

INTRODUCCIÓ

La rotació de cultius és una pràctica bàsica de l'agricultura ecològica, tan pel seu efecte sobre la fertilitat del sòl com en el control de malalties i de les plagues dels conreus. Atès que en agricultura ecològica no es permet la utilització d'adobs ni productes fitosanitaris de síntesi química, cal posar un especial èmfasi en les mesures preventives. La gestió que es faci de les rotacions ha de tenir per objectiu mantenir un ambient edàfic saludable i biològicament actiu, a més de proporcionar les condicions òptimes per al creixement vegetal.

A les parcel·les de cultiu d'hortalisses es cultiven diferents espècies de creixement ràpid i de produccions elevades al llarg de l'any, cosa que requereix un treball del sòl i regs continuats que poden accelerar la mineralització de la matèria orgànica. En aquesta fitxa s'expliquen quins criteris es poden seguir a l'hora de decidir quin conreu hortícol es fa després d'un altre, sempre buscant un equilibri entre els aspectes agronòmics, comercials i climatològics.

1. LA IMPORTÀNCIA DE LES ROTACIONS DE CULTIUS

La pràctica de les rotacions es remunta a l'antiguitat, als orígens de l'agricultura, quan, després d'una collita, ja es feien cultius millorants per incorporar-los al sòl abans del cultiu següent. Els sistemes van evolucionar amb la introducció de nous cultius. Amb el perfeccionament de les successions van aparèixer les rotacions, que permetia mantenir la fertilitat del sòl sense disminuir els rendiments. Les rotacions eren bianuals o triennals, segons la fertilitat del sòl, amb un període de descans o guaret com a mínim d'un any.

Un altre model totalment diferent estès durant les últimes dècades són els monocultius o repetició de cultius en un mateix lloc al llarg dels anys. D'aquesta manera es generen desequilibris en la composició mineral de la terra – per esgotament o excés de macronutrients i oligoelements– i propicia l'aparició de plagues i malalties especialitzades en determinades famílies de plantes. És un sistema basat en l'aportació d'insums externs a la pròpia finca, creant una dependència cada cop més gran. Per una banda, s'aporten grans quantitats de fertilitzants minerals i es cultiven varietats cada cop més productives, mentre que es deixa de prioritzar l'aplicació de matèria orgànica.

La prevenció d'aquests desequilibris és fonamental a través de la rotació de cultius, els adobs verds, les pràctiques culturals i una visió completa de la fertilitat per aconseguir, pas a pas, una menor dependència dels insums externs a la finca.

En aquesta línia, i com a conseqüència de la revisió europea dels productes fitosanitaris en l'agricultura general, en els darrers anys s'han prohibit determinades substàncies considerades molt nocives per al medi ambient. Aquestes prohibicions, completament raonables, encara justifiquen més la recuperació i la millora de tècniques com la rotació de cultius.



Imatge 1. Cultius d'hortícoles en franges i fruiters, al Baix Llobregat. Font: Borja Camí

2. ORGANISMES DEL SÒL: ELS ACTORS DE LA TRANSFORMACIÓ DE LA MATÈRIA ORGÀNICA

Avui en dia és conegut que l'activitat i diversitat dels organismes del sòl és un factor clau en la fertilitat, garantint els cicles de nutrients i la descomposició de la matèria orgànica, considerant també la seva importància en l'estabilitat i funcionalitat dels ecosistemes naturals i els agrosistemes. Els microorganismes habiten a la superfície de les partícules orgàniques i minerals, a l'interior dels agregats, o bé associats a les arrels de les plantes. Les rotacions de cultiu, els adobs verds i les pràctiques culturals tenen un paper important sobre l'activitat i la diversitat biològica del sòl.

L'activitat biològica és més intensa a **la rizosfera**, que és el volum de terra que rodeja les arrels i que resulta afectada per al seu desenvolupament, cosa que produeix una major estimulació i proliferació de microorganismes. Quan la parcel·la està equilibrada, els beneficis són diversos: es produeixen, de manera natural, més fitoestimulants d'arrelament i de creixement (hormones, vitamines, etc.), hi ha una major disponibilitat de nutrients a través dels cicles biogeoquímics i s'afavoreix la protecció del cultiu mitjançant fenòmens d'antagonisme envers els patògens de les arrels.

La transformació de la matèria orgànica del sòl també és un procés essencialment biològic. Es classifica en els processos d'**humificació** i **mineralització**, que es donen de forma simultània, amb el predomini d'un o altre segons les condicions ambientals, les pràctiques culturals, les rotacions i els adobs verds. Una manera molt ràpida d'augmentar el contingut d'humus és aplicant una matèria orgànica ben compostada i, per contra, els fems frescos tenen una important fracció fàcilment mineralitzable.

3. DISSENY DE LA ROTACIÓ

La **rotació** és la successió de diferents cultius en una mateixa parcel·la al llarg del temps, es dissenya per un cert nombre d'anys i, un cop acabat el cicle, es torna a començar. L'**alternança** és la distribució dels cultius a la finca i és un indicador de la diversitat en un moment determinat.

La finca es divideix en **fulles** de cultiu, en funció de les parcel·les i dels anys de la rotació. Teòricament, cada fulla té una superfície aproximada a les altres, hi passa la rotació completa i és una unitat fixa al llarg del temps. El nombre d'anys de la rotació ha de coincidir amb el nombre de fulles per tenir sempre els mateixos cultius.

La **durada de la rotació** és un aspecte important: ha de ser d'un mínim de 4 anys. A més durada de la rotació, la finca s'ha de dividir en més fulles de cultiu, de menys superfície cadascuna.

PRINCIPIS DE LA ROTACIÓ DE CULTIUS

El principi bàsic de les rotacions és que els cultius es succeeixen en funció de les característiques entre el cultiu precedent i el següent, esperant alguns anys a tornar a plantar un determinat cultiu a la mateixa parcel·la. Una alternança diversificada i una rotació compensada és un dels pilars fonamentals per tal de garantir un adequat maneig del sòl i control sanitari.

A l'hora de dissenyar una rotació, s'han de combinar cultius de característiques diferents, sempre tenint en compte l'efecte que cada conreu produeix sobre la **fertilització** i **l'estructura del sòl**. Així, a les plantes consumidores de nitrogen, les succeiran altres que n'acumulin o que siguin menys exigents; a les consumidores d'humus, unes altres que en produeixin; a les que deixen la terra compactada, altres que la facin esponjosa; a les que tinguin arrels superficials, altres que tinguin arrels profundes.

La presència de determinats **problemes sanitaris** i **plantes adventícies** està molt relacionada amb la repetició continuada de cultius amb característiques similars, degut a que els paràsits s'adapten i proliferen exponencialment fins que ocasionen greus pèrdues productives. Per tant, una rotació àmplia dona com a resultat una població variada de microorganismes i de plantes adventícies, i s'evita que cap d'aquests agents patògens es desenvolupi excessivament. Tanmateix, si es detecten problemes importants, s'ha de deixar un temps prudencial, al voltant dels 4 anys, abans de tornar a repetir el cultiu sensible. Finalment, en els casos més greus, també hi ha alternatives ecològiques per a la desinfecció dels sòls: la solarització i biofumigació.

Quadre 1. Consells pràctics en el disseny de rotacions hortícoles

Les característiques dels cultius que es succeeixen han de ser diferents i complementaries

- Cultius amb diferent **part aprofitable**: fruit → fulla → arrel → cultiu millorant.
- Espècies que siguin de diferents **famílies botàniques**.
- Afegir **cultius i adobs verds millorants**, que tenen efectes positius sobre la fertilitat del sòl i la producció.
- Segons les **extraccions de nutrients i la generació d'humus**, alternar espècies exigents en nutrients seguides d'altres que no ho són tant o cultius que generen humus a les restes de collita amb altres que en consumeixen.
- Que tinguin un **sistema radicular** diferent, segons la profunditat que són capaces d'explorar i la forma de les arrels, que pot ser pivotant o fasciculada, per millorar la nutrició dels cultius i potenciar la regeneració del sòl.
- La sensibilitat a **les males herbes, plagues i malalties**, evitant la repetició de cultius amb una mateixa problemàtica. És efectiu alternar cicles productius en diferents estacions de l'any, i en el cas dels cultius extensius, combinar els que són altament competitius amb les adventícies amb els que ho són menys.

Dissenyar fins a 2 o 3 rotacions per una mateixa finca

- Segons el **tipus de gestió**: una rotació pels que són semi-extensius i una altre per cultius intensius, i una rotació específica pels d'hivernacle.
- Segons les **característiques de les parcel·les**: tenir en compte aspectes com la fertilitat, recursos hídrics, temperatura, insolació, ventilació o la seva ubicació lluny del magatzem.

Agrupant cultius en una mateixa fulla

- Espècies diferents amb **característiques similars**, per exemple plantes de fulla o de fruit.
- La **plantació esglaonada**.
- Les **associacions de cultius**.



Imatge 2. Nòduls en lleguminoses dels bacteris fixadors de nitrogen. Font: Borja Camí



Imatge 3 i 4. A l'esquerra, el card està florint; a la dreta, està ofegat per l'adob verd de sorgo. Font: Borja Camí

L'ADOB VERD

Es tracta d'un cultiu d'espècies millorants que al final s'incorpora al sòl pels seus efectes beneficiosos. És més natural i biològicament actiu que el sòl descobert i, per tant, afavoreix la regeneració del sòl. La coberta vegetal en el període entre cultius evita l'erosió, competeix amb les males herbes, evita la pèrdua de nutrients per lixiviació i, en el cas de les lleguminoses, millora la fertilitat a través de la fixació del nitrogen atmosfèric. Un cop incorporats, el seu efecte positiu es basa en l'activitat dels microorganismes, gràcies a l'energia que obtenen a partir de la biomassa vegetal, i un valor fertilitzant per al cultiu següent no gens menyspreable.

En la rotació, l'adob verd s'ha d'incloure com a mínim una o dues vegades, alternant famílies diferents. Una manera pràctica és intercalar-los sempre entre els mateixos dos cultius i establir-ho com a sistema habitual. A les parcel·les que estan en guaret també és millor fer-hi un adob verd que deixar el sòl descobert. Tot i que no és massa freqüent, també s'haurien de tenir en compte les interaccions amb plagues i malalties dels cultius que precedeixen.

La utilització de barreges, de dues o més espècies, assegura el desenvolupament i una millor cobertura i exploració del sòl. Els diferents tipus d'arrels permeten estructurar el sòl a diferents nivells, mentre hi ha arrels pivotants que arriben i descompacten el sòl en profunditat, altres, com les més fasciculades poden penetrar millor en els agregats. Els diferents ports de les plantes permeten a unes espècies actuar de tutoratge de les altres. Segons les condicions ambientals de cada any, hi ha espècies que tindran més facilitat per a desenvolupar-se que altres, assegurant així l'èxit de la coberta vegetal.

Segons els objectius inicials i el moment de la incorporació al sòl, els adobs verds tenen efectes diferents.

Quadre 2. Criteris en l'elecció i la gestió de l'adob verd

Generació d'humus estable

S'utilitzen sobretot les gramínies, soles o en barreja. Quan s'incorporen abans de l'espigat, es descomponen més fàcilment. Si es retarda fins a la formació del gra immadur, o la palla després de la collita, és quan desenvolupen teixits rics en lignina, substància que es degrada lentament i és precursora de l'humus estable. Però s'ha d'evitar que es resembrin i que el renadiu coincideixi amb la nova plantació, sobretot en el cas de les gramínies ja que els seus efectes al·lopàtics perjudiquen el cultiu.

La relació C/N augmenta per sobre de 35 a partir de la floració i durant la maduració. Sobretot quan s'incorpora la palla dels cereals, pot produir-se una immobilització temporal del nitrogen, que és utilitzat pels microorganismes del sòl. En aquest cas, es recomana esperar 45-60 dies abans de plantar o aplicar un compost ric en nitrogen.

Mobilització de nutrients i efecte estructurant

Les lleguminoses i crucíferes es degraden ràpidament quan s'incorporen a l'inici de la pujada a flor (relació C/N entre 10 i 15), i generen poca quantitat d'humus. Els microorganismes mobilitzen els nutrients continguts a la biomassa vegetal, els transformen en formes assimilables per als cultius següents i contribueixen a mantenir l'estabilitat estructural del sòl mitjançant la fabricació d'una cola orgànica que propicia l'agregació de les partícules minerals. L'efecte es considera màxim als 30 dies des de la incorporació.

Grau de maduració i moment de la incorporació

El moment i la manera amb què es fa la incorporació al sòl és l'últim pas que s'ha de considerar perquè l'efecte sigui l'esperat. S'ha de decidir quan i com es fa la destrucció de l'adob verd en funció de l'espècie, els objectius, el cultiu següent i el tipus de sòl. Un moment inadequat pot provocar efectes depressors sobre el cultiu següent.

- La descomposició és lenta quan el sòl està fred durant l'hivern i a l'inici de primavera, i més ràpida durant l'estiu i a la tardor.
- A l'inici de primavera, per fertilitzar un cultiu d'estiu, és recomanable utilitzar un adob verd amb una barreja de fàcil descomposició, amb una lleguminosa i una crucifera, o amb una proporció baixa de cereal.
- A l'estiu, quan s'incorpora un cereal lignificat, s'ha de deixar passar com a mínim 45 dies abans de plantar el cultiu. En canvi, n'hi ha prou amb 20 dies per a les crucíferes a inici de floració.
- La descomposició durant la tardor i l'hivern afavoreix la formació d'humus. És el cas de les gramínies de metabolisme C4 com el sorgo, o el rostoll de blat de moro, incorporats entre octubre i novembre. El cultiu següent es planta al cap de dos o tres mesos.

Competència amb plantes adventícies

Tots els adobs verds han de ser competitiu amb les adventícies de la parcel·la. Si hi ha problemes d'adventícies vivaces, els adobs verds molt competitiu ajuden a esgotar les seves reserves. Durant l'estiu, el sorgo és una bona opció per debilitar la jonça i els cards. També s'ha demostrat molt eficaç una coberta d'alfals durant 3-4 anys, a més dels beneficis que aporta sobre la fertilitat del sòl gràcies a la fixació del nitrogen atmosfèric.

Valor fertilitzant per als cultius següents

Els adobs verds normalment tenen un rendiment de matèria seca de 3-6 t/ha (matèria fresca 20-40 t/ha). La quantitat d'elements fertilitzants de la part aèria està al voltant de les 80-160 UF de nitrogen, 20-40 UF de fòsfor, i 125-250 UF de potassi. D'aquesta quantitat, sempre que la relació C/N estigui entre 10 i 15, es considera que el cultiu següent tindrà disponible un 50-70% del nitrogen, un 60-80% del fòsfor i tot el potassi.

Quadre 3. Adobs verds en rotacions hortícoles

Família Característiques	Espècie	Període de sembra	Dosi (kg/ha)**	Interès	Observacions
Gramínies És millor sembrar-les amb lle-guminoses o crucíferes. Teixits rics en lignina, una substàn-cia que es degrada lentament i és precursora de l'humus, a partir de l'espigat i sobretot a la palla. Hi ha cereals d'hivern i altres adequats per a l'estiu.	Civada	Set – nov o febrer – març	120 150		Risc de malalties (rovell)
	Sègol	Set – nov o febrer – març	100 120	Associació amb lleguminoses	
	Triticale	Set – nov o febrer – març	100-120 120-150		
	Raigràs italià	Setembre o primavera	25		Port menys rígid i no actua de tutoratge
	Sorgo farratger (pastura del Sudan) *	Maig – agost	50	Biomassa elevada Competència amb adventícies Efecte contra patògens	Reg o pluviometria és molt important Es realitza més d'un dall, abans que grani
	Moha d'Hongria *	Maig - agost	30	Resistència a la calor Cicle de 30 a 40 dies	Estudiat a França
	Veça	Set – nov o febrer – març	120-150	Bona cobertura del sòl	
Lleguminoses Fixació del nitrogen atmosfè-ric en simbiosi amb bacteris, a partir de la floració. Sembra habitual a la tardor, però també es pot fer tardana. Des-composició ràpida sense gai-rebé generar humus. Associar amb cereals i crucíferes per al tutoratge i la millor cobertura del sòl. Atraients de fauna au-xiliar com Òrius spp.	Erb	Oct – nov o febrer – març	120-150	Bona cobertura del sòl	
	Moreu	Oct – nov o febrer – març	80-120 100-140		Associar amb cereal per millor cobertura
	Fenigrec	Ago – oct	80-120	Bona cobertura del sòl	
	Pèsol farratger	Set – nov o febrer – març	150 200	Bona cobertura del sòl	
	Favó o fava farratgera	Set – nov o febrer – març	150-200 250		Sensible a gelades Mala cobertura si es sembra sol
	Trèvol (diverses espècies)	Primavera o tardor	20-30	Coberta vegetal, o associació amb cultiu	Risc de rebrots d'algunes espècies
	Alfals	Març (cultiu de 3-4 anys)	20-25	Redueix les adventícies vivaces (cards, jonça...) Acumulació elevada de nitrogen	Dalls successius amb maquinària
Crucíferes Generen molta biomassa en poc temps, amb espècies de creixement ràpid (45-60 dies a l'estiu). Descomposició ràpida a l'inici de la floració.	Mostassa groga o blanca *	Febr – nov	10-15	Eviten la pèrdua de nitrogen per lixiviació	Varietats resistents a l'espigat
	Rave farratger *	Febr – nov	15-20	Bona competència amb adventícies	Varietats resistents a l'espigat
	Nap farratger	Set – oct febr – març	8-10 10-12	Efecte contra patògens (biofumigació)	
	Colza	Ago – nov	6-8		
Poligonàcies	Fajol *	Maig – juliol Març – juny *	40-60	Bona competència amb adventícies	Cicle curt
	Hidrofil·làcies	Facèlia	Primavera o a l'agost	15	Atraient de fauna útil

Barreges d'espècies (kg/ha)**	Període de sembra	Observacions
Veça (100) o moreu (75) + Civada, sègol o triticale (50)	Set – nov o febrer – març	Incorporació entre febrer i maig. Les proporcions de veça (100) i civada (50) afavoreix la veça, però es poden variar si sumen un total de 140-160 kg/ha, segons l'efecte desitjat.
Veça o erb (65) + Rave farratger (12) o mostassa (8) *	Set – nov o febrer – març Setembre*	Incorporació entre febrer i maig. En hivernacle, crucifera + veça, per incorporació al gener abans d'un cultiu primerenc.
Veça villosa (25) + Rave farratger (12)	Set – nov	Incorporació entre abril i juny. Primer domina la coberta de rave i, un cop arribi a floració, s'haurà de segar, sense malmetre la veça villosa que és més tardana i té un creixement vigorós a partir del març. Realitzar més d'un dall.
Pèsol farratger (75) o favó (100) + Civada o triticale (50)	Oct – nov	Incorporació entre març i abril. El pèsol té un millor recobriment del sòl que el favó. Les espècies i la proporció poden variar, segons l'efecte desitjat.
Raigràs italià (20) + Pèsol farratger o favó (100), veça (65)	Oct – nov	Incorporació entre març i abril. Bon recobriment del sòl inicial del raigràs, que després permet a les lleguminoses desenvolupar-se còmodament.

Font: Elaboració a partir d'experiències amb pagesos locals i diverses fonts bibliogràfiques.

* Aptes per a hivernacle.

** Les dosis de sembra són orientatives, tenint en compte que la implantació d'aquests adobs verds sovint és irregular a les finques hortícoles, per manca de maquinària específica durant la sembra o quan els camps tenen un banc de llavors d'adventícies elevat. Cal ajustar les dosis en funció de l'experiència i comprovar el vigor i la precocitat de les varietats, ja que pot servir a l'hora d'acabar d'ajustar la dosi de sembra.

ALTRES MESURES ENTRE CULTIUS

El temps entre dos cultius és un moment clau per millorar la fertilitat de la terra i evitar la proliferació incontrolada d'adventícies o d'algunes plagues i malalties.

Per evitar imprevistos amb les pluges o altres factors, aproximadament un mes abans, s'ha de preparar el llit de sembra o plantació. Els cultius de sembra són més sensibles als terrossos i a la presència de restes vegetals.

Sòl descobert

S'ha d'evitar deixar la terra sense una coberta vegetal durant períodes llargs. Des d'un punt de vista de conservació de sòls, el sòl descobert té més inconvenients que avantatges, a causa d'un major risc d'erosió i un impacte negatiu sobre l'activitat biològica. A més, durant l'estiu la presència d'adventícies en parcel·les que no es treballen pot actuar de refugi de plagues i malalties, com els xinxes i escarbatons, plagues de crucíferes o les virosis en cucurbitàcies i solanàcies.

En algunes situacions, però, és justificat deixar el sòl descobert:

- ✓ En les finques amb problemes greus de nematodes, es recomana deixar el sòl descobert des de maig fins a setembre. Els nematodes són paràsits obligats i en absència d'una planta hoste consumeixen les seves pròpies reserves i moren per inanició. Augmenta l'eficàcia si es fa una "falsa sembra", és a dir, regar per despertar les masses d'ous i, un cop han nascut, es treballa el sòl per exposar les formes juvenils a la dessecació.
- ✓ Per reduir el banc de llavors adventícies, és eficaç efectuar diverses falses sembres durant 6-8 setmanes abans de la implantació d'un cultiu sensible. En el cas de problemes greus amb adventícies vivaces, s'aconseja un treball vertical del sòl per exposar els òrgans de reserva d'aquestes plantes a la dessecació.



Imatge 5. Un sòl viu amb cucs de terra, aquí apareixen durant el cultiu. Font: Borja Camí



Imatge 6. Durant el cultiu, una escatada superficial actua com una pell protectora del sòl, tapa les esclletxes reduint l'evaporació i ombreja. Font: Borja Camí

Inundació i estanyat

Es tracta de regar abundantment la parcel·la portant el sòl fins a la saturació durant unes hores o dies. Aquesta tècnica es sol utilitzar a l'estiu, quan la terra s'eixuga amb facilitat. Tradicionalment s'anomena estanyat quan la parcel·la està inundada durant setmanes o mesos. És propi de les valls i deltes dels rius amb terres profundes i ben drenades, amb reg per inundació. Tradicionalment, es feia durant els mesos d'abril fins a juliol.

- ✓ La inundació del camp és útil per aportar humitat en fondària abans de la plantació, permet la preparació del llit de sembra en saó i també pot tenir un efecte contra plagues i malalties.
- ✓ La utilització d'aigua no salina és millor quan l'objectiu és rentar les sals acumulades, sobretot als hivernacles.
- ✓ Aprofitar la incorporació d'un adob verd i regar per accelerar-ne la descomposició.

Biofumigació i solarització

Són tècniques ecològiques de sanejament del sòl en situacions de forts desequilibris de plagues o malalties, provocats per una mala rotació. S'han demostrat efectives per al control de la gran majoria dels fongs i nematodes fitoparàsits (vegeu Fitxa Tècnica PAE núm. 11 i Fitxa Redbio núm.26). Evidentment, també tenen un impacte elevat sobre el conjunt del sòl, i per això, en combinació amb aquestes tècniques s'han de prendre altres mesures per revitalitzar el sòl i prevenir els desequilibris.



Imatge 7. Adob verd de rave farratger; en els passadissos no ha nascut degut a la toxicitat per acumulació de sals. Font: Borja Camí

4. L'ASSOCIACIÓ DE CULTIUS

La combinació de cultius permet fomentar la diversitat en l'espai, no solament de la part aèria, sinó amb una major exploració del sòl gràcies a sistemes radiculars a diferents profunditats o que s'entrecreuen entre si.

El bon veïnatge entre espècies diferents té efectes positius sobre el creixement dels cultius, el control de plagues i malalties, l'aprofitament de l'espai i de l'aigua, la fertilització amb nitrogen (lleguminoses) o el control de les adventícies.

Segons la seva distribució, parlem de cultiu associat quan dues o més espècies s'alternen o es distribueixen a l'atzar, sembrades conjuntament (com a barreja de llavor) o bé plantades de forma alterna dins la mateixa línia. D'altra banda, es parla d'intercultiu quan es cultiven files o petites franges alternes ben definides, de dues o més espècies diferents.

Les associacions en cultius hortícoles, en general, estan limitades als horts d'autoabastiment, a causa de la seva complexitat organitzativa. A escala productiva, han estat poc difoses i practicades, tot i els beneficis potencials que comporta. Una pràctica comuna és l'establiment de cultius en franges, ja que són més fàcils de mecanitzar i no comporta més treball addicional que l'organitzatiu. Però sobretot hi ha alternatives per als cultius extensius, amb les tècniques d'intercultiu, les associacions o els cultius de cobertura amb trèvol.

Les rotacions i les associacions basen els seus efectes, entre d'altres, en el fenomen de **l'al-lelopatia**, que és la influència d'una planta sobre el creixement d'una altra, incloent-hi els microorganismes, a través de l'emissió de substàncies químiques a l'ambient. Aquestes substàncies normalment són part del metabolisme secundari de les plantes, que es sintetitzen en qualsevol part (fulles, tija, arrels, fruits, llavors, etc.) i s'alliberen a l'ambient en forma de compostos volàtils i exsudats radiculars, en la descomposició de les restes vegetals o pel rentat foliar de la pluja o la rosada. L'efecte d'aquestes substàncies al·lopàtiques contribueix a regular la incidència de males herbes, plagues o malalties.

ASSOCIACIONS AMB ALTRES ESPÈCIES

A més de les associacions entre cultius, en el disseny de la finca també s'inclouen altres espècies vegetals que realitzen funcions sobre la producció:

- ✓ **Plantes refugi i bandes florals.** En parcel·les amb una elevada biodiversitat funcional –a través de diferents cultius, plantes refugi i bandes florals– hi ha una menor pressió d'algunes plagues i una major abundància i diversitat de fauna auxiliar respecte a les superfícies més homogènies.
- ✓ **Cultiu de cobertura.** S'estableixen cobertes vegetals entre els rengles o a tota la superfície. Per tal que surti a compte, han de ser associacions amb cultius hortícoles de cicle llarg o plurianuals. Per a la cobertura, el trèvol és útil per a la fixació de nitrogen atmosfèric i la bona cobertura del sòl, suporta bé els dalls i té un port baix.

Quadre 4. Exemples d'associacions en cultius hortícoles

Aprofitament de l'espai

Espècies amb velocitat de creixement diferent, evitant la competència entre elles en un mateix moment. Hi ha més collites per unitat de superfície, un millor aprofitament de l'aigua de reg o un estalvi en tasques de desherbatge.

Pastanaga – rave, nap o enciam. Plantats al mateix moment en files alternes, el rave, l'enciam i el nap tenen un creixement més ràpid i es cullen abans, ofegant les males herbes fins que la pastanaga és més competitiva.

Col – enciam. Igual que el cas anterior, l'enciam és més ràpid que la col. També es poden intercalar dins de la mateixa línia.

Fava – espinac. Es sembren franges d'espinacs enmig de les línies de faves.

Blat de moro – mongeta filaire – carbassa. Aprofitament de l'espai, amb tres collites diferents.

Avantatges sanitàries

La combinació de cultius dificulta la localització i el desplaçament de les plagues. Les interaccions són diverses: el trencament de l'homogeneïtat de l'espai, un efecte barrera, la diferent aparença visual en la forma i el color, l'emissió de substàncies al·lopàtiques o els cultius trampa.

Tomàquet – col. Repel·lència química de l'arna de la col.

Pastanaga – porro. Repel·lència química de mosques i arnes.

Cebes, alls, porros. Les liliàcies emeten compostos sofrats volàtils que actuen com a repel·lents d'alguns insectes.

Tomàquet – blat de moro a les vores del cultiu. Sembrats al mateix moment, el blat de moro impedeix la propagació de la plaga de l'àcar del bronzejat del tomàquet a través de la pols de l'aire mitjançant un efecte pantalla. Es pot sembrar el blat de moro entre una plantació vella i una de jove que estiguin a prop. El blat de moro també actua de cultiu trampa, reduint la posta de la cuca del tomàquet sobre la tomaquera.



Imatge 8. Camp hortícola a l'aire lliure en rotació. Font: Unitat PAE.

Quadre 5. Objectius productius de la rotació**Adaptació al clima, sòl i aigua**

Les rotacions de cultiu han d'estar adaptades a un clima determinat, i més concretament a les condicions de cada finca. La temperatura i les hores de llum són factors que afecten els cicles dels cultius, primerencs o tardans, així com l'esglaonament de les plantacions. En funció del tipus de sòl hi ha cultius que es desenvolupen millor que altres. També cal tenir en consideració la ventilació de les parcel·les i quins són els vents dominants. Per als cultius de conservació, que també es poden fer en extensiu, la pluviometria en el moment de la collita pot ser un factor determinant, de manera que caldrà adaptar els cicles de cultiu per tal que la collita sigui en el temps sec.

Diversificació o especialització de la producció

En finques d'horta diversificada, per a venda directa, es poden cultivar de 10 a 12 espècies diferents. Si l'orientació és cap a l'especialització es treballen 3-4 cultius principals, combinats amb algun altre de diversificació.

Cal definir un itinerari tècnic per a cada cultiu i el maneig postcollita i de conservació. Poder ajustar els costos productius, cal establir i respectar el marge de benefici del cultiu, sobretot en finques especialitzades.

Planificació de la producció

En funció dels criteris de comercialització, caldrà ajustar la rotació.

Amb la previsió de vendes setmanal es calculen les necessitats totals de collita, i amb el rendiment estimat es calcula la superfície a plantar. Després, s'han d'esglaonar les plantades per obtenir una producció continuada.

A partir dels cultius principals, se n'inclouen altres que permetin una bona rotació. En finques de superfície reduïda dedicades a la venda directa, les rotacions i les associacions també tenen un paper fonamental.

Balanç econòmic de la rotació

- Preu de venda mitjà (€/kg) = Ingressos bruts anuals (€) / Producció anual (kg)
- Producció mitjana per superfície (kg/m²) = Producció anual (kg) / Superfície total (m²)

Cultius a l'hivernacle

La prevenció de molts problemes passa per evitar la repetició d'un o dos cultius, com passa sovint amb les solanàcies i les cucurbitàcies. En agricultura ecològica, és necessari incloure cultius de diversificació per evitar els problemes sanitaris més comuns. També s'ha de tenir en compte el risc d'acumulació de sals amb l'aigua de reg.

Intercalar adobs verds i biofumigació.

5. EXEMPLES DE ROTACIONS

A continuació es donen exemples curts de dos o tres cultius, més que una rotació completa a 4-6 anys vista, que poden ser aplicables segons les necessitats de cada finca.

	Any 1												Any 2											
	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								

1. CULTIU DE TARDOR D'ARREL (LIL·LÀCIA COM CALÇOT, PORRO, CEBÀ) → ADOB VERD DE 45 DIES (RAVE FARRATGER O MOSTASSA) → CULTIU DE FRUIT TARDÀ (SOLANÀCIA O CUCURBITÀCIA)

En condicions locals, aquesta rotació encaixa bé per les dates de cultiu i també per la superfície similar que ocupa una liliàcia i un cultiu de fruit. Està orientada a prevenir els nematodes fitoparàsits del sòl, i altres malalties, ja que el calçot és poc sensible als nematodes i a les malalties del tomàquet. L'adob verd actua de fertilitzant per al cultiu següent, redueix la pressió d'adventícies i pot tenir un efecte biofumigant. La incorporació d'aquest es fa a l'inici de la pujada a flor, uns 20-30 dies abans de la plantació, i es pot acompanyar d'un reg per accelerar la descomposició i tenir el sòl fresc i mineralitzant per a la plantació d'estiu.

2. CULTIU DE TARDOR → ADOB VERD (GRAMÍNIA, CRUCÍFERA O LLEGUMINOSA) → CULTIU DE TARDOR

En finques d'horta del litoral a l'estiu es planten cultius de fruit que tenen un "creixement vertical" i per tant necessiten

més mà d'obra per superfície, i a mesura que s'acaben els cultius d'hivern algunes parcel·les queden sense cultivar. Per evitar que el sòl quedi descobert, es sembra un adob verd abans de la propera plantació a la tardor. Caldrà escollir entre les diferents espècies o barreges segons el temps disponible i els efectes buscats sobre el sòl o sobre el cultiu següent.

3. CULTIU DE FULLA D'ESTIU (ENCIAM) → COLIFLOR (+COMPOST) → CULTIU D'HIVERN PRIMAVERA

Un cultiu d'enciam a l'estiu no es fertilitza amb compost, normalment n'hi ha prou amb la mineralització de la matèria orgànica del sòl. Després, la coliflor que es planta al juliol és per collir entre octubre i gener. En aquest cas, si és necessari, s'aporta compost, que tindrà la doble funció de fertilitzar la coliflor i també part del cultiu següent, a través de les abundants restes de collita de la coliflor. Si és necessari adobar el cultiu després de la coliflor, no cal compost perquè ja hi ha suficient matèria orgànica fàcilment mineralitzable. En tot cas, s'hi aplicaria un adob de suport.

4. CULTIU D'HIVERN – PRIMAVERA D'ARREL (CEBA SECA, ALL SEC) → ADOB VERD (LLEGUMINOSA + CRUCÍFERA) → CULTIU DE FRUIT PRIMERENC (CARBASSA O TOMÀQUET)

Alternar dos cultius extensius de conservació de característiques diferents (família botànica, sistema radicular, part aprofitable). Després de la collita de cebes i alls, entre juny i agost, es sembra l'adob verd al setembre. Aquest pot ser una lleguminosa sola o barrejada amb una crucífera, que s'incorpora al març. A la sortida de l'hivern, l'adob verd tindrà la funció d'activar el sòl i de fertilitzar el cultiu següent plantat a l'abril, de carbassa o tomàquet terrer (de penjar o per indústria).

5. ADOB VERD SORGO FARRATGER → CULTIU D'HIVERN PRIMAVERA

El sorgo és una gramínia de metabolisme C4 que es sembra a partir del maig, genera molta biomassa i té un creixement ràpid, capaç de debilitar les reserves de les adventícies vivaces d'estiu com els cards i la jonça. Als 45 dies ja té una bona coberta sempre que disposi d'aigua suficient. Es pot efectuar el primer dall abans de l'espigat, entre juliol i agost, realitzant-ne la incorporació final al mes d'octubre, cosa que potencia la humificació durant els mesos d'hivern. Aquesta opció és molt recomanada a França abans d'una replantació de fruiters, i també s'utilitza en rotacions d'hortícoles. El cultiu següent s'ha de plantar a partir del febrer. Per contra, si el que es busca és una descomposició més ràpida, s'incorpora abans o bé es poden arribar a fer 3 dalls durant tot el cicle, sempre abans de l'encanyat.

ROTACIONS EN HIVERNACLE

Són cultius de diversificació, per campanyes primerenques o tardanes que també tenen un nínxol de mercat. Al litoral català, tradicionalment es planta:

- ✓ **Api:** campanya de contraestació que es fa al litoral mediterrani, per venda local i exportació. Amb planter calefactat, es planta al març per collir al maig.
- ✓ **Pèsol → cogombre:** collita primerenca de pèsol. Alerta, que és sensible a les glaçades. Hi ha pagesos que aprofiten la mateixa malla de tutor per als dos cultius.
- ✓ **Espinac → fruit primerenc:** tolera bé el sodi acumulat al sòl i n'extreu més que altres espècies. Sembrat entre setembre i octubre per collir fins al gener, abans de plantar el cultiu de fruit primerenc.

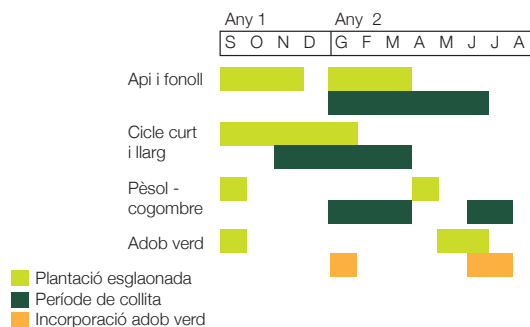
Fruit de la necessitat de les rotacions, l'agrupació de pagesos francesos Civam Bio 66 (<http://www.sud-et-bio.com/fruits-legumes>) disposa d'unes fitxes amb propostes de cultius de diversificació per a hivernacles. També hi ha disponible un programa de planificació, amb indicacions per esglaonar les plantacions i obtenir una producció constant.

- ✓ Cicle llarg: **api, fonoll, bleda, ceba i escarola.**
- ✓ Cicle curt: **enciam, espinac, col rave, ruca i julivert.**

Adob verd → cultiu de fruit primerenc o tardà. Ha donat molt bons resultats en finques amb sòls castigats, especialment la biofumigació.

- ✓ Sembra al setembre (rave farratger o mostassa, barrejades amb veça) → incorporació al gener → cultiu de fruit primerenc plantat a finals de febrer.

- ✓ Sembra del maig a juny (rave farratger o mostassa) → incorporació als 45 dies → cultiu de fruit tardà plantat entre juliol i agost.



BIBLIOGRAFIA

Arrufat A, Dubois M. *Prévention contre les pathogènes du sol en culture sous abris: rotations, engrais verts, solarisation*. CIVAM BIO 66 – CENTREX.

Diversos autors. (2012) *Choisir et réussir son couvert végétal pendant l'interculture en AB*. ITAB (www.itab.asso.fr).

Diversos autors. (2005) *Les engrais verts en maraîchage biologique*. ITAB – GRAB.

Diversos autors. (2006) *Practical weed control. Applied Plant Research* – Wageningen UR.

Domínguez A, Roselló J, Aguado J. (2002) *Diversidad vegetal en agricultura ecológica*. SEAE-PHYTOMA.

Farooq, M. et al. (2011). *The role of allelopathy in agricultural pest management*. *PestManagSci*; 67:493–506.

Fontanet, X.; Vila A. (2014) *Plagas y enfermedades en hortalizas y frutales ecológicos*. La Fertilidad de la Tierra.

Labrador, J. (2002) *La materia orgánica en los agrosistemas*. Mundi Prensa.

Tuson, P. (2009) *Cultius per diversificar l'agricultura ecológica de secà. Conclusions 2004-2008*. Oficina Comarcal del DAR del Berguedà.

Vedie, H.; Taulet A. (2005) *Engrais verts en interculture d'automne-hiver en plein champ*. GRAB (www.grab.fr)

CRÈDITS

Autor: Borja Camí Marnet – Arreu, eines per l'acompanyament agroecològic.

Revisió: Unitat de Producció Agrària Ecològica del Servei d'Ordenació Agrícola. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

Correcció lingüística: Joan-Ignasi Elias.

Dipòsit legal: B.5384-2013