additius i productes d'origen no agrari.
- Prohibició d'OMG i tractament ionitzants. Tot i així, des de 2006, es pot etiquetar un producte ecològic contaminat amb un percentatge màxim de 0,9% de OMG.

Quant a etiquetatge i publicitat:

- La condició per a referir-se a un producte com a ecològic en l'etiquetatge i la publicitat és que almenys el 95% dels ingredients han sigut obtinguts per aquest mètode i el 5% restant han de estar en les llistes dels que no es troben en quantitats suficients en el mercat comunitari de productes ecològics.
- És possible de referir-se com a producte en estat de conversió cap a l'agricultura ecològica si han transcorregut almenys 12 mesos des de l'inici de la reconversió.



2: Logotip d'agricultura ecològica d'Espanya (MAGRAMA, 2009)



3: Logotip d'agricultura ecològica de la UE (European Environment Agency, 2010)

Quant a la importació de productes ecològics:

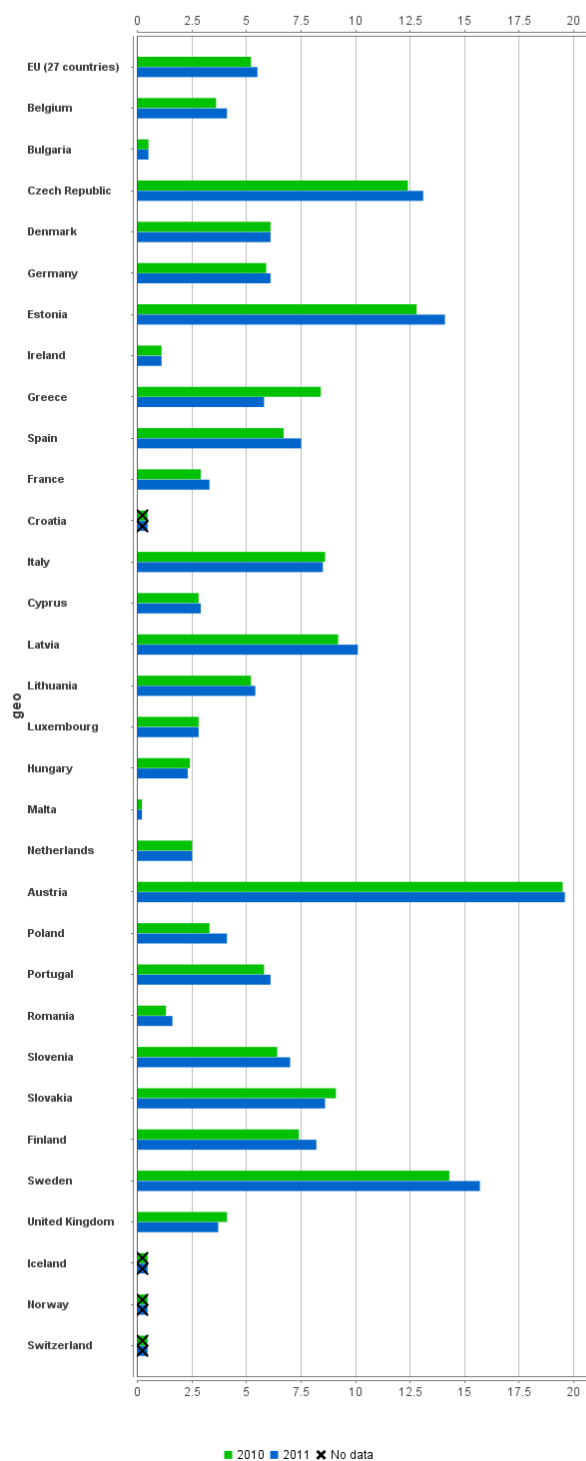
- La comercialització en la UE de productes ecològics extracomunitaris han de patir un examen d'equivalència a les normes comunitàries aplicades als països exportadors.
- La comissió europea ha d'aprovar el país per permetre la lliure circulació dels seus productes ecològics.
- Els productes importats han d'acompanyar-se d'un certificat de control, que ha d'haver estat autoritzat per l'organisme competent en el país exportador.

Quant a controls:

- Els estats membres crearan un règim de control competent conforme al Reglament i autoritats competents que vetllin pel compliment de totes les directrius.
- La naturalesa i freqüència dels controls es faran en base a l'avaluació de risc de la presència d'irregularitats o infraccions. En qualsevol cas, tots els operadors de producció ecològica, a excepció del venedor, hauran de passar el control almenys anualment.

Annex VII: Territori que ocupa l'agricultura ecològica a Europa

Area under organic farming %



El gràfic representa el percentatge de superfície agrícola dedicat a la producció agrícola. Els països amb més percentatge són Àustria, Suïssa i Estònia. Les barres són verdes per a l'any 2010 i blaves per al 2011 (Comissió Europea, 2013).

Source of Data Eurostat
 Last update: 14.10.2013
 Date of extraction: 16 Oct 2013 18:39:04 MEST
 Hyperlink to the graph: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/drawGraph.do?init=1&plugin=1&language=en&code=tdpc440&toolbox=legend>
 Disclaimer: This graph has been created automatically by Eurostat software according to external user specifications for which Eurostat is not responsible.
 General Disclaimer of the EC website: http://ec.europa.eu/geninfo/legal_notices_en.htm
 Short Description: The indicator is defined as the share of total utilised agricultural area (UAA) occupied by organic farming (existing organically-farmed areas and areas in process of conversion). Organic farming is a method of production, which puts the highest emphasis on environmental protection and, with regard to livestock production, animal welfare considerations. It avoids or largely reduces the use of synthetic chemical inputs such as fertilisers, pesticides, additives and medical products. Farming is only considered to be organic at the EU level if it complies with Council Regulation (EC) No 834/2007, which has set up a comprehensive framework for the organic production of crops and livestock and for the labelling, processing and marketing of organic products, while also governing imports of organic products into the EU. The detailed rules for the implementation of this Regulation are laid down in Commission Regulation (EC) No 889/2008.
 Code: tdpc440