



PLA DE ROTACIÓ PER AL CONTROL DE *Globodera spp.* AL CULTIU DE LA PATATA A LES ILLES BALEARS

Índex

1.	Introducció	4
2.	Objectius	5
2.1.	Objectiu general	5
2.2.	Objectius específics	5
3.	Principis agronòmics del pla de rotació	5
3.1.	Estimulació de l'eclosió sense reproducció	5
3.2.	Reducció progressiva de les poblacions d'ous	6
3.3.	Evitar la dispersió	6
3.4.	Integració amb altres mesures de control	7
4.	Unitat Mínima d'Actuació	8
5.	Classificació de parcel·les segons els nivells d'infestació i matriu de risc segons cicle de cultiu	8
5.1.	Classificació de parcel·les segons els nivells d'infestació	8
5.2.	Classificació de risc segons cicle de cultiu i condicions climàtiques	10
6.	Models de rotació recomanats	10
6.1.	Principis bàsics del Pla	11
6.2.	Estratègies segons nivell	11
6.2.1.	Nivell baix (<1.000 ous/100 g de sòl). Situació poc freqüent → marge productiu alt	11
6.2.2.	Nivell mitjà (>1.000–5.000 ous/100 g de sòl). Nivell dominant a Mallorca	11
6.2.3.	Nivell alt (>5.000 ous/ 100 g de sòl). Sistema en risc → maneig agressiu	12
7.	Monitorització i seguiment	12
7.1.	Mostreig	12
7.2.	Indicadors	13
7.3.	Seguiment. Presa de decisions	13
8.	Protocol de bioseguretat	13
9.	Control del Pla de Rotació	13
9.1.	Control documental (base del sistema)	13



9.2.	Control tècnic (GIP)	13
9.3.	Control in situ per l'Administració.....	14
9.4.	Control analític	14
9.5.	Control indirecte	14
10.	Avaluació econòmica	14
10.1.	Naturalesa dels costos.....	14
10.2.	Estimació de costos per hectàrea	15
10.3.	Costos per mesures	15
10.4.	Cost total del Pla.....	17
10.5.	Impacte econòmic sobre l'explotació	17
10.5.1.	Mòdul de compensació per pèrdua de producció.....	18



11. ANNEXOS.	20
11.1. Bibliografia científica de <i>Solanum Sisymbriifolium</i>	20
11.2. Guia tècnica completa del cultiu <i>Solanum sisymbriifolium</i> a les Illes Balears	23
11.2.1. Requeriments edafoclimàtics	23
11.2.2. Sembra.....	24
11.2.3. Època de sembra.	25
11.2.4. Fertilització	25
11.2.5. Reg.....	25
11.2.6. Plagues i malalties	25
11.2.7. Incorporació del cultiu al sòl	26
11.3. Cultiu <i>Solanun Sisymbriifolium</i>	26
11.3.1. Resum òptim de <i>Solanun Sisymbriifolium</i>	26
1.1.1. Calendari dels cicles de cultiu de patata a les Illes Balears i finestra d'implantació de <i>Solanum sisymbriifoliu</i>	27
1.1.2. Recomanacions de maneig per a optimitzar la plantació de <i>Solanun Sisymbriifolium</i> . SoildiverAgro project.....	27
1.1.3. Protocol de mostreig de sòl	28
1.1.4. Check-list de camp	28
1.1.5. Taula de decisió segons nivell d'infestació.....	29
1.1.6. Control del Pla de Rotació	29



PLA DE ROTACIÓ PER AL CONTROL DE *Globodera* spp. AL CULTIU DE LA PATATA A LES ILLES BALEARS

1. Introducció

El cultiu de la patata a les Illes Balears constitueix un pilar estratègic dins del sistema agrari, especialment en zones d'alta especialització com sa Pobla-Muro, on es concentra una part significativa de la producció destinada tant al mercat local com a l'exportació. No obstant això, la sostenibilitat d'aquest cultiu es troba seriosament compromesa per la presència dels nematodes del quist de la patata (*Globodera rostochiensis* i *Globodera pallida*), considerats entre els patògens de sòl de més impacte econòmic i agronòmic.

Els resultats analítics obtinguts en el marc dels programes oficials de seguiment fitosanitari, així com les campanyes específiques d'exportació i els estudis recents vinculats a l'autorització excepcional de metam sodi, realitzats pel Laboratori Oficial de Sanitat Vegetal de les Illes Balears (LOSVIB), confirmen de manera consistent que la totalitat de les mostres analitzades corresponen a *Globodera pallida*. Aquest fet posa de manifest el predomini clar d'aquesta espècie a les zones productores de les Illes Balears i reforça la necessitat d'orientar les estratègies de maneig específicament cap al seu control.

En particular, *Globodera pallida* representa el principal factor limitant en les condicions actuals de cultiu, a causa de la seva elevada persistència al sòl, la seva capacitat de supervivència durant llargs períodes en forma de quists i la seva complexa dinàmica poblacional. A això s'hi afegeix que la majoria de les varietats comercials classificades com a resistents presenten la seva resistència davant de *Globodera rostochiensis*, mentre que l'eficàcia davant de *G. pallida* és poc eficaç, inestable o inexistent en condicions de camp. Aquesta situació limita significativament la viabilitat d'estratègies basades exclusivament en l'ús de material vegetal resistent.

En aquest context, és imprescindible adoptar un enfocament estructural basat en la gestió integrada del sistema productiu, on la rotació de cultius adquireix un paper central com a eina de control.

Des d'un punt de vista científic (veure annex), l'ús de *Solanum sisymbriifolium* a la rotació es fonamenta en la seva capacitat única per actuar com a cultiu trampa efectiu davant de *Globodera pallida*, en combinar l'estimulació específica de l'eclosió dels quists amb la impossibilitat de completar el cicle biològic del nematode. Aquesta doble acció permet reduir activament el banc d'ous viable a sòl, a diferència d'altres cultius no hospedants o associacions vegetals, que únicament interrompen el cicle sense provocar una disminució significativa de la població.



A més, en un escenari caracteritzat pel predomini de *G. pallida*, la dependència exclusiva de varietats resistents no garanteix el control de *G. pallida*, podent fins i tot afavorir la selecció de poblacions virulentes. En aquest escenari, la rotació amb cultius trampa com a *Solanum sisymbriifolium* deixa de ser una mesura complementària per convertir-se en un pilar estructural del sistema de maneig dins de les estratègies de rotació orientades al control sostenible del patogen.

2. Objectius

2.1. Objectiu general

Reduir i baixar la pressió de les poblacions de *Globodera spp.* a les parcel·les de patata fins a nivells que permetin un cultiu comercial viable i sostenible, evitant el col·lapse del sistema.

2.2. Objectius específics

- Implementar rotacions de cultius eficients.
- Utilitzar de manera sistemàtica *Solanum sisymbriifolium* com a cultiu trampa.
- Incorporar varietats resistents quan estiguin disponibles.
- Evitar la dispersió del nematode.
- Establir un sistema de seguiment i presa de decisions.
- Mesures de bioseguretat i higiene agronòmica.
- Complir la normativa europea i estatal (Directiva 2007/33/CE, Reglament 2016/2031 i Reglament d'execució (UE) 2022/1192).

3. Principis agronòmics del pla de rotació

L'ús de la planta trampa és l'eina central d'aquest pla, però ha de formar part d'una estratègia de maneig integrat de plagues (GIP) per ser sostenible en el temps. El cultiu trampa principal i preferent és *Solanum sisymbriifolium*, atesa la seva capacitat única d'estimular l'eclosió dels quists de *Globodera spp.* sense permetre la reproducció del nematode. No obstant això, atesa la possible dificultat d'obtenir llavor en quantitat suficient tots els anys, el pla preveu la possibilitat d'utilitzar altres cultius trampa alternatius avalats per bibliografia científica (brassiques, mostassa, etc.), sempre que s'acrediti la seva capacitat de reducció poblacional de *Globodera spp.* En tots els casos, el cultiu trampa haurà de ser triturat i incorporat al sòl.

3.1. Estimulació de l'eclosió sense reproducció

Aquest principi es basa en el mecanisme d'acció de la planta trampa, *Solanum sisymbriifolium* mitjançant:



- L'engany químic: Les arrels d'aquesta planta emeten exsudats que el nematode (*Globodera spp.*) identifica com si fossin d'una planta de patata comercial, cosa que estimula l'eclosió dels ous i la sortida dels juvenils (J2) dels quists.
- Aturada del cicle vital: Un cop el nematode envaeix les arrels, la planta actua com un hoste resistent i no permet que el nematode s'alimenti ni es desenvolupi fins a la fase adulta. Com que no es pot madurar, les femelles no aconsegueixen formar nous quists, tallant d'arrel el cicle de reproducció.
- Efecte tòxic addicional: Estudis recents demostren que *S. sisymbriifolium* conté compostos de defensa (glicoalcaloides esteroidals com la α -solamargina i la solasodina) que resulten directament tòxics per a la viabilitat de *Globodera pallida*, reduint severament tant la seva eclosió com la seva capacitat d'infecció

3.2. Reducció progressiva de les poblacions d'ous

L'objectiu a mitjà/llarg termini no és l'erradicació immediata, sinó baixar la població de nematodes del sòl fins a nivells que permetin un cultiu rendible.

- Efecte acumulatiu: Al forçar l'eclosió massiva sense permetre la reproducció (principi anterior), cada cicle de cultiu trampa disminueix dràsticament el nombre d'ous viables que queden a terra. Al integrar la planta trampa a rotacions estructurades i repetides al llarg de diverses campanyes, s'aconsegueixen reduccions poblacionals significatives i acumulatives.
- Sinergia amb el clima (efecte tèrmic estival): A zones com sa Pobla, aquest buidatge del banc d'ous s'accelera durant l'estiu. De juny a agost, l'alta radiació, el terra sec i les temperatures màximes per damunt dels 30°C provoquen una alta mortalitat natural de quists i juvenils a les capes superficials del sòl.

3.3. Evitar la dispersió

Els nematodes del quist tenen una capacitat de moviment autònom molt limitada (tot just uns centímetres a terra); la seva principal via de propagació d'una parcel·la a una altra és l'acció humana.

- Bioseguretat estricta: Aquest principi exigeix implementar protocols rigorosos, com la neteja obligatòria de la maquinària agrícola (tractors, eines, recol·lectores) abans de canviar de recinte per evitar l'arrossegament de terra infestada.
- Control de l'entorn: També implica una correcta gestió dels vessaments d'aigua (que poden arrossegat quists a zones netes) i l'eliminació sistemàtica de plantes solanàcies espontànies (voluntàries o males herbes) als marges i dins de la parcel·la, ja que podrien servir com a refugi i focus de multiplicació per al nematode.



3.4. Integració amb altres mesures de control

- Intercalar el cultiu principal amb espècies no hospedants, definides com a qualsevol espècie vegetal que no permeti l'alimentació, desenvolupament ni reproducció d'aquest nematode a les arrels (com ara cereals, lleguminoses, crucíferes, brassiques, etc.), per trencar el cicle de la plaga i millorar la salut general del sòl.
Per tal de ser subvencionable sota aquest concepte, el cultiu no hospedant ha de complir els requisits següents:
 - ✓ **Absència de rendiment econòmic:** el cultiu no ha de generar benefici comercial per a l'agricultor, ja sigui per venda directa o transformació.
 - ✓ **Incorporació al sòl per trituració:** el cultiu ha de ser triturat i incorporat al sòl, sense que se'n faci cap aprofitament extern. Aquest requisit actua com a garantia de l'absència de rendiment econòmic i contribueix a la millora de la salut del sòl.
 - ✓ **Fora de la rotació habitual:** no ha de formar part de la rotació productiva ordinària de l'explotació, és a dir, no pot ser un cultiu que l'agricultor ja practiqui habitualment amb fins econòmics.
- Genètica: Incorporació de varietats de patata resistents al nematode (quan el mercat i la disponibilitat ho permetin), alternant-les estratègicament per evitar que la plaga desenvolupi noves resistències.
- Racionalització química: Relegar el control químic (nematicides) a un ús puntual i restrictiu, reservant-lo només per a infestacions molt elevades i sempre com a suport temporal dins del pla de rotació, mai com a mesura única.
- Tècniques complementàries: Ús de pràctiques com a la biofumigació mitjançant la incorporació de brassicàcies al sòl que alliberen gasos amb efecte nematicida natural.
- Efecte tèrmic estival a sa Pobla. A l'estiu, la climatologia a Mallorca és una eina nematicida natural que s'ha d'integrar al pla. De juny a agost, es donen condicions letals per a la plaga. Per tal que aquest efecte sigui efectiu, el període mínim ha de ser d'1 mes de manera ininterrompuda. Durant aquest temps es produeixen tres efectes clau:
 - Mortalitat directa: Es registren màximes temperatures per sobre dels 30°C, una alta radiació i un sòl més sec, fet que suposa al sòl superficial la mortalitat directa de quists i juvenils.
 - Aturada biològica: Les temperatures mitjanes se situen per sobre dels 25°C. Aquestes temperatures frenen l'eclosió del nematode en sec.
 - Impacte mecànic-físic: El fet que la majoria de les parcel·les romanguin sense cultiu i amb la terra voltejada (conreu) potencia la deshidratació. S'ha comprovat al laboratori que aquestes pràctiques aconseguixen disminuir dràsticament els recomptes, observant-se gran quantitat de quists deshidratats o cremats.



4. Unitat Mínima d'Actuació

Per assegurar el rigor i l'eficàcia del seguiment agronòmic, la superfície mínima aplicable d'aquest pla de rotació és el recinte de la parcel·la. Totes les mides, classificacions i llindars s'aplicaran de manera individualitzada a nivell de recinte SIGPAC.

Excepcionalment, s'admeten dues variants respecte a la unitat mínima d'actuació establerta (el recinte SIGPAC), sempre que es documentin degudament i es mantinguin estables durant els quatre anys de vigència del pla:

a) Subdivisió d'un recinte en subrecintes, quan una part del recinte requereixi un maneig diferenciat de la resta. Condicions:

- Delimitació física i cartogràfica: els subrecintes han de quedar marcats físicament a la parcel·la per part de l'agricultor, i degudament reflectits en planimetria SIGPAC (vegeu annex de plànols SIGPAC dibuixats).
- Pla de rotació individualitzat: s'ha d'elaborar un Pla de Rotació específic per a cada subrecinte, amb el mateix nivell de detall i requisits que el pla general.

b) Unió de diverses parcel·les o recintes SIGPAC en una única Unitat Homogènia de Cultiu (UHC), quan es gestionin conjuntament com una sola unitat de maneig. Condicions:

- Delimitació per croquis: la UHC ha de quedar delimitada mitjançant un croquis o plànol que identifiqui totes les parcel·les i recintes SIGPAC que la integren, adjuntat a la sol·licitud.
- Maneig unificat: totes les parcel·les integrants han d'executar el mateix pla de rotació, amb idèntiques mesures durant els quatre anys, atès que comparteixen maquinària i, per tant, el risc de disseminació del nematode.
- Nivell d'infestació aplicable: quan les parcel·les integrants presentin nivells d'infestació diferents, s'aplicarà a la totalitat de la UHC el nivell més alt, que determinarà les mesures exigibles durant els quatre anys.

En els dos casos, l'estabilitat és comuna: la delimitació (subrecintes o UHC) s'ha de mantenir sense modificacions de límits, superfície o composició durant tota la vigència del pla.

5. Classificació de parcel·les segons els nivells d'infestació i matriu de risc segons cicle de cultiu

5.1. Classificació de parcel·les segons els nivells d'infestació

La base tècnica d'aquest pla parteix de la Resolució de 19 de juny de 2025 del Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació, la qual va autoritzar excepcionalment l'ús de Metam Sodi per a la desinfecció de sòls davant de *Globodera spp.* a les Illes Balears. Aquesta



resolució va establir un marc d'actuació basat en anàlisis nematològiques prèvies, fixant un llindar de tractament de 1.000 ous/100 g de sòl.

Tot i això, els resultats obtinguts durant el seguiment de la campanya 2025 evidencien que aquest llindar és insuficient per gestionar la plaga únicament mitjançant intervencions puntuals. Les dades són determinants: la mitjana general d'infestació es va situar en 3.190,75 ous/100 g i màximes de 76.600,00 ous/100 g de sòl.

A més, l'informe tècnic destaca que, durant la major part del període d'estudi, la mitjana d'estimació d'ous es va mantenir sistemàticament per damunt del llindar de tractament.

En conseqüència, cal redefinir els nivells d'infestació i establir un sistema de classificació operatiu que permeti dissenyar estratègies de rotació adaptades al risc real i a la viabilitat econòmica del cultiu.

Aquesta nova classificació no persegueix l'erradicació del patogen, sinó la gestió progressiva de la càrrega poblacional, tot adaptant la intensitat de la rotació i les mesures de control a cada nivell de risc.

Per tant, cal una classificació operativa de tres nivells que dicti la intensitat de la rotació amb *Solanum sisymbriifolium*:

- Nivell Baix (< 1.000 ous / 100 g de sòl). Objectiu: manteniment de nivells baixos. És el nivell de seguretat o manteniment. Per sota d'aquest llindar, el cultiu de la patata és econòmicament viable i la plaga es pot mantenir controlada de forma sostenible integrant preventivament un cicle preventiu anual de cultiu trampa (*S. sisymbriifolium*) en postcollita segons el nivell d'infestació. Es determinen dos subnivells:
 - Nivell B1. 190-450 ous/100 g de sòl. El límit inferior s'estableix en 190 ous/100 g (equivalent a 1,9 ous/g), que correspon al llindar de tolerància verificat per *Greco et al. (1982)* i *Seinhorst (1982)*, per sota del qual no s'han constatat pèrdues de rendiment econòmicament significatives i no es preveu compensació econòmic
 - Nivell B2. >450- 1.000 ous/100 g de sòl.
- Nivell Mitjà (1.000 - 5.000 ous / 100 g de sòl). Objectiu: reducció progressiva. Representa la franja on la infestació supera el llindar de dany econòmic i requereix acció correctiva immediata. Durant els mesos d'estiu, la mortalitat natural (efecte tèrmic estival) arriba a reduir les poblacions des de pics extrems fins a valors dins aquest rang (190-6.000 ous/ 100g de sòl). Es requereix obligatòriament la intercalació d'1 o 2 cicles complets de cultiu trampa per baixar les poblacions d'ous abans de tornar a sembrar.
- Nivell Alt (> 5.000 ous / 100 g de sòl). Objectiu: reducció intensa abans de reintroduir patata. Nivell crític que reflecteix un sòl col·lapsat per eclosions massives (pics



primaverals de 8.000 a 35.000 ous/100 g). Exigeix la paralització total del cultiu de solanàcies i l'aplicació d'un protocol intensiu de sanejament: rotacions de més de dos anys amb cultius no hospedants, realitzar sembres repetides de *S. Sisymbriifolium*.

5.2. Classificació de risc segons cicle de cultiu i condicions climàtiques

El risc associat a *Globodera spp.* està estretament lligat tant al cicle de cultiu de la patata com a les condicions climàtiques, que determinen l'eclosió, la mobilitat i la supervivència del nematode.

- Cicle d'exportació (novembre – abril). Alt risc, a causa de la coincidència amb condicions favorables de temperatura i activitat radicular del cultiu. Es considera el cicle més crític, especialment en parcel·les amb infestació mitjana o alta. Requereix l'aplicació de mesures estrictes de rotació, ús de cultius tramps (*Solanum sisymbriifolium*) i control previ de poblacions.
- Cicle de mitjana estació (gener/febrer – juny/juliol). Risc elevat, amb condicions que afavoreixen l'eclosió progressiva del nematode. Es recomana limitar-ne l'ús en parcel·les amb alta infestació i reforçar el maneig amb cultius trampa i seguiment analític.
- Cicle d'hivern (juliol – desembre). Risc menor, a causa de la menor activitat del nematode i de la influència del període estival previ. És el cicle prioritari en parcel·les amb infestació mitjana o alta, ja que permet integrar millor les estratègies de control.

6. Models de rotació recomanats

L'estratègia es basa en la combinació de:

- Cultiu de patata.
- Ús sistemàtic del cultiu trampa *Solanum sisymbriifolium*.
- Introducció de cultius no hospedants.
- Efecte tèrmic estival
- Maneig higiènic i bioseguretat
- Implantació i seguiment del pla a nivell tècnic. El tècnic GIP identificat a la sol·licitud actua com a persona tècnica responsable de l'aplicació del pla i com a directora o director del pla a l'explotació durant els quatre anys de vigència. Correspon a aquesta persona l'elaboració del pla de rotació individualitzat i el seu seguiment anual per parcel·la, recinte o subrecinte, incloent la classificació del nivell d'infestació, la prescripció de les mesures, el calendari de cultius i la cartografia SIGPAC associada



6.1. Principis bàsics del Pla

- La primavera és el moment de màxim risc: març-maig (temperatures suaus + humitat → màxima eclosió) → evitar patata en nivells alts.
- Estiu. Finestra de control natural: efecte tèrmic estival. Juny-agost ($T^a > 30^{\circ}\text{C}$ + sol sec → mortalitat de quists).
- Unitat mínima de gestió: el recinte de la parcel·la.

6.2. Estratègies segons nivell

6.2.1. Nivell baix (<1.000 ous/100 g de sòl). Situació poc freqüent → marge productiu alt

✓ **Estratègia.** Producció continua

✓ **Claus:**

- Es permet tots els anys sembrar patata
- S'introdueix efecte tèrmic estival almenys 1 any.
- Es manté pressió baixa amb cultiu trampa. Segons el grau d'infestació es determina dos nivells :
 - Nivell B1. 190-450 ous/100 g de sòl. Sembrar mínim 1 dels 4 anys.
 - Nivell B2. >450- 1.000 ous/100 g de sòl. Sembrar mínim 2 dels 4 anys.
- En el nivell B2, en cas de sembrar qualche cultiu, el cultiu ha de ser no hospedant amb rendiment econòmic no hospedant.

6.2.2. Nivell mitjà (>1.000–5.000 ous/100 g de sòl). Nivell dominant a Mallorca

✓ **Estratègia**

- Reduir càrrega sense perdre sistema
- Limitar cicles de risc
- Introduir descansos reals
- Control preventiu
- Ús sistemàtic de cultiu trampa

✓ **Claus:**

- Almenys 1 dels 4 anys sense patata
- Sembrar cultiu trampa mínim 3 anys dels 4.
- En cas de sembrar qualche cultiu, el cultiu ha de ser no hospedant amb rendiment econòmic no hospedant.
- Ús fort de l'efecte tèrmic natural d'estiu com a eina: mínim 2 dels 4 anys.



6.2.3. Nivell alt (>5.000 ous/ 100 g de sòl). Sistema en risc → maneig agressiu

✓ Estratègia

- Reduir població de forma activa
- Minimitzar finestres d'eclosió
- Reintroduir patata de forma controlada

✓ Claus:

- Sembrar patata només 2 de 4 anys fent servir varietats resistents o tolerants quan estiguin disponibles; llavor certificada; control estricte de solanàcies espontànies.
- *S. sisymbriifolium* com a eix del sistema. Mínim 3 anys dels 4.
- Ús intensiu de l'efecte tèrmic natural d'estiu: mínim 3 anys.
- En cas de sembrar qualque, el cultiu ha de ser no hospedant amb rendiment econòmic no hospedant.

7. Monitorització i seguiment

7.1. Mostreig

Moment	Acció
Inici Any 1	Mostreig inicial
Final Any 2	Control intermig
Final Any 4	Avaluació final

Per garantir el rigor tècnic i la traçabilitat del Pla de Rotació, s'estableixen els següents requisits relatius a les anàlisis de sòl:

- Validesa de l'Anàlisi Inicial de Referència: Per a la classificació inicial de la parcel·la als nivells de risc (Baix, Mitjà o Alt), es podran utilitzar els resultats d'anàlisis nematològiques realitzades durant els dotze mesos anteriors a la data d'inici de la rotació. Aquesta mesura permet aprofitar el diagnòstic previ per agilitzar la implementació del pla sense perdre precisió tècnica. Les anàlisis inicials es realitzaran de manera oficial pel Servei d'Agricultura i pel LOSVIB.
- Procediment de Control Intermedi i Final: L'execució dels mostreigs de seguiment (intermedis) i de verificació (finals) per avaluar l'eficàcia del cultiu trampa i l'efecte tèrmic natural d'estiu es realitzarà sota els següents criteris:
 - Responsabilitat Tècnica: La presa de mostres serà coordinada pels productors de patata a través del seu assessor en Gestió Integrada de Plagues (GIP), garantint el compliment dels protocols de mostreig oficials.
 - Laboratoris Autoritzats: Totes les mostres s'hauran de remetre a laboratoris acreditats o al Laboratori Oficial de Sanitat Vegetal de les Illes Balears (LOSVIB).



- Garantia de Traçabilitat: L'enviament de la mostra haurà d'anar acompanyat de la sol·licitud de diagnòstic al Laboratori Oficial de Sanitat Vegetal de les Illes Balears (LOSVIB). Aquest document certificarà fefaentment que el sòl analitzat prové del recinte i la parcel·la objecte del pla de rotació, assegurant la traçabilitat absoluta de tot el procés.

7.2. Indicadors

- Densitat de quists
- Nombre d'ous viables
- Percentatge de reducció

7.3. Seguiment. Presa de decisions

- Si NO baixa població després de 2 anys → intensificar rotació.
- Si baixa >50% després de 2 anys → es pot flexibilitzar.
- Si puja la població → eliminar el cultiu de patata temporalment.

8. Protocol de bioseguretat

- Neteja obligatòria de maquinària
- Control de moviment de sòl
- Gestió d'aigües i esorrenties
- Eliminació de solanàcies espontànies.

9. Control del Pla de Rotació

El sistema de control del pla es basa en un model mixt de verificació documental, validació tècnica per assessors GIP, control analític i una inspecció in situ selectiva, garantint la traçabilitat i viabilitat administrativa sense generar una càrrega excessiva sobre el sector.

9.1. Control documental (base del sistema).

Cada agricultor ha de tenir:

- Pla de rotació per parcel·la (4 anys)
- Resultats d'anàlisi
- Registre de cultius
- Declaració responsable

9.2. Control tècnic (GIP)

El tècnic de GIP valida la rotació aplicada, els cultius implantats i la coherència amb el nivell d'infestació.

Anualment realitzarà un informe tècnic.



9.3. Control in situ per l'Administració

- Control del 5-10% de parcel·les/any
- Priorització:
 - o Parcel·les de nivell alt
 - o Parcel·les amb inconsistències
- Verificació de:
 - o Cultiu implantat
 - o Estat del sòl. Sòl nu, sec, voltejat i sense vegetació, per garantir les condicions necessàries per a afavorir l'efecte tèrmic estival.
 - o Absència de solanàcies

9.4. Control analític

- Mostratge obligatori validat per laboratori oficial / acreditat
 - o Inici
 - o Any 2
 - o Any 4

9.5. Control indirecte

Encreuament de dades a través dels Informes tècnics GIP, base de dades d'anàlisi, SIGPAC de parcel·les i reunions tècniques sectorials detectant incoherències.

10. Avaluació econòmica

La implementació d'aquest pla respon a una problemàtica fitosanitària estructural, no resoluble mitjançant pràctiques convencionals, que implica des del punt de vista econòmic, la implementació obligatòria d'una sèrie de mesures agronòmiques no productives o de baixa rendibilitat directa, que generen un increment significatiu dels costos d'explotació, així com una pèrdua d'ingressos derivada de la reducció de la freqüència del cultiu principal.

10.1. Naturalesa dels costos

Les mesures incloses al pla responen a criteris exclusivament sanitaris i de sostenibilitat del sistema productiu, i no tenen com a objectiu l'obtenció de rendiments comercials directes. En aquest sentit, els principals costos associats són:

- Implantació de cultius trampa (*Solanum sisymbriifolium*), sense valor comercial.
- Introducció de cultius no hospedants.
- Aplicació de tècniques per a afavorir l'efecte tèrmic estival.
- Execució de programes d'implantació, seguiment i anàlisi nematològics obligatoris.



Aquestes actuacions suposen un cost directe sense retorn econòmic immediat, però són imprescindibles per garantir la continuïtat futura del cultiu de la patata en condicions viables.

10.2. Estimació de costos per hectàrea

Els costos s'han estimat d'acord amb:

- Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació (MAPA) - Xarxa ECREA (costos reals d'explotacions); Rendiment mitjà de referència [ESYRCE-MAP) i preu percebuts agricultors MAPA.
- Xarxa Comptable Agrària Nacional (RECAN)
- Tarifes TRAGSA
- Costos mitjans estimats segons les experiències realitzades per l'IRFAP amb preus de mercat.
- BOIB núm. 105 (7/8/2025) — IRFAP. Programa semilla certificada cereals i lleguminoses Illes Balears 2025 (preu llavor cultiu no hospedant categoria A)
- Controlbio.es — tarifes comercials granel 2024–2025 (preu llavor cultiu trampa alternatiu i cultiu no hospedant categoria B)

10.3. Costos per mesures

Cultiu trampa

Concepte	Càlcul	Cost €/ha
Llavor	20 kg/ha × 30 €/kg	600
Abonat	250 kg 15-15-15 x 0,64 €/kg	160
Reg/maneig	3 Regs i control	100
Mà d'obra	Sembra, abonat i triturat	105
Maquinària		110
TOTAL		1.075

Tal com s'estableix al punt 3 d'aquest pla, quan no sigui possible obtenir llavor de *S. sisymbriifolium* en quantitat suficient, es permet la utilització de cultius trampa alternatius avalats per bibliografia científica. Aquestes espècies actuen principalment per biofumigació i per efecte no hospedant, però la seva eficàcia en l'estimulació de l'eclosió dels quists de *Globodera spp.* és inferior a la de *S. sisymbriifolium*. La prima associada és per tant inferior, atesa la diferència significativa de preu de llavor. En tots els casos el cultiu haurà de ser triturat i incorporat al sòl.



Cultiu trampa alternatiu —Brassiques, mostassa i rave forratger

Concepte	Càlcul	Cost €/ha
Llavor (<i>Sinapis alba</i> , <i>Brassica juncea</i> o <i>Raphanus sativus</i>)	Preu mig espècies: 0,61 €/kg × 18 kg/ha	51
Abonat mínim	250 kg 15-15-15 × 0,64 €/kg	160
Reg/maneig	3 regs i control	100
Mà d'obra	Sembra, abonament i triturat	105
Maquinària		110
TOTAL		526

Font preus llavor: tarifes comercials granel 2024-2025 (Controlbio.es). Dosis referència: *Sinapis alba* 25-30 kg/ha · *Brassica juncea* 10 kg/ha · *Raphanus sativus* 20 kg/ha. S'aplica preu i dosi mig de les tres espècies.

Cultiu no hospedant

Concepte	Càlcul	Cost €/ha
A) Cereals i lleguminoses		
Llavor	130 kg/ha × preu 0,64 €/kg	83
Fertilització mínima	250 kg 15-15-15 × 0,64 €/kg	160
Mà d'obra	sembra, abonament, recol·lecció	105
Maquinària	sembra, abonament, recol·lecció	110
TOTAL		458
B) Crucíferes i brassiques	Mateixos costos que cultiu trampa alternatiu	526

Efecte tèrmic estival

Concepte	Càlcul	Cost €/ha
Conreu	1	90
Volteig	1	95
Mà d'obra	Labor	90
TOTAL		275

Implantació i seguiment del Pla

Concepte	Càlcul	Cost €
Elaboració del Pla de Rotació individualitzat per parcel·la/recinte/subrecinte, incloent classificació del nivell d'infestació, prescripció de mesures, calendari de cultius i cartografia SIGPAC	Tècnic	60
Seguiment anual del Pla de Rotació	Tècnic	30 €/any
Laboratori	Anàlisi	0
TOTAL		150



10.4. Cost total del Pla

La intensitat de les mesures de rotació i, per tant, el cost econòmic suportat per l'explotació, és directament proporcional al nivell d'infestació per nematodes. El cost total del pla per a cada agricultor dependrà de:

- El nivell d'infestació de la parcel·la, que determina la intensitat de la rotació i el nombre de cicles de cultiu trampa necessaris.
- El tipus de cultiu no hospedant utilitzat (cereals/lleguminoses o crucíferes/brassiques).
- El nombre de parcel·les, recintes i subrecintes inclosos al pla individualitzat.

Les mesures subvencionables i els seus costos unitaris es detallen a l'apartat 10.3. La modulació de l'ajuda en funció del risc fitosanitari permet adaptar la compensació a la situació real de cada explotació.

- Implantació recurrent de cultius trampa (fins a 4 cicles en 4 anys)
- Ús sistemàtic de l'efecte tèrmic estival
- Introducció d'almenys un any sense cultiu de patata
- Realització dels controls documentals i analítics obligatoris.

10.5. Impacte econòmic sobre l'explotació

La presència de *Globodera spp.* als sòls de sa Pobla implica un impacte econòmic directe i mesurable sobre la producció de patata. El pla de rotació preveu un mòdul de compensació per pèrdua de producció vinculat al nivell d'infestació de cada parcel·la, determinat per mostreig oficial previ a la sembra.

Els percentatges de pèrdua de rendiment s'han establert a partir de tres valors científicament verificats (Greco et al., 1982; Seinhorst, 1982). Els valors intermedis s'han estimat per interpolació i la pèrdua aplicada és sempre la mitjana del rang de cada nivell.

Base científica verificada per al càlcul dels percentatges de pèrdua

Els percentatges de pèrdua es fonamenten en tres valors verificats que citen directament els articles originals de Greco et al. (1982) i Seinhorst (1982):

1. Llindar de tolerància: 1,9 ous/g sòl (190 ous/100g) → pèrdua 0%
2. Pèrdua del 50%: 32 ous/g sòl (3.200 ous/100g)
3. Pèrdua del 80%: 100 ous/g sòl (10.000 ous/100g)

"Microplot experiments (Greco et al., 1982; Seinhorst, 1982) demonstrated an average tolerance limit of potato to both nematodes of 1.9 eggs/g soil and that yield losses of 50% and 80% would occur when cultivating potatoes in fields infested with 32 or 100 eggs/g soil, respectively."

Greco, N. et al. (2005). Screening of clones of *Solanum spp.* for resistance to potato cyst nematodes. *Nematologia Mediterranea*, 33, 163–170.



Els valors intermedis s'han estimat per interpolació. Per al càlcul de la compensació s'aplica la mitjana del rang de pèrdua de cada nivell.

10.5.1. Mòdul de compensació per pèrdua de producció

Aquest mòdul s'activa exclusivament els anys en què el pla de rotació autoritza el cultiu de patata a la parcel·la. No compensa l'absència del cultiu durant els anys de rotació — aquests queden coberts per altres mòduls del pla — sinó la pèrdua de rendiment que l'agricultor assumeix en els anys en què sí que sembra patata, com a conseqüència directa de la presència de *Globodera spp.* al sòl.

La compensació reflecteix la diferència entre la producció que s'obtindria en condicions de sòl sense infestació i la producció real esperada en funció del nivell d'infestació de la parcel·la en el moment de la sembra.

Paràmetres de referència

- Rendiment referència (Balears, (mitjana 2020–2025)): 27.503 kg/ha [ESYRCE-MAPA]
- Preu referència (mitjana 2020–2025): 0,36 €/kg [Preus percebuts agricultors MAPA]
- Nivell de pèrdua

Nivell	Rang (ous/100g sòl)	Pèrdua rang (interpolada)	Pèrdua aplicada (mitjana rang)
Per sota de 190 ous/100g (< 1,9 ous/g): per sota del llindar de dany econòmic — sense compensació [Greco et al., 1982; Seinhorst, 1982]			
Baix B1	190 – 450	0 – 15 %	~8 %
Baix B2	450 – 1.000	15 – 30 %	~22 %
Mitjà	1.000 – 5.000	30 – 70 %	~45 %
Alt	>5.000	60 – >80 %	~70 %

La compensació es calcularà segons la fórmula:

$$\text{Compensació (€/ha)} = \text{rendiment referència kg/ha} \times \% \text{ pèrdua} \times \text{preu referència €/kg}$$



Pèrdua de producció de patata

Concepte	Rendiment (Kg/ha)	Pèrdua	Preu referència €/kg	Cost €/ha
Nivell Baix B1	27.503	8,00%	0,36	792,08
Nivell Baix B2	27.503	22,00%	0,36	2.178,23
Nivell Mitjà	27.503	45,00%	0,36	4.455,47
Nivell Alt	27.503	70,00%	0,36	6.930,74



11. ANNEXOS.

11.1. BIBLIOGRAFIA CIENTÍFICA DE *Solanum Sisymbriifolium*

Solanum sisymbriifolium actua com a planta trampa estimulante l'eclosió dels quists i reduint la densitat d'ous i juvenils (J2), sense permetre la reproducció del nematode.

Altres *Solanum* estudiats de manera experimental com a *Solanum scabrum* i *Solanum chenopodioides* no presenten la capacitat de control que presenta *Solanum sisymbriifolium*.

Diversos estudis han demostrat reduccions significatives de població, especialment quan s'integra en rotacions estructurades i repetides. A continuació es detallen els articles científics que avalen la utilització de *Solanum sisymbriifolium* per a la reducció de les poblacions del nematodes *Globodera* spp.:

- a) Baker, H. V., Zasada, I. A., Gleason, C., & Dandurand, L. M. (2023). **Reproduction and invasion dynamics of *Globodera pallida* and *Meloidogyne* spp. in *Solanum sisymbriifolium*.** *Nematropica*, 53. <https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/134603>.

Estudia la reproducció i la invasió de *Globodera pallida* i altres nematodes a *S. sisymbriifolium*. Mostra que *S. sisymbriifolium* és resistent i limita el desenvolupament d'aquests nematodes, cosa que fa possible el seu ús com a cultiu trampa.

- b) Dandurand, L. M., Knudsen, G. R., & coautors. (2019). **Effect of the trap crop, *Solanum sisymbriifolium*, on *Globodera pallida*, *Globodera tabacum*, and *Globodera ellingtonae*.** *Journal of Nematology*, 51(1). <https://doi.org/10.21307/jofnem-2019-030>.

Assaig de camp que demostra que *S. sisymbriifolium* redueix densitats d'ous de *Globodera* spp. des del 25% fins al 68% i disminueix dràsticament la reproducció de *G. pallida* després d'exposició al cultiu trampa.

- c) Lindsay Schulz, Inna Popova and Louise-Marie Dandurand (2024). **Toxic effects of the trap crop *Solanum sisymbriifolium* on the hatch and viability of *Globodera pallida*.** *Journal of Nematology*, 56(1). <https://doi.org/10.2478/jofnem-2024-0027>.

Recerca recent que confirma efectes tòxics derivats de compostos de *S. sisymbriifolium* sobre l'eclosió i la viabilitat de *G. pallida*, suggerint mecanismes químics complementaris a l'efecte del cultiu trampa.

- d) Hickman, P. et al. (2025). **Crop rotation with resistant potato and *Solanum sisymbriifolium* to control *Globodera pallida*.** *Society of Nematologists, Inc. (Publicació en PubMed)*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41362650/>.

Analitza rotacions de cultiu incorporant *S. sisymbriifolium* i varietats de patata resistents, evidenciant reduccions acumulatives fins a eliminar la presència detectable de *G. pallida* després de diverses temporades.



- e) Varandas, R., Barroso, C., Conceição, I. L., et al. (2024). Molecular insights into *Solanum sisymbriifolium*'s resistance against *Globodera pallida* via RNA-seq. *BMC Plant Biology*, 24, 1005. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05694-1>.

Estudi transcriptòmic que identifica gens i rutes de defensa activades a *S. sisymbriifolium* precisament durant la infecció primerenca de *G. pallida*, aportant una base molecular dels mecanismes de resistència.

- f) Bhagat, C., Bhojan, J., & Lakshmanan, R. (2021). Evaluation of trap crop, *Solanum sisymbriifolium* and antagonistic crops against potato cyst nematodes, *Globodera* spp. *South African Journal of Botany*, 138, 242–248. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.01.001>.

Indica que *Solanum sisymbriifolium* és un cultiu trampa resistent a les dues espècies de nematodes del quist de la patata i capaç de reduir més del 97% de les poblacions de nematodes en la següent temporada de cultiu de patata. En comparació amb els cultius antagonistes, es va trobar que el cultiu trampa, *S. sisymbriifolium*, minimitzava les poblacions de les dues espècies de nematodes del quist de la patata en dues temporades successives, i que per tant els nematodes del quist de la patata es poden controlar eficaçment cultivant el cultiu trampa, *S. sisymbriifolium*, una temporada abans del cultiu de patata.

- g) Syamkumar Sivasankara Pillai, Louise-Marie Dandurand (2021). Effect of Steroidal Glycoalkaloids on Hatch and Reproduction of the Potato Cyst Nematode. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33754862/>.

Els glicoalcaloids esteroidals (SGA) són fitoanticipines presents en cultius de la família de les solanàcies que actuen com a primera línia de defensa química davant l'atac de patògens. *Solanum sisymbriifolium*, utilitzat com a cultiu trampa contra els nematodes quist de la patata, ha demostrat ser eficaç en la reducció de les poblacions de *Globodera pallida*. Aquesta espècie conté α -solamargina i altres glicoalcaloids del tipus solasodina, que podrien contribuir als seus mecanismes de defensa. En aquest estudi es va avaluar la influència dels SGA solanacis sobre l'eclosió, el desenvolupament i la reproducció de *G. pallida*. L'exposició a α -solamargina i α -solamarina va reduir l'eclosió del nematode en un 65% i un 87%, respectivament. Així mateix, el tractament dels quists amb α -solamargina i solasodina va disminuir significativament la infecció en patata susceptible ('Russet Burbank') en un 98% i un 94%, respectivament, en comparació amb el control. La reproducció de *G. pallida* també es va reduir en un 99% després de l'exposició a solasodina o solamargina. En conjunt, els resultats demostren l'efecte nociu dels glicoalcaloids esteroidals sobre l'eclosió, la infecció i la reproducció de *G. pallida*, i reforcen el seu paper en la defensa vegetal i en el control d'aquest nematode.

- h) Assajos de camp "Cultivo de plantas trampa para el control del nematodo formador de quistes *Globodera* spp en el cultivo de la patata en Mallorca"



- i) Laura Meno Fariñas, Universidad de Vigo (UVigo), Vigo, España. David Fernández Calviño, Universidad de Vigo (UVigo), Vigo, España. Servando Álvarez Pousa, Inorde, Ourense, España Recomanacions de maneig per a optimitzar la plantació de *Solanum sisymbriifolium*. SoildiverAgro project
- j) Timmermans, B. G. H., et al. (2007). "Germination rates of *Solanum sisymbriifolium*: Temperature response models, effects of temperature fluctuations and soil water potential". Publicat en *Seed Science Research*. Aquest és l'estudi definitiu sobre les seves temperatures i models d'emergència.
- k) Timmermans, B. G. H. (2005/2026). "Field performance of *Solanum sisymbriifolium*, a trap crop for potato cyst nematodes". Analitza l'acumulació de matèria seca en relació amb el temps tèrmic (graus-dia) i la data de sembra.
- l) Saha, S. & Datta, S. (2017/2023). "*Solanum sisymbriifolium* Lam.: An underutilised plant with future prospects in nutrition and medicine". Proporciona un marc general sobre la seva biologia reproductiva i adaptabilitat.
- m) Valente, M., et al. (2021). "*Solanum linnaeanum* and *Solanum sisymbriifolium* as a sustainable tool for nematode management". Publicat en *Scientific Reports* (Nature), explora la seva resistència a l'estrès biòtic baix diferents condicions climàtiques.
- n) Greco, N., Di Vito, M., Brandonisio, A., Giordano, I. & De Marinis, G. (1982). The effect of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* on potato yield. *Nematologica*, 28, 379–386.
- o) Seinhorst, J.W. (1982). The relationship in field experiments between population density of *Globodera rostochiensis* before planting potatoes and yield of potato tubers. *Nematologica*, 28, 277–284.
- p) Ward, S.A., Rabbinge, R. & Mantel, W.P. (1985). The use of probability nomograms for risk assessment of *Heterodera avenae* attack on spring wheat at various damage thresholds. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 91, 59–68.
- q) Alonso, R., Alemany, A. & Andrés, M.F. (2011). Population dynamics of *Globodera pallida* on two potato cultivars in natural field conditions in Balearic Islands, Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(2), 589–596.



11.2. GUIA TÈCNICA COMPLETA DE CULTIU DE *Solanum sisymbriifolium* A LES ILLES BALEARS

L'ús de *Solanum sisymbriifolium* s'ha consolidat en els darrers anys com una eina agronòmica d'alt interès dins dels programes de control integrat dels nematodes del quist de la patata (*Globodera rostochiensis* i *Globodera pallida*). A les Illes Balears, on el cultiu de la patata té una importància econòmica rellevant i on les condicions climàtiques permeten cicles avançats, aquesta espècie pot integrar-se amb eficàcia com a cultiu intermedi amb finalitat exclusivament sanitària.

El principi de funcionament de *Solanum sisymbriifolium* com a planta trampa es basa en la capacitat del seu sistema radicular d'alliberar exsudats que estimulen l'eclosió dels ous de *Globodera* spp. Les larves emergeixen del quist i inicien la infecció, però no són capaces de completar el seu cicle vital, de manera que la població del nematode al sòl es redueix de forma progressiva. Perquè aquest mecanisme sigui realment efectiu, el cultiu ha d'estar ben implantat, mantenir-se actiu durant un període suficient i destruir-se abans que pugui generar problemes de maneig o disseminació.

11.2.1.Requeriments edafoclimàtics

Les condicions edafoclimàtiques de les Illes Balears són, en general, favorables per al desenvolupament d'aquesta espècie. El clima mediterrani, amb hiverns suaus i absència habitual de gelades intenses, permet avançar la sembra respecte a zones continentals.

Les temperatures òptimes varien segons l'etapa de desenvolupament, encara que en general és una planta rústica i resistent que prefereix climes temperats a càlids.

Temperatura de sembra (Germinació)

La germinació de *S. sisymbriifolium* es veu afavorida per temperatures moderades i, de vegades, per l'alternança tèrmica:

- Rang òptim: Entre 15 °C i 25 °C.
- Comportament: Igual que altres solanàcies silvestres, pot presentar latència si les temperatures són constants i molt baixes; les temperatures màximes consolidades per sobre dels 25 °C solen disparar una emergència més uniforme i vigorosa.
- Temperatures constants per sota de 12 °C provoquen una emergència extremadament lenta i irregular.



Temperatura de creixement i desenvolupament

Un cop establerta, la planta mostra un creixement actiu sota les condicions següents:

- Rang ideal: Entre 18 °C i 30 °C. Encara, fins que les temperatures màximes no es consoliden per sobre dels 25°C no es produeix un creixement adequat de les plantes.
- Llindar mínim: El creixement s'alenteix significativament per sota dels 16 °C. Tot i que tolera gelades lleugeres un cop adulta, el fred intens atura el seu desenvolupament.
- Resistència a la calor: És notablement més resistent a la calor que el cultiu de la tomàtiga (*S. lycopersicum*), tolerant pics de temperatura sense perdre viabilitat, encara que per sobre dels 30-35 °C pot començar a mostrar signes d'estrès hídric si la humitat ambiental no és suficient.

Requeriments de temps tèrmic (Graus-Dia)

Aproximadament, s'estima que la planta requereix:

- 700 a 1.000 g/m² d'acumulació de matèria seca per a un control efectiu de nematode, la qual cosa s'aconsegueix després d'acumular un temps tèrmic específic després de l'emergència.
- El temps per assolir el 50% d'emergència a temperatures òptimes és d'uns 5,5 a 6,6 dies.

Pel que fa als sòls, *Solanum sisymbriifolium* s'adapta bé a sòls francs o franc-sorrencs. Tanmateix, cal tenir en compte que molts sòls balears presenten pH lleugerament bàsic i continguts baixos de matèria orgànica, fet que obliga a una bona preparació prèvia del terreny.

La preparació del sòl ha de perseguir un objectiu clar: afavorir un bon desenvolupament radicular sense provocar pèrdues innecessàries d'humitat. Amb aquestes condicions, és recomanable realitzar una llaurada mitjana, d'uns 20 a 25 cm de profunditat, suficient per descompactar el perfil sense exposar excessivament el sòl. Només en casos de compactació severa es justifica l'ús puntual del subsolador. Posteriorment, cal un afinat superficial que permeti obtenir un llit de sembra regular, evitant terrossos grossos. És especialment important no treballar el sòl quan està excessivament sec, ja que això empitjora l'estructura i dificulta la germinació.

11.2.2.Sembra

El sistema més habitual de sembra és la sembra directa, utilitzant una dosi de sembra al voltant dels 20 kg de llavor per hectàrea, per compensar possibles pèrdues naixences irregulars. La llavor, de mida petita, s'ha de col·locar superficialment, a una profunditat d'entre 0,5 i 1 cm. Els marcs de sembra més adequats són files separades uns 70 cm i



distàncies entre plantes de 45 a 60 cm, la qual cosa permet un bon desenvolupament vegetatiu i una elevada activitat radicular.

En explotacions petites o en situacions on es vulgui assegurar una implantació molt homogènia, es pot recórrer al trasplantament de plançons, amb densitats aproximades de 20.000 a 25.000 plantes per hectàrea. Aquesta opció, però, incrementa els costos i només és justificable en casos concrets.

11.2.3. Època de sembra.

A l'inici de l'època de pluges per garantir un bon establiment. En rotacions, sol plantar-se com a cultiu d'estiu o en precultiu de la patata.

11.2.4. Fertilització

La fertilització de *Solanum sisymbriifolium* ha de ser moderada i ajustada a l'objectiu sanitari del cultiu. No es tracta d'obtenir grans produccions de biomassa, sinó d'aconseguir un sistema radicular actiu i funcional. En els sòls de les Illes Balears amb baixa matèria orgànica, és recomanable l'aplicació prèvia de compost o fem ben descompost, en dosis orientatives d'entre 15 i 25 tones per hectàrea. Pel que fa a la fertilització mineral, les necessitats de fòsfor i potassi són moderades, amb aportacions que poden situar-se al voltant dels 30–50 kg de P_2O_5 , 60–100 kg de K_2O per hectàrea, sempre ajustant-les segons l'anàlisi de sòl. El nitrogen s'ha de mantenir en valors continguts, generalment entre 40 i 60 kg per hectàrea, fraccionant-lo entre la sembra i una cobertura lleugera aproximadament un mes després. Un excés de nitrogen, especialment combinat amb reg abundant, afavoreix un creixement vegetatiu exagerat i redueix l'eficiència del cultiu com a planta trampa.

11.2.5. Reg

El reg és un factor clau en les condicions mediterrànies de les Illes Balears. Tot i que *Solanum sisymbriifolium* presenta una certa rusticitat, l'estrès hídric durant les primeres fases del cultiu redueix l'activitat radicular i, en conseqüència, la capacitat d'estimulació de l'eclosió dels nematodes. El període crític comprèn des de la germinació fins a l'estadi de 6 a 8 fulles.

11.2.6. Plagues i malalties

Pel que fa a plagues i malalties, *Solanum sisymbriifolium* és una espècie relativament rústica. Es poden donar atacs de pugons durant la primavera, així com d'aranya roja i, puntualment, de trips en períodes secs i calorosos. Atesa la funció del cultiu, es recomana prioritzar estratègies de control integrat, basades en la regulació del reg, la conservació de fauna auxiliar i l'ús d'eines de baix impacte. Les malalties fúngiques solen tenir una incidència baixa, tot i que en primaveres humides pot aparèixer oïdi.



11.2.7. Incorporació del cultiu al sòl

L'eficàcia de *Solanum sisymbriifolium* en el control de *Globodera* spp. depèn en gran mesura del maneig del cultiu. És imprescindible mantenir-lo actiu durant un mínim de 10 a 12 setmanes, assegurant una bona densitat d'arrels al sòl. El cultiu s'ha de destruir abans de la floració plena, mitjançant sega o trituració, evitant qualsevol possibilitat de rebrot o fructificació. Un cop destruït, les restes vegetals poden incorporar-se al sòl. En alguns casos, la combinació amb un efecte tèrmic estival posterior pot reforçar encara més la reducció del banc d'ous.

Integrat correctament dins la rotació, aquest cultiu permet obtenir reduccions significatives de la població de *Globodera* spp., que sovint se situen entre el 30 i el 50 % després d'un primer cicle, i poden superar el 60 o 70 % després de dos cicles consecutius ben gestionats. A les Illes Balears, aquesta estratègia resulta especialment interessant abans de la implantació dels diferents cicles de patata, contribuint a millorar la sanitat del sòl i a reduir la dependència de nematicides químics.

Cal tenir present, finalment, que *Solanum sisymbriifolium* és una planta espinosa, fet que obliga a l'ús d'equips de protecció individual durant les tasques de maneig, i que no ha de considerar-se una solució única, sinó una eina més dins d'un programa integral de control que inclogui rotacions adequades, higiene de maquinària i, quan sigui possible, l'ús de varietats de patata tolerants o resistent.

11.3. CULTIU *Solanun Sisymbriifolium*.

11.3.1. Resum òptim de *Solanun Sisymbriifolium*. SoildiverAgro project

Etap	Tª Òptima	Observacions
Sembra / Germinació	15 °C - 25 °C	Requereix consolidar màximes >25 °C per a un creixement adequat.
Creixement Vegetatiu	20 °C - 30 °C	Disminueix la seva activitat per sota dels 16 °C
Floració i Fructificació	22 °C - 28 °C	Prefereix ambients amb humitat relativa superiors al 75%
Grau dies	El temps per assolir el 50% d'emergència a temperatures òptimes és d'uns 5/5 a 6/6 dia	



11.3.2. Calendari dels cicles de cultiu de patata a les Illes Balears i finestra d'implantació de *Solanum sisymbriifolium*

	Gen	Feb	Mar	Ab	Ma	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Des
Exportació				R	R						S	S
Interior	S	S				R	R					
Tardana								S			R	R
Sembra <i>S. sisymbriifolium</i> (òptim)												

S: sembra R: recol·lecció

S. sisymbriifolium Mantenir 10-12 setmanes; destruir abans de floració

Tª òptima 15-25°C Humitat 25-40%

Efecte tèrmic estival jul-agost

La gràfica posa de manifest la diferent compatibilitat temporal entre sistemes productius, sent els orientats a mercat interior els que permeten una millor integració del cultiu trampa.

11.3.3. Recomanacions de maneig per a optimitzar la plantació de *Solanum sisymbriifolium*. SoildiverAgro project

- Cal sembrar cada campanya. Recomanen sembrar una dosi de 20 quilos per hectàrea.
- Data de sembra.
- Els millors resultats es van obtenir amb una profunditat mitjana de 10 cm mentre que la plantació superficial no ofereix en aquest tipus de terres un resultat acceptable.
- L'ús d'un corró compactador afavoreix el naixement i el desenvolupament de les plantes.
- Pel que fa als requeriments tèrmics, fins que les temperatures màximes no es consoliden per sobre dels 25°C no es produeix un creixement adequat de les plantes.
- També és interessant que hi hagi una humitat entre el 25 i el 40%. "Si les temperatures són fresques i el terra està molt sec aleshores les sembren no brollaran fins que es donin les condicions idònies" detalla Álvarez.
- La pràctica del reg sembla no influir ni en la nascència ni en el creixement de les plantes, però per a la seva germinació cal una humitat correcta del sòl.
- En sòls fèrtils i rics en matèria orgànica la planta es veu afavorida, però cal un control de la flora adventícia, especialment de *Chenopodium*. L'aparició d'un altre tipus de plantes tradicionalment no desitjades com *Solanum nigrum* no presentaria problemes, ja que aquestes plantes farien un paper similar a *Solanum sisymbriifolium*.



11.4. Protocol de mostreig de sòl

Element	Requisit
Profunditat	0-25 cm
Nombre de submostres	100/ha
Moment	Postcollita o pre-sembra
Paràmetres	Quists, ous viables

11.5. Check-list de camp

- Parcel·la classificada per risc
- Mostreig realitzat
- Rotació definida
- Cultiu trampa implantat correctament
- Eliminació abans de floració
- Maquinària netejada



Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural

Direcció General d'Agricultura,
Ramaderia i Desenvolupament Rural

11.6. Taula de decisió segons nivell d'infestació

Nivell de infestació (nº ous/100 gr de sòl)	Freqüència de patata	Ús <i>S. sisymbriifolium</i>	Cultiu no hospedant	Efecte tèrmic estival	Intensitat de maneig	Objectiu agronòmic
■ Baix (<1.000)	4/4 anys	Nivell B.1 → 1/4 anys Nivell B.2 → 2/4 anys	Opcional	1 a 4 any	Baixa(preventiva)	Mantenir nivells baixos
■ Mitjà (1.000–5.000)	3/4 anys	3/4 anys	Opcional	1 a 4 any	Mitjà (correctiva)	Reduir població progressivament
● Alt (>5.000)	2/4 anys	3/4 anys	Opcional	1 a 4 any	Alta (recuperació)	Reducció fort de la càrrega

11.7. Control del Pla de Rotació

Tipus de control	Eina	Intensitat
Documental	Pla + registres	Alta
Tècnic	GIP	Molt alta
In situ	Inspecció	Mitjà (5–10%)
Analític	Laboratori	Alta
Indirecte	Encreuament dades	Molt alta