

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LAS
PLAGAS QUE AFECTAN A LOS
PRINCIPALES CULTIVOS EN
CANARIAS: POTENCIAL DE LA FLORA
CANARIA COMO BIOPESTICIDAS**

Alumno: Cristopher Javier Hernández García

Tutoras: Dra. Isabel López Bazzocchi

Dra. Carolina Pérez Reyes

Departamento: Química Orgánica

Curso: 2020/2021

Abreviaturas

BSV	Banana Streak Virus (Virus del rayado del plátano)
CMV	Cucumber Mosaic Virus (Virus del mosaico del pepino)
FAO	Food and Agriculture Organization
GFLV	Grapevine Fanleaf Virus (Virus del entrenudo corto infeccioso de la vid)
GLRaV	Grapevine Leafroll-Associated Virus (Virus del enrollado de la vid)
Ha	Hectárea
MIP	Manejo Integrado de Plagas
PLRV	Potato Leafroll Virus (Virus del enrollado de la papa)
ToCV	Tomato Chlorosis Virus (Virus de la clorosis del tomate)
ToMV	Tomato Mosaic Virus (Virus del mosaico del tomate)
ToTV	Tomato Torrado Virus (Virus del torrado del tomate)
TSWV	Tomato Spotted Wilt Virus (Virus del bronceado del tomate)
TYLCV	Tomato yellow leaf curl disease (Virus de la cuchara del tomate)
WMV	Watermelon Mosaic Virus (Virus del mosaico de la Sandía)

Índice	Página
1- Abstract/Resumen	2
2- Introducción	4
2.1- Situación actual	4
2.2- La Región Macaronésica	6
3- Objetivos	7
4- Materiales y métodos	8
5- Resultados y discusión	8
5.1- Principales plagas que afectan a los cultivos de Canarias	8
5.1.1- Virus que afectan a los cultivos canarios	11
5.1.2- Bacterias que afectan a los cultivos canarios	16
5.1.3- Hongos que afectan a los cultivos canarios.....	19
5.1.4- Artrópodos que afectan a los cultivos canarios	23
5.2- Plantas canarias cuyo uso o potencial ha sido descrito para el tratamiento de las plagas	28
5.2.1- La flora canaria.....	28
5.2.2- Endemismos canarios.....	29
5.2.3- Flora canaria con potencial biopesticida	30
6- Conclusiones	33
7- Bibliografía	34

1- Abstract

It is estimated that in the year 2050, the world population will have grown exponentially, doubling the number of inhabitants compared to the 90s. This will mean an increase of the demand for raw materials to supply the population. Currently, ecological alternatives are being sought for the control and management of pests that plague different crops. The organisms that produce these pests are divided into: viruses, bacteria, fungi and arthropods. It is necessary to act on these organisms in a way that does not harm the environment, which has promoted the use of biopesticides. Biopesticides are natural origin substances, such as those obtained from plants, so it is interesting studying them further. The Canary archipelago has a great biodiversity with a high rate of endemisms, which is an extraordinary point for the discovery of new biopesticides. For this reason, this Bibliographic Review has been carried out, emphasizing the most important pests that affect canarian crops and the potential use of canarian flora in comprehensive pest control plans.

1- Resumen

Se estima que en el año 2050, la población mundial habrá crecido de forma exponencial llegando a duplicarse el número de habitantes con respecto a la década de los 90. Esto supondrá un aumento de la demanda de materias primas que permitan abastecer a la población. Actualmente, se buscan alternativas ecológicas para el control y manejo de las plagas que azotan los diferentes cultivos. Los organismos que producen estas plagas se dividen en: virus, bacterias, hongos y artrópodos. Sobre estos organismos es necesario actuar de manera que no se perjudique el medio ambiente, lo que ha fomentado el uso de biopesticidas. Los biopesticidas son sustancias de origen natural, como los obtenidos a partir de plantas cuyo, por lo que resulta de interés ahondar en su estudio. El archipiélago canario posee una gran biodiversidad con una alta tasa de endemismos, lo que supone un extraordinario punto para el descubrimiento de nuevos biopesticidas. Por ello, se ha realizado esta Revisión Bibliográfica haciendo hincapié en las plagas más importantes que afectan a los cultivos

canarios y el potencial uso de la flora canaria en planes integrales de control de plagas.

2- Introducción

2.1- Situación actual

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (ONUAA o FAO por sus siglas en inglés) la población mundial rondará sobre los 9700 millones de habitantes para el año 2050, aumentando casi más de un 32% con respecto al año 2015 tal y como observamos en la figura 1 [1]. En el ámbito de la agricultura esto supondrá un aumento en la demanda de alimentos y por lo tanto, en su producción, con el consiguiente impacto sobre el medio ambiente [2].

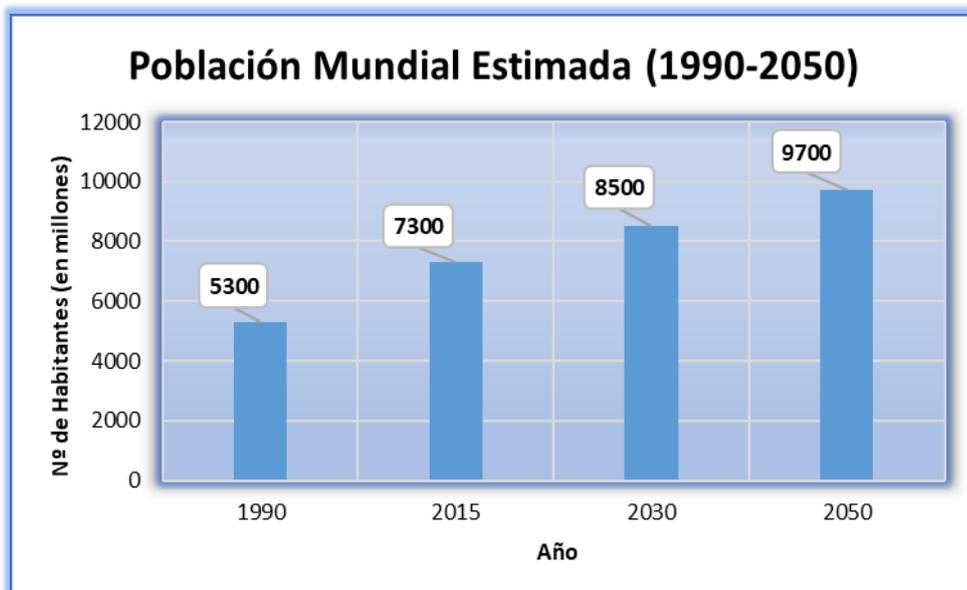


Figura 1. Población mundial estimada 1990-2050. Gráfico modificado de United Nations Department of Public Information. (2017, 21 junio). World Population. Projected world population until 2100. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/desa/world-population-prospects-2017-revision-global-population>

Actualmente, podemos afirmar que el sector agrícola es uno de los más importantes a nivel mundial, sobre todo para los países más pobres [3]. En el año 2016 se realizó un estudio que concluyó que un 65% de los adultos de países en vías de desarrollo se ganaba la vida con la agricultura, siendo este sector de dos a cuatro veces más eficaz, en comparación con otros, para aumentar los ingresos de estos países [4]. Por otra parte, en 2018 en algunos países en desarrollo, la agricultura supuso hasta más del 25% del PIB, en comparación al 4% que representó a nivel mundial [5]. En palabras de la FAO,

“excluyendo a la mayor parte del África subsahariana, los países en desarrollo están haciendo progresos hacia el objetivo de la ONU de reducir a la mitad la incidencia de la pobreza en el año 2015” [6].

En cuanto a países desarrollados, la agricultura posee una mayor especialización gracias a la mayor cantidad de recursos como la mecanización agrícola que se basa en el manejo, gestión y administración de maquinaria agropecuaria [7]. La zona geográfica donde se localizan estos países también es un punto clave, ya que generalmente son zonas templadas con climas que favorecen los cultivos; y mano de obra especializada, que implica el uso de técnicas y productos que ayudan a la mejora de los mismos.

Sin embargo, la agricultura no está preparada para el futuro y la demanda alimentaria que va a suponer el mayor número de habitantes en el Planeta. Hoy en día, se apuesta comúnmente por monocultivos (sistema agrícola dedicado únicamente a un solo tipo de cultivo, sobre todo a gran escala). Algunas de las desventajas de los monocultivos radican en la sobreexplotación del suelo, que cada vez se encuentra más débil y erosionado, y en las enfermedades y plagas, pues al ser cientos de hectáreas exactamente iguales, va a favorecer su propagación. Una posible solución de cara a minimizar el impacto del suelo podría ser la rotación de cultivo o bien una fertilización periódica. Y para el tratamiento de las plagas, se utilizan productos fitosanitarios, tales como los pesticidas. Sin embargo, la aplicación de estos y su uso indiscriminado puede generar resistencia [8] y toxicidad tanto sobre el medio ambiente como sobre el ser humano. De esta manera, se pretende buscar una alternativa más ecológica y natural con el fin de disminuir el impacto medioambiental, como puede ser el uso de biopesticidas. Los biopesticidas son pesticidas de origen biológico provenientes de plantas, minerales o microorganismos. A lo largo de los años, las plantas han ido evolucionando con el fin de protegerse frente a enemigos naturales. Esto es posible debido a diversas moléculas que biosintetizan y que desempeñan diferentes efectos biológicos como acción insecticida, herbicida o fungicida, de ahí su interés para poder ser valoradas como biopesticidas botánicos.

2.2- La Región Macaronésica

El archipiélago canario, ubicado en el Océano Atlántico, forma parte de la Macaronesia junto a otros cuatro archipiélagos: Azores, Madeira, Cabo Verde e Islas Salvajes, tal y como se observa en la figura 2. Todos ellas comparten particularidades tales como su origen volcánico, su clima subtropical y contar con un amplio abanico de flora y fauna, existiendo una gran cantidad de endemismos.



Figura 2. Mapa de la Macaronesia. Fuente: Carrillo, M. (2007, octubre). *Ámbito de la Macaronesia* [Imagen]. Disponible en <https://www.researchgate.net>

En lo referente a Canarias, la agricultura está condicionada por la escasez de agua y suelo apto para el cultivo. Sin embargo, el Archipiélago posee una gran variedad de microclimas que dotan a las islas de riqueza biológica y paisajística, permitiendo el desarrollo de producciones tropicales y subtropicales, contrarrestando los inconvenientes anteriormente citados [9]. Entre las principales producciones de cultivos de las Islas destacan la vid con aproximadamente 18.932 hectáreas (Ha), la platanera con 9.113 Ha, la papa que a pesar de tener poca relevancia exportadora cuenta con 4.134 Ha y el tomate con 1.819 Ha [10]. Estos datos muestran que la agricultura canaria tiene que hacer frente a los problemas propios de los monocultivos. En el ámbito de las plagas, Canarias presenta un clima con temperaturas estables durante todo el año, lo que beneficia el desarrollo de las mismas. A la hora

de tratar las plagas debemos apostar por técnicas y productos naturales que no dañen a los ecosistemas ni al medio ambiente ni generen problemas de resistencia de depredadores a insecticidas, la contaminación del agua o la pérdida de biodiversidad, entre otros [11]. De esta manera, surgen los biopesticidas botánicos obtenidos de plantas y endemismos canarios, aprovechando que el Archipiélago es una zona rica en flora endémica que podría suponer la solución a los problemas que ocasionan las plagas en los cultivos.

Teniendo en cuenta la información previamente expuesta, esta revisión bibliográfica plantea indagar en el correcto Manejo Integral de Plagas (MIP) que permita un control de las afecciones de los cultivos y que se traduzca en mayor producción y calidad de los productos agrícolas. Los biopesticidas a partir de la rica flora canaria suponen una alternativa más ecológica, pudiendo ser incorporados en el MIP de las Islas.

3- Objetivos

Objetivo General: Con el presente análisis bibliográfico se pretende conocer en mayor detalle la agricultura de las Islas Canarias, hacer un repaso sobre las plagas más importantes que afectan a los cultivos del archipiélago y plantear la flora canaria como posible fuente de biopesticidas para su tratamiento.

Específicos:

- Profundizar en las principales plagas que afectan a los cultivos canarios.
- Conocer las diversas estrategias existentes en la actualidad para combatirlas.
- Estudiar las plantas y endemismos del archipiélago canario que poseen interés en la agricultura por su potencial como biopesticidas ecológicos.

4- Materiales y métodos

Para el siguiente ensayo académico se hizo uso del portal de búsqueda de información de la Universidad de La Laguna, PuntoQ, así como libros de las bibliotecas de las Facultades de Farmacia y Ciencias Agrarias de la ULL. Por otro lado, se emplearon otras herramientas de búsqueda de artículos, revistas, ensayos y estudios como Google Scholar y las páginas web del Gobierno de Canarias de Sanidad Vegetal y Agrocabildo. También se utilizaron diversos motores de búsqueda como PubMed y SciFinder.

Palabras clave: agricultura, cultivos, plaga, islas Canarias, biopesticida

Key words: agriculture, crops, plague, Canary islands, biopesticide

5- Resultados y discusión

5.1- Principales plagas que afectan a los cultivos de Canarias

Denominamos plaga a cualquier población de organismos vivos que ataca a los cultivos labrados por los seres humanos y cuyo nivel poblacional aumenta hasta generar una reducción o anulación total del rendimiento, ocasionando pérdidas económicas. En Canarias, las plagas más importantes son aquellas que afectan a los cultivos de mayor relevancia en las Islas: cultivos de tomate, vid, platanera y papa, aunque también son relevantes las de árboles frutales y cereales.

Según su importancia, las plagas se clasifican en:

- Plagas clave, de alta importancia ya que implican una gran pérdida económica y suponen un manejo difícil
- Plagas ocasionales, que también causan pérdidas pero su aparición es ocasional
- Plagas secundarias, cuyas pérdidas no son tan significativas a pesar de que su presencia es constante [12]

Según el daño se clasifican en:

- Plagas directas, que atacan el órgano de interés del cultivo, como por ejemplo el fruto [Figura 3, imagen A].
- Plagas indirectas, donde lo que se ataca es un órgano sin interés a la hora de la recolección, como por ejemplo las hojas de los cultivos de tomate [Figura 3, imagen B].

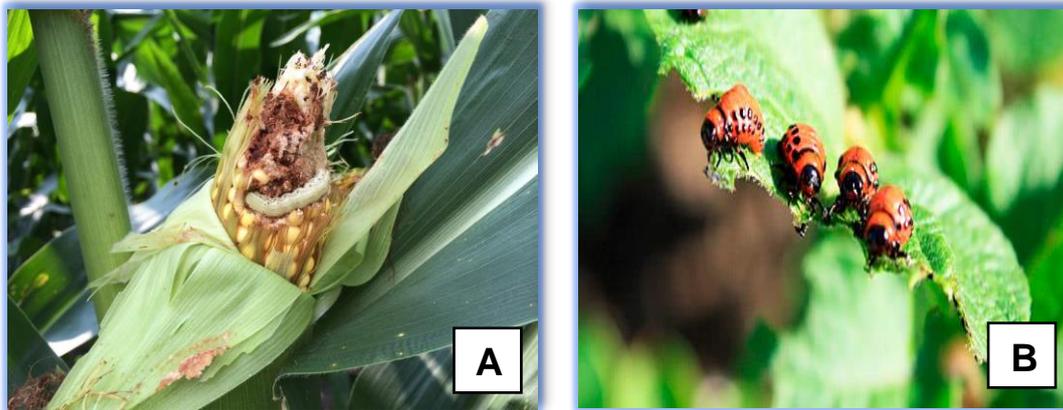


Figura 3. A la izquierda ejemplo de plaga directa (A). Fuente: Chilebio. (2017, 28 julio). [Internet]. Disponible en: <https://www.chilebio.cl>
A la derecha ejemplo de plaga indirecta (B). Fuente: Hydro enviroment. (s. f.). [Internet]. Disponible en: <https://www.hydroenv.com>

Una vez identificado el tipo de plaga, el siguiente paso es elaborar estrategias de control y tácticas de manejo [13]:

- Estrategias de control: se basan en la prevención para evitar que la plaga se convierta en un problema, evitando su introducción a la plantación, supresión (por la que se consigue disminuir el daño de la plaga para que no afecte de forma significativa a la situación económica) y erradicación (que como su propio nombre indica se trata de la eliminación total de la plaga).
- Tácticas o técnicas de manejo: el denominado Manejo Integrado de Plagas (MIP). Consiste en una serie de métodos y tácticas aceptables desde el punto de vista ecológico, económico y toxicológico con el fin de limitar la propagación de la plaga. Estas tácticas incluyen diversos

controles, como el control biológico o el control químico tal y como se recogen en la tabla 1.

Tabla 1. *Tipos de controles aplicados en las tácticas de manejo de plagas.*
(Elaboración propia)

Biológico	Empleo de depredadores o enemigos naturales de las plagas.
Químico	Empleo de productos químicos para controlar plagas. Es un método rápido y efectivo, pero puede provocar resistencias, contaminación al medio y otros problemas.
Cultural	Se intenta dificultar el crecimiento de la plaga mientras se favorece el del cultivo, ya sea por la modificación del suelo o rotación de cultivos.
Etológico	Uso de trampas de feromonas o atrayentes naturales
Físico	Empleo de factores físicos tales como el calor, el frío o el sonido.
Genético	Por modificación genética del cultivo para hacerlo resistente a la plaga.
Legal	El Gobierno u órgano legislativo pertinente emite medidas para evitar la introducción o dispersión de una plaga, como son los controles en las aduanas.

5.1.1- Virus que afectan a los cultivos canarios

Los virus vegetales son agentes fitopatógenos que causan enfermedades (virosis) de diversa índole en plantas y cultivos, siendo algunas de estas de difícil diagnóstico ya que la infección provocada puede cursar de forma asintomática. Sin embargo, muchas de ellas son apreciables a simple vista debido a que el virus afecta a hojas, frutos, flores o brotes que presentan signos como deformaciones, cambios de coloración o necrosis entre otros [14].

En cuanto a la transmisión de una planta a otra, lo hacen a través de dos vías:

- Transmisión mecánica: por herramientas agrícolas, semillas o insectos.
- Propagación vegetativa: por injertos.

Generalmente, estos virus poseen una o más moléculas de ácido nucleico (ya sea ADN o ARN) y una cápside o contenedor proteico que lo recubre. Una vez dentro de las células vegetales, son capaces de autorreplicarse dando lugar así a la virosis [15].

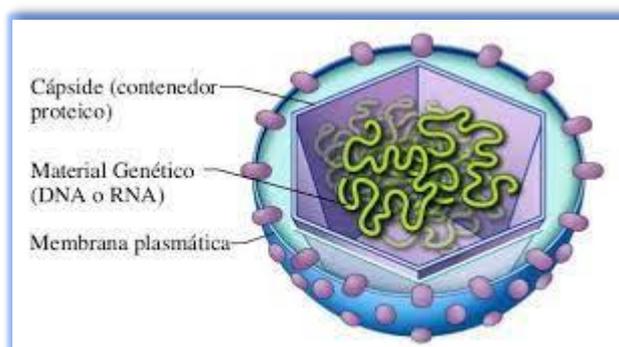


Figura 4. Estructura de un Fitovirus. Fuente: Cuervo, M. (2017, 23 abril). [Internet]. Disponible en: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/89650/Presentation_Virus_vegetales_UNIVALLE.pdf

En Canarias, los fitovirus más importantes que atacan a los cultivos principales de la islas son el Virus del Enrollado de la Vid (por sus siglas en inglés GLRaV) en la vid o el Virus del Rayado del Plátano (BSV) en plataneras. Cada uno de ellos posee signos y síntomas característicos, así como tácticas de control y manejo diferentes, tal y como resumimos en la tabla 2.

Tabla 2. Virus que afectan a los cultivos de Canarias (Elaboración propia)

Virus	Cultivo	Signos y Síntomas	Control y Manejo	Referencias
Virus del Entrenudo Corto Infeccioso (GFLV, género <i>Nepovirus</i>)	Vid	Afecta a hojas, racimos y tallos Acortamiento del entrenudo Ramificación anormal Bifurcaciones Decoloración ("Mosaico amarillo/blanco")	Medidas culturales: replantación y rotación de cultivos, fertilización Control químico: uso de herbicida el otoño antes del arranque del cultivo	[16, 17]
Virus del Enrollado de la Vid (GLRaV, género <i>Ampelovirus</i>)	Vid	Afecta a las hojas Cambios de coloración Enrollamiento	Medidas culturales: replantación y rotación de cultivos, fertilización, empleo material vegetal sano, retrasar la fecha de la vendimia Control químico: sin control directo, se emplean insecticidas apropiados contra los vectores	[18, 19]
Virus del Enrollado de la Papa (PLRV, género <i>Poteroivirus</i>)	Papa	Enanismo Enrollamiento de hojas hacia arriba (Enfarolado) Disminución del número de tubérculos Coloración purpúrea	Medidas culturales: usar tubérculos de semillas sanas, destruir plantas enfermas Control biológico: depredadores de los vectores que transmiten el virus Control químico: insecticidas apropiados	[20]
Virus del bronceado (TSWV, género <i>Tospovirus</i>)	Pimiento Tomate Pepino Lechuga	Picaduras en brotes y flores de color blanco-plateado Manchas amarillentas en el fruto Abullonamiento (bultos) en las hojas Deformación del fruto en algunos casos	Medidas culturales: limpieza del cultivo anterior, arreglo del invernadero, control de fertilización, trampas de feromonas Control biológico: empleo de enemigos naturales como <i>A. swirskii</i> Control químico: insecticidas	[21]
Virus del rayado del plátano (BSV, género <i>Badnavirus</i>)	Platanera	Estrías amarillentas-negruczas Necrosis del pseudotallo Menor cantidad y tamaño del fruto Hojas enrolladas por los bordes, rígidas y erectas	Medidas culturales: eliminar plantas con síntomas, uso de variedades tolerantes Control químico: sin control directo, se emplean insecticidas apropiados contra los vectores (pulgones y cochinillas)	[21]

Tabla 2 (Continuación). Virus que afectan a los cultivos de Canarias (Elaboración propia)

Virus	Cultivo	Signos y Síntomas	Control y Manejo	Bibliografía
Virus de la Cuchara (TYLCV, género <i>Begomovirus</i>)	Tomate Pimiento	Retracción de las hojas en forma de cuchara Disminución de la producción y tamaño del fruto Acortamiento del entrenudo		
Virus del Torrado (ToTV, género <i>Begomovirus</i>)	Tomate	Brotos quemados Amarilleo y necrosis en la base de los foliolos Necrosis en cremallera del pecíolo y fruto Frutos deformados con semillas a la vista	Medidas culturales: limpieza del cultivo anterior, arreglo y limpieza del invernadero, trampas de feromonas, control de fertilización Control químico: sin control directo, insecticidas contra el vector (<i>B. tabaci</i>) Control físico: mallas Control biológico: empleo de depredadores frente al vector, como parásitos del género <i>Encarsia</i>	[21, 22, 23, 24]
Virus de la Clorosis del Tomate (ToCV, género <i>Crinivirus</i>)	Tomate	Manchas amarillentas o blancuzcas en las hojas Manchas púrpuras Necrosis Hojas frágiles y enrolladas Alteraciones en el color del fruto Retraso en maduración Disminución de la cantidad y tamaño del fruto		
Virus del Mosaico de la Sandía (WMV, género <i>Potyvirus</i>)	Sandía Calabaza Melón	Hojas en forma de barco Manchas de color más claro a modo de mosaico Disminución del tamaño del fruto Deformaciones en el limbo	Medidas culturales: limpieza del cultivo anterior, arreglo y limpieza del invernadero, control de fertilización, uso de variedades tolerantes, asegurar semilleros sanos, eliminar plantas enfermas Control biológico: empleo de enemigos naturales de los pulgones como, <i>A. colemani</i> Medidas fitosanitarias: empleo de jabón insecticida	[21, 22]
Virus del Mosaico del Pepino (CMV, género <i>Citomegalovirus</i>)	Pepino Platanera	Mosaico verde-amarillento en hojas Necrosis Enanismo Malformaciones y decoloración del fruto		

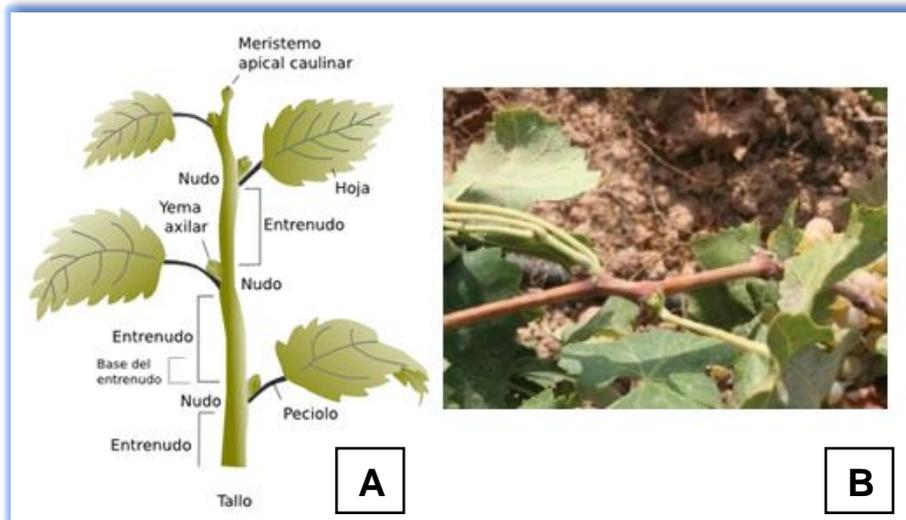


Figura 5. A la izquierda entrenudo normal (A). Fuente: Megías M, Molist P, Pombal MA. (2019). Atlas de histología vegetal y animal. Órganos vegetales. [Internet]. Disponible en: <http://mmegias.webs.uvigo.es>
 A la derecha entrenudo afectado por el GFLV (B). Fuente: IMIDA. (s. f.). Entrenudo infectado por GFLV [Internet]. Disponible en: <https://www.agroes.es>

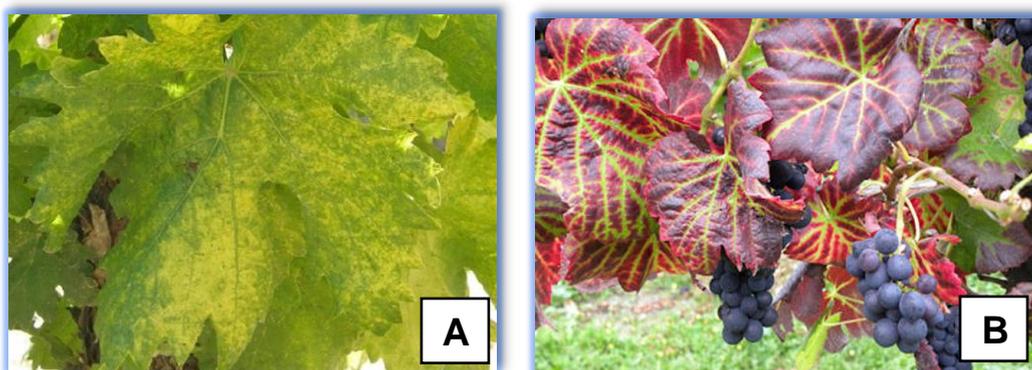


Figura 6. «Mosaico amarillo» en hojas de vid (A). Fuente: AgroEs. (s. f.). [Internet]. Disponible en: <https://www.agroes.es>
 Hojas de vid afectadas por el GLRaV (B). Fuente: Cabaleiro, C. (2017, 23 febrero). [Internet] Disponible en: <https://www.campogalego.es>



Figura 7. Hojas de tomate en forma de cuchara por TYLCV. Fuente: Blancard, D. (s. f.). [Internet]. Disponible en: <https://www.infoagro.com>



Figura 8. Virus del bronceado en pimiento. Fuente: Infoagro (2016, 20 julio). [Internet]. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com>



Figura 9. Hojas y frutos del pepino afectado por el CMV. Fuente: Ruiz, L., Crespo, O. et Al (2018, 2 julio). [Internet]. Disponible en: <https://www.interempresas.net>

5.1.2- Bacterias que afectan a los cultivos canarios

La mayoría de las bacterias existentes son saprófitas, es decir, organismos beneficiosos que ayudan a descomponer materia orgánica. Sin embargo, también existen las bacterias fitopatógenas, que son aquellas que causan enfermedades en plantas (bacteriosis) y cultivos. Es por ello por lo que debemos tener especial cuidado con estas, ya que se propagan de manera sencilla y rápida, dificultando así su control. Al igual que ocurre con los virus, infectan a la planta por transmisión mecánica a través de aberturas naturales, heridas o insectos. Generalmente, dentro de los signos y síntomas más frecuentes que ocasionan las fitobacterias podemos encontrar decoloraciones, marchitez o putrefacciones de diversas partes de la planta. En ocasiones, también desprenden un olor fétido [27].



Figura 10. Decoloración de hoja de tomate por *Pseudomonas*. Fuente: Mensi I, Jabnoun-Khiareddine H, Zarrougui NE, Ben Zahra H, Cesbron S, Jacques MA, Daami-Remadi M, 2018. First report of tomato bacterial speck caused by *Pseudomonas syringae* pv. tomato in Tunisia. *New Disease Reports*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2018.038.021>

En lo referente a la morfología, las fitobacterias poseen un tamaño de entre 1-2 μm , pudiendo ser espiraladas, bacilos, cocos y bastones, siendo estos últimos los más comunes. Además, la mayoría son Gram negativas como aquellas pertenecientes al género *Pectobacterium*, aunque hay algunas excepciones como son bacterias del género *Streptomyces*, que es Gram positiva [28].

En Canarias, tres de las principales bacterias que atacan a los cultivos son las que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Bacterias que afectan a los cultivos de Canarias (Elaboración propia)

Bacteria	Enfermedad	Cultivo	Signos y Síntomas	Control y Manejo	Bibliografía
<i>Candidatus liberibacter var. salanacearum</i>	Zebra Chip, Chip de Cebra, Papa manchada o Papa rayada	Papa Zanahorias Solanáceas	Amarilleo y enrojecimiento de tallos y hojas Aparición de raicillas en raíz primaria	Medidas culturales: eliminar foco de infección, disminuir densidad del vector usando plásticos acolchados Control biológico: empleo de enemigos naturales del vector, como hongos entomopatógenos Control químico: insecticidas, antimicrobianos, azufre en polvo, sales potásicas	[29, 30, 31]
<i>Pectobacterium carotovorum/ Erwinia carotovora</i>	Pie Negro	Papa Cebolla	Interrupción del crecimiento de hojas Decoloración y pudrición del tallo Decoloración del tubérculo Consistencia blanda Mal olor	Evitar suelos húmedos Plantar semillas sanas Hacer rotaciones del cultivo Control del abono nitrogenado Desinfectar los útiles antes de la siembra	[32]
<i>Streptomyces scabies</i>	Roña o Sarna común	Papa	Tubérculo principal afectado Aumento de tamaño Manchas de aspecto corchoso Resistencia según variedad	Mantener suelo húmedo Plantar semilla sin sarna pH del suelo entre 5-5.5 Uso de variedades resistentes Biosolarización del suelo*	[32]

*Nota. La biosolarización consiste en un método de desinfección del suelo mediante el empleo de estiércol fresco o restos de brassicas, para luego cubrir con un plástico durante el verano

**Nota 2: Algunos de los signos y síntomas de estas bacterias se muestran en las figuras 11, 12 y 13



Figura 11. Zanahoria afectada por Zebra chip. Raicillas y cambios de coloración visibles. Fuente: Certiseurope (2016, 20 septiembre). [Internet]. Disponible en: <https://www.certiseurope.es>



Figura 12. Signos característicos del pie negro en una papa afectada por *Pectobacterium carotovorum*. Fuente: Holmes, G. (1997, junio). [Internet]. Disponible en: <https://www.invasive.org>



Figura 13. Papa afectada por *Streptomyces scabies*. Fuente: Alonso, F. (s. f.). [Internet]. Disponible en: <https://plagas.itacyl.es/sarna-comun>

5.1.3- Hongos que afectan a los cultivos canarios

Los hongos fitopatógenos provocan un gran impacto en los cultivos, y son los responsables de la destrucción de un tercio de las cosechas a nivel mundial. Este grupo de organismos constituye el patógeno principal que afecta a las plantas y son los responsables de muchas enfermedades graves. Poseen un mayor tamaño en comparación a virus y bacterias, siendo observables e identificables a simple vista. Generalmente los vamos a encontrar en forma de filamentos y se reproducen mediante esporas, las cuales se diseminan para atacar a la planta que los va a hospedar y así alimentarse de esta [33]. Para ello, el hongo produce una serie de toxinas que mata a las células vegetales y por ende destruyen los tejidos, obteniendo así materia orgánica para alimentarse. Estas toxinas también ocasionan alteraciones como podredumbres, necrosis o decoloraciones. La propagación es parecida a la de las bacterias, ya que ingresan a la planta a través de aberturas naturales como los estomas, heridas y otros daños mecánicos, aunque dependiendo del hongo, las esporas pueden viajar por el aire, el agua, suelo y otros medios [34].

Una vez en la planta, si se encuentran unas condiciones específicas, las esporas germinan y clavan su haustorio (extremo de las hifas del hongo) en las células vegetales, instalándose en las hojas, fruto, tallo o la raíz, y desarrollándose tanto en el exterior como en el interior de la planta. Además, al debilitarla y lastimarla, favorece el ingreso de las bacterias, que como ya hemos visto producen efectos más graves e irreversibles, siendo más difíciles de controlar que los hongos [34].

Las principales enfermedades por hongos que podemos encontrar en cultivos de Canarias son el oídio, el mildiu y las podredumbres entre otras, tal y como que se resume en la tabla 4, en la que se recogen los hongos más importantes que están presentes en el Archipiélago, así como sus signos, síntomas, control y manejo.

Tabla 4. Hongos que afectan a los cultivos de Canarias (elaboración propia)

Hongo	Cultivo	Enfermedad	Signos y Síntomas	Control y Manejo	Bibliografía
<i>Erysiphe necator</i>	Vid Tomate Árboles frutales	Oídio	Vellos polvorientos en hojas Coloración blanco-grisácea Racimo quebradizo Fruto agrietado y podrido	Medidas culturales: modificar técnicas de cultivo, buena aireación y exposición al sol Medidas fitosanitarias: fungicidas	[18]
<i>Plasmopara viticola</i>	Vid	Mildiu	Partes verdes afectadas principalmente Hojas con "manchas de aceite" Pelusas blanquecinas Racimos con granos secos y pardos	Medidas culturales: eliminar hojas bajas y enfermas, mejorar drenaje del suelo, reducir formas invernantes Control químico: fungicidas Tratamiento ecológico: poda verde	[18]
<i>Phytophthora infestans</i>	Papa	Mildiu	Manchas oscuras con borde amarillento Pelusas blanquecinas Tallo frágil Tubérculos manchados y podridos	Medidas culturales: uso de variedades resistentes, eliminar plantas enfermas, aporques altos Control químico: fungicidas sistémicos o de contacto Tratamiento ecológico: algas lithotamne, preparados de ortiga o colacaballo	[32]
<i>Botrytis cinerea</i>	Vid Fresa Árboles frutales Plantas ornamentales	Botritis o Podredumbre Gris	Necrosis en la punta de las hojas Frutos secos y agrietados Polvo grisáceo en fruto Mal sabor	Medidas culturales: evitar vegetación excesiva, buena aireación y exposición al sol, cultivos bien orientados en filas Control químicos: fungicidas Control biológico: antagonistas de <i>B. cinerea</i> , como <i>Trichoderma spp.</i>	[18, 35]
<i>Phomopsis viticola</i>	Vid	Excoriosis	Sarmiento frágiles y grisáceos Grietas longitudinales Disminución de la vegetación Necrosis (raro) Desecación uva (raro)	Medidas culturales: podar sarmientos afectados y eliminarlos, usar varas sanas para obtener nuevas plantas Control químico: fungicidas	[18]

Nota: Algunos de los signos y síntomas de estos hongos se muestran en las figuras 14, 15, 16 y 17

Tabla 4. (Continuación). Hongos que afectan a los cultivos de Canarias (elaboración propia)

Hongo	Cultivo	Enfermedad	Signos y Síntomas	Control y Manejo	Bibliografía
<i>Armillaria mellea</i>	Vid Árboles frutales Plantas ornamentales	Podredumbre blanca de las raíces	Raíces pafectadas Placas blancas bajo la corteza Rizomorfos* de color oscuro Hojas pequeñas Clorosis Olor a moho Entrenudos cortos	Medidas culturales: arrancar y quemar plantas enfermas, empleo de estiércol y compost adecuados Control químico: fungicidas Control biológico: antagonistas de <i>A. mellea</i> , como <i>Trichoderma spp.</i>	[18, 34]
<i>Alternaria solani</i>	Papa Tomate	Tizón temprano	Manchas con forma de diana en hojas Disminución del rendimiento Muerte de hojas Pudrición tubérculo/fruto Maduración tardía	Medidas preventivas: mantenimiento sano del cultivo Control biológico: extractos de plantas y organismos antagónicos de <i>A. solani</i> Control químico: empleo de fungicidas como el Maneb	[32, 37]
<i>Rhizoctonia solani</i>	Papa Lenteja Trigo Plantas ornamentales	Rizoctonia o Sarna negra	Base de los brotes color marrón Tubérculos aéreos Costras negras Amarilleos Hojas enrolladas	Medidas culturales: rotaciones de cultivos, uso semillas sanas, evitar alta humedad, biofumigación** Control químico: fungicidas sistémicos, bromuro de metilo Control biológico: antagonistas de <i>R. solani</i> como <i>Trichoderma harzianum</i>	[32, 38]
<i>Verticillium dahliae</i> y <i>Verticillium alboatrum</i>	Papa Tomate Árboles frutales Plantas ornamentales	Verticilosis	Muerte temprana de hojas y tallos Zonas irregulares en el campo Marchitamiento/clorosis unilateral Tallos de color castaño Frutos/tubérculos pequeños y con decoloración en anillos	Medidas culturales: uso de semillas sanas, rotación de cultivos, desinfección herramientas Control químico: fungicidas, bromuro de metilo Control biológico: abono verde o enmiendas orgánicas	[32, 39]

*Nota: Los rizomorfos son una especie de cordones que aparecen en las raíces que tornan de color blanco a otro más oscuro

**Nota 2: La biofumigación es un método que consiste en la incorporación de materia orgánica al suelo a partir de plantas de la familia Brassicaceae, que se descomponen liberando gases que matan patógenos



Figura 14. Racimo de vid infectado por oídio. Fuente: Viveros Barber. (s. f.). [Internet]. Disponible en: <https://www.vitivinicultura.net>



Figura 15. A la izquierda "Manchas de aceite" en hojas de vid por mildiu (A). Viveros Barber. (s. f.). [Internet]. Disponible en: <https://www.vitivinicultura.net>
A la derecha excoriosis en vid. Observamos el sarmiento grisáceo y las grietas longitudinales (B). Fuente: Tecnicoagricola. (2013, 22 mayo). [Internet]. Disponible en: <https://www.tecnicoagricola.es>



Figura 16. Manchas en forma de diana por tizón temprano en hojas de papa. Fuente: Seminis (s. f.) [Internet]. Disponible en: <https://www.seminis-las.com/>



Figura 17. Putrefacción del tallo por Rhizoctonia en flores de pascua. Fuente: Lawson, L. (2021, 28 abril). [Internet]. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/>

5.1.4- Artrópodos que afectan a los cultivos canarios

Dentro del grupo de los artrópodos que causan plagas en los cultivos de las Islas, destacamos los insectos y los ácaros. Desde el punto de vista fitosanitario, este filum (Arthropoda) es el más importante de todos ya que ha provocado plagas importantes y de difícil control que el ser humano ha tenido que hacer frente. En el caso de los insectos, que conforman el 75% de todas las especies animales existentes, juegan un papel muy importante en los ecosistemas agrícolas, pudiendo encontrarse tanto insectos beneficiosos como perjudiciales. Estos últimos son los que están considerados como plagas, ya que causan daños y pérdidas económicas [40]. Se clasifican en:

- Defoliadores: se alimentan del follaje de las plantas [41].
- Taladradores de corteza y madera: son aquellos que en fase larvaria se alimentan del xilema o del cámbium de la planta, generando daños en la corteza y la madera [41].
- Dañadores de ramas, brotes y plántulas: aquellos que en fase adulta o larvaria se alimentan de estas partes de la planta [41].
- Succionadores o chupadores: estando en fase larvaria o adulta van a perforar los brotes de las plantas para alimentarse de la savia [41].

Lo primero que debemos hacer para controlar la plaga es identificar el artrópodo con el que nos enfrentamos. Para ello, lo más importante es realizar una monitorización de la zona, observando los daños causados, signos, síntomas, presencia de heces o si existe mayor actividad diurna o nocturna. Generalmente, este estudio se realiza al menos dos veces por semana para poder determinar la evolución de la población (en el caso de que exista alguna) o comprobar si ha sido eficaz cualquiera de las estrategias de control que se haya empleado [42].

Dentro de los artrópodos que ocasionan plagas en las islas destacamos la mosca blanca, los trips, los pulgones y la araña roja junto con otras especies, según se detalla en la tabla 5.

Tabla 5. Artrópodos que atacan a los cultivos de Canarias (elaboración propia)

Artrópodo	Cultivo	Signos, Síntomas y Características	Control y Manejo	Bibliografía
Mosca blanca (<i>Trialeuorodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i> , <i>Aleyrodes proletella</i>)	Tomate Calabacín Pimiento Vid Platanera	Succión de la savia Debilitación de la planta Amarillos Maduración irregular del fruto Transmisión de virus como el TYLCV	Medidas culturales: limpieza del cultivo anterior, arreglo y limpieza del invernadero, uso de trampas Control químico: insecticidas o jabones Control físico: mallas o láminas pegajosas Control biológico: depredadores naturales como parásitos del género <i>Encarsia</i>	[21, 22, 23, 24]
Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>Thrips tabaci</i>)	Cebolla Pepino Platanera Pimiento Lechuga Tomate	Coloración blanco plateado Deformación del fruto Abullonamiento de hojas Manchas en fruto Transmisión de virus como el TSWV	Medidas culturales: limpieza del cultivo anterior, control de fertilización, variedades tolerantes, trampas Control biológico: enemigos naturales de los trips, como <i>A. swirskii</i> Control químico: insecticidas	[21]
Pulgones (<i>Aphis gossipii</i> , <i>Myzus persicae</i> , etc.)	Papa Vid Tomate Pimiento Sandía Calabaza	Succión de la savia Deformación de la planta Hojas abarquilladas Presencia de "negrilla" Transmisión de virus como WMV y CMV	Medidas culturales: limpieza del cultivo anterior, control de fertilización, uso de variedades tolerantes, asegurar semilleros sanos, eliminar plantas enfermas Control biológico: enemigos naturales de los pulgones como <i>A. colemani</i> Medidas fitosanitarias: jabón insecticida	[21, 25, 26]
Orugas/Polillas (<i>Helicoverpa</i> , <i>Trichoplusia</i> , <i>Plutella</i>)	Tomate Papa Crucíferas Col Hortalizas en general	Hojas, frutos y brotes con mordeduras Fruto necrosado Podredumbre	Medidas culturales: limpieza del cultivo anterior, eliminar malas hierbas, destruir las pupas Control químico: trampas de feromonas, insecticidas Control biológico: enemigos naturales, hongos o bacterias como <i>Bacillus thuringiensis</i>	[21]
Araña Roja (Ácaros) (<i>Tetranychus urticae</i> , <i>Tetranychus evansi</i>)	Tomate Papa Vid Platanera Árboles frutales	Succión de la savia Punteado amarillo Decoloración Caída de hojas Telarañas en casos no controlados	Medidas culturales: limpieza del cultivo anterior, arreglo del invernadero, eliminar malas hierbas Control biológico: enemigos naturales de la araña roja, como <i>Phytoseiulus persimilis</i> Control químico: acaricidas	[21]

Tabla 5 (Continuación). Artrópodos que atacan a los cultivos de Canarias (elaboración propia)

Artrópodo	Cultivo	Signos, Síntomas y Características	Control y Manejo	Bibliografía
Caracoles y babosas	Papa Tomate Pimiento Hortalizas en general	Hojas, frutos y brotes con mordeduras Rastro de baba de color plateado Fruto con sabor amargo	Medidas culturales: cultivo en zonas soleadas, uso de placas y barreras de cobre, sistema de riego por goteo, trampas, retirar caracoles y babosas con las manos Control biológico: plantas repelentes Control químico: insecticidas	[21, 43]
Picudo Negro (<i>Cosmopolites sordidus</i>)	Platanera	Destrucción de tejidos Succión de la savia "Galerías" Plantas menos resistentes Muerte de la planta	Medidas culturales: evitar resiembras con hijos afectados, limpiar la base de la planta, riego por goteo Control químico: trampas de feromonas, insecticidas Control biológico: no viable Control físico: solarización	[44, 45]
Taladro (<i>Opogona sacchari</i>)	Platanera Árboles frutales	Destrucción de tejidos Succión de la savia Mordeduras El fruto detiene su desarrollo	Medidas culturales: protección del racimo con bolsas de polietileno, eliminar hojas viejas, desflorillado Control biológico: enemigos naturales Control químico: insecticidas	[44, 45]
Cochinilla (<i>Planococcus citri</i>)	Platanera Cítricos Vid Plantas ornamentales	Succión de savia y formación de melaza Aparición de "negrilla" Presencia de hormigas y hongos Reducción de la capacidad fotosintética Fruta dañada	Medidas culturales: lavados con agua a alta presión, eliminación de hojas viejas Control biológico: enemigos naturales Control químico: pesticidas Control físico: embolsado, adhesivos	[18, 44, 45]
Mosca de la Calabaza (<i>Dacus frontalis</i>)	Calabaza Calabacín Sandía Melón Pepino	Podredumbre de la fruta Desarrollo larvario dentro de la fruta	Medidas culturales: Destruir frutas afectadas, mallas, trampas, rotación de cultivos Control químico: insecticidas Control biológico: enemigos naturales como avispas parasitarias	[46]
Mosca del Vinagre (<i>Drosophila melanogaster</i> , <i>Zaprionus indianus</i>)	Vid Higo	Transmisión de podredumbre ácida Olor avinagrado Coloración marrón y violáceo Granos rotos y vacíos	Medidas culturales: evitar daños en racimos, uso de mosqueros, minimizar heridas en bayas Control biológico: enemigos naturales Control químico: sin tratamiento específico	[18]

Tabla 5 (Continuación). Artrópodos que atacan a los cultivos de Canarias (elaboración propia)

Artrópodo	Cultivo	Signos, Síntomas y Características	Control y Manejo	Bibliografía
Mosca Mediterránea de la Fruta (<i>Bactrocera dorsalis</i>)	Platanera Papaya Sandía Árboles frutales Calabaza	Puesta en fruto Signos de picadura Exudación de azúcares líquidos Podredumbre	Medidas culturales: protección de la fruta con bolsas o similares, eliminación de frutos afectado Control biológico: enemigos naturales Control químico: insecticidas	[47, 48]
Zabro de los Cereales (<i>Zabrus spp.</i>)	Trigo Cebada Centeno Avena	Mordeduras Hojas deshilachadas "Manchas de aceite" Claros en parcelas	Medidas culturales: rotación de cultivos, eliminar rastrojos, retrasar siembras Control químico: insecticidas	[49, 50]
Criocero de los Cereales (<i>Lema melanopa</i>)	Trigo Cebada Avena	Daños en partes verdes de la planta Espigas sin granar Incisiones características Reducción de la actividad fotosintética	Medidas culturales: rotación de cultivos, plantar variedades precoces Control biológico: no especificado Control químico: sin tratamiento específico	[49, 50]
Gorgojo de los Graneros (<i>Sitophilus granarius</i>)	Trigo Cebada Centeno Millo	Vaciamiento y destrucción del grano Propicio de ataque de otras plagas y enfermedades	Medidas culturales: plantas aromáticas a modo de repelentes, trampas, aireación Control químico: fumigación Control biológico: enemigos naturales	[49, 51]
Polilla o Palomilla de los Cereales (<i>Sitotroga cerealella</i>)	Trigo Cebada Millo	Daños en el grano Mal sabor Aroma desagradable	Medidas culturales: aireación, limpiar almacenes, evitar humedad, mallas metálicas Control químico: fumigación, trampas de feromonas Control biológico: enemigos naturales	[49, 52]

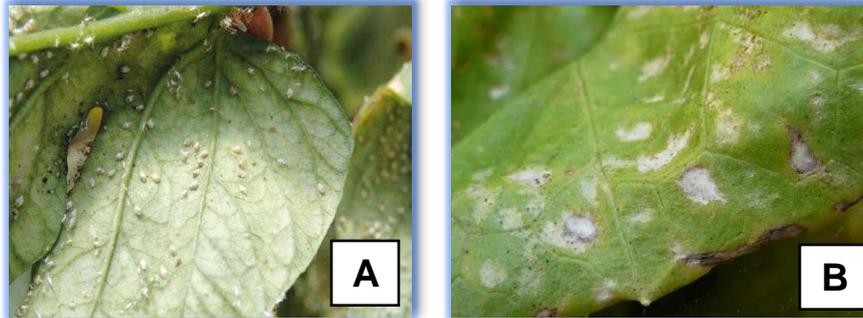


Figura 18. A la izquierda mosca blanca en cultivos de pimiento (A). Fuente: Horticultivos.com (s. f.). [Internet]. Disponible en: Horticultivos.com
A la derecha manchas plateadas en hojas de tomate por trips (B). Fuente: Portillo, G. (s. f.). [Internet]. Disponible en: <https://www.jardineriaon.com>

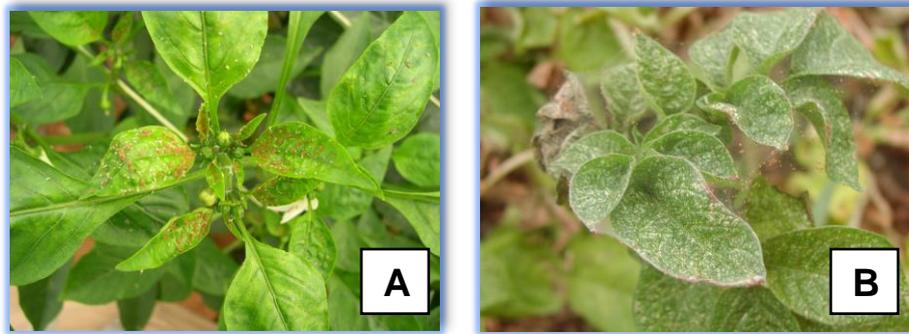


Figura 19. A la izquierda pulgones en cultivo de pimiento. Se pueden observar algunas hojas comenzando a presentar forma abarquillada. Fuente: Sefcarm (s. f.). [Internet]. Disponible en: <http://www.sefcarm.es>
A la derecha moteado amarillo en hojas de papa por araña roja. También se puede observar telaraña. Fuente: Agrocabildo de Tenerife (2011, 19 mayo). [Internet]. Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/agrocabildodetenerife>

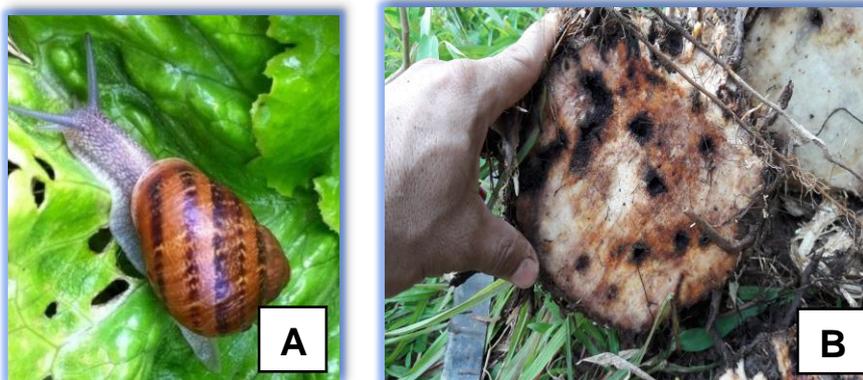


Figura 20. A la izquierda hoja de lechuga agujereada por un caracol (A). Fuente: Muñoz, L. (2015, 12 noviembre). [Internet]. Disponible en: <https://www.agrohuerto.com/>
A la derecha "galerías" en tallo de platanera por picudo (B). Fuente: Agroingenia Canarias (2019, 20 agosto). [Internet]. Disponible en: <https://agroingeniacanarias.com/>

5.2- Plantas Canarias cuyo uso o potencial ha sido descrito para el tratamiento de las plagas

5.2.1- La flora canaria

Como ya hemos comentado, las Islas Canarias cuentan con una amplia variedad de fauna y flora a pesar de su escasa superficie. En lo referente a la flora, su riqueza se debe a diversos factores que hacen del archipiélago una zona especialmente idónea para el crecimiento de muchas especies de plantas. La altitud, los vientos alisios, el tipo de suelo y el clima son algunos de esos factores.

De igual manera, cada una de las islas del archipiélago está compuesta por diferentes zonas en función de la altitud, denominadas pisos de vegetación. En cada uno de ellos la flora se distribuye de distinta manera atendiendo a las condiciones ecológicas que se dan en cada altitud. Así, la zona norte y las zonas más altas de las islas serán más frescas y húmedas, ya que están en contacto con los vientos alisios. Por otra parte, la zona sur y las zonas bajas serán más áridas ya que se ven afectados por estos. Los pisos bioclimáticos que se han descrito para el archipiélago canario son los siguientes [53]:

- Infracanario (0-500 metros): normalmente se encuentra vegetación de áreas costeras que se han adaptado a la sal (halófilas) y a la arena (psamófilas). Aquí reside el cardonal-tabaibal y se encuentra en mayor medida en las islas más bajas como Fuerteventura y Lanzarote.
- Piso de transición (400-500 metros): generalmente son áreas secas pero con mayor humedad que el piso infracanario. Aquí se pueden encontrar especies como el drago (*Dracaena draco*, L., 1767).
- Termocanario (500-1300 metros aproximadamente en lugares en sotavento y entre 500-1200 metros en lugares en barlovento): constituye fundamentalmente el sabinar-madroñal, así como la laurisilva. Este piso cuenta con mayor humedad debido a las nubes, que junto con las altas temperaturas producen el clima subtropical característico de las Islas.

- Mesocanario (1300-2000 metros): bosques donde mayoritariamente se encuentran los pinos canarios (*Pinus canariensis*), adaptados a la humedad y climas más fríos.
- Supracanario (2000-3000 metros): corresponde al retamar-codesar, que viven bajo un clima seco. Este piso lo encontramos principalmente en las islas de mayor relieve que son La Palma y Tenerife.
- Orocanario (<3000 metros): zona muy fría y con escasa vegetación que solo encontramos en el Teide.

5.2.2- Endemismos canarios

Se conoce como endemismo a todas aquellas especies animales o vegetales que se encuentran y viven en zonas localizadas, limitadas y únicas, no pudiendo encontrarse en ningún otro lugar del mundo. Al pertenecer a la región macaronésica y dadas sus peculiaridades, mucha vegetación que habita en las Islas Canarias es compartida con el resto de los archipiélagos, pero aun así, Canarias presenta una alta tasa de endemismos [54].

Las islas afortunadas constan de más de 500 especies de flora endémica, entre las que destaca una amplia variedad de tajinastes, veroles y siemprevivas. Estas pueden encontrarse en todas o casi todas las islas, aunque si son específicas de una se denominan endemismos insulares. Al ser especies únicas que poseen sus propias características y componentes, es inevitable pensar en su posible aplicación en diversos ámbitos. En lo referente al control de plagas, podrían resultar destacables aliadas a tener en cuenta como veremos más adelante.



Figura 21. Tajinastes rojos en el Parque Nacional de las Cañadas del Teide. Fuente: Portillo, G. (s. f.). [Internet]. Disponible en: <https://www.jardineriaon.com/>

5.2.3- Flora canaria con potencial biopesticida

Con los problemas que suponen las plagas en los cultivos, cada vez se hace más necesario encontrar una alternativa para su control y manejo. Los pesticidas que se emplean actualmente son eficaces en ciertas situaciones, pero aún así se llegan a perder entre el 10-20% de las cosechas a nivel mundial por las enfermedades y daños que causan dichas plagas. En el caso de los insecticidas, su eficacia y rápida acción está demostrada, pero su principal problema recae en que no sólo afecta al insecto que está dañando el cultivo, sino también a otros organismos como pueden ser depredadores de la propia plaga que hasta ese momento no han supuesto ningún problema para el cultivo, o algunos insectos polinizadores [55].

Un biopesticida es un derivado de plantas, microorganismos u otros componentes naturales que son específicos contra plagas y generalmente no suponen ningún tipo de peligro para el ser humano. Aquí entran en escena la flora de Canarias y sus endemismos, que podrían suponer esta nueva alternativa ecológica para el MIP.

A pesar de que se trata de un tema que se encuentra en estudio y por lo tanto no existe mucha información, ya se han descrito características y usos de plantas del archipiélago que podrían funcionar en una agricultura ecológica. Algunas especies como el incienso canario (*Artemisia thuscula/Artemisia canariensis*, Cav.) o la salvia (*Salvia canariensis*, L.) son algunos de los principales componentes de biopesticidas que se están comenzando a emplear en el tratamiento de plagas de las islas. En la tabla 6 se recogen estas y otras plantas y endemismos canarios de interés.



Figura 22. *Salvia canariensis*, L. Fuente: Sarmiento, L. (s. f.). [Internet]. Disponible en: <https://www.jardineriaon.com/>

Tabla 6. Ejemplos de algunas especies de la flora canaria con potencial uso como biopesticida (elaboración propia)

Familia y especie	Nombre común	Parte útil de la planta	Actividad biológica	Productos y modo de empleo	Referencias
Equisetaceae (<i>Equisetum arvense</i> , Linnaeus, 1753)	Cola de Caballo	Planta al completo	Acaricida, fungicida Aumenta las defensas de la planta y reduce la humedad	Alta cantidad en salicilatos y otros minerales Su extracto se obtiene por decocción, se diluye en agua y queda listo para fumigar	[56, 57, 58, 62]
Asteraceae (<i>Artemisia thuscula/Artemisia canariensis</i> , Cav.)	Incienso canario o Ajenjo morisco	Planta al completo Flores	Acaricida, insecticida, fungicida	Aceites esenciales	[58, 62]
Davalliaceae (<i>Davallia canariensis</i> , L., Sm.)	Helecho	Planta al completo	Insecticida, repulsivo, fungicida	Rico en potasio Ideal para añadir al compost para ayudar a plantas con bajo potasio Al fermentarlo con agua obtenemos un purín contra gusanos y pulgones	[58, 59, 62]
Urticaceae (<i>Urtica urens</i> , L.; <i>Urtica Dioica</i> , L.)	Ortiga	Planta al completo	Insecticida, fungicida, bioestimulante	Rico en magnesio, potasio, nitrógeno y calcio. Uso como colchón en la base de los cultivos o en el compost para acelerar la descomposición de la materia orgánica	[58, 60, 62]
Lamiaceae (<i>Salvia canariensis</i> , L.)	Salvia	Planta al completo Sumidades floridas	Fungicida, acaricida, insecticida, corrector del suelo, repelente	Fuente de Zinc Uso de su extracto pulverizado para combatir enfermedades como el mildiu	[58, 61, 62]
Boraginaceae (<i>Symphytum officinale</i> , L.; <i>Symphytum uplandicum</i> , L.)	Consuelda	Hojas frescas Planta al completo Raíces	Bioestimulante, insecticida, fungicida	Fuente de potasio Uso como trampa para entretener a caracoles y babosas Compost Empleo en infusión	[58, 62]



Figura 23. *Equisetum arvense*, Linnaeus, 1753. Fuente: Desconocido (s. f.). [Internet]. Disponible en: <https://www.plantaspedia.com/>



Figura 24. *Artemisia canariensis*, Cav. Fuente: Desconocido (s. f.). [Internet]. Disponible en: <https://www.guiaverde.com>



Figura 25. *Davallia canariensis*, L. Fuente: Desconocido (s. f.). [Internet]. Disponible en: <http://www.consultaplantas.com/>

6- Conclusiones

Con la información recopilada en esta Revisión Bibliográfica se pone en manifiesto la necesidad de buscar soluciones sostenibles para el futuro del planeta. El aumento evidente de la población es una situación que debemos aceptar y es necesario estar preparados para ser capaces de satisfacer las necesidades de las siguientes generaciones. La seguridad alimentaria es una de las más importantes a tener en cuenta, por lo que se tienen que buscar alternativas que no impliquen productos químicos sintéticos que puedan resultar dañinos, tanto para los seres vivos como para el medio ambiente. Es por ello por lo que los biopesticidas suponen una respuesta idónea y ecológica frente a este problema.

Las Islas Canarias con su biodiversidad contribuyen al descubrimiento de estas nuevas alternativas, convirtiéndose su flora en una fuente prometedora de biopesticidas que pueden ser incorporados en los planes del Manejo Integrado de Plagas. Sin embargo, debemos tener en cuenta el impacto ambiental y la legislación que regula el uso de especies endémicas, y llevar a cabo una intervención adecuada de los frágiles ecosistemas insulares. De igual manera, los biopesticidas suponen y supondrán un paso adelante en la agricultura ecológica, siendo así una excelente opción para el presente y el futuro, tal y como se ha puesto de manifiesto en el presente ensayo académico que constituye este Trabajo Final de Grado.

7- Bibliografía

- 1- FAO's Director-General on How to Feed the World in 2050. (2009). Population And Development Review, 35(4), 837-839.
- 2- FAO. (2018). El futuro de la alimentación y la agricultura: Vías alternativas hacia el 2050. Rome.
- 3- Ortega, C.; Lederman, D. (2009). La agricultura y el bienestar nacional en el mundo. *El Trimestre Económico*, 76(303(3)), 577-617.
- 4- Castaneda, A.; Doan, D., Newhouse, D., Nguyen, M. C., Uematsu, H., Azevedo, J. P. (2016). Who Are the Poor in the Developing World? *Policy Research Working Paper*, No. 7844. World Bank, Washington, DC. © World Bank. Disponible en:
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25161>
- 5- FAO. (2018). Macroeconomy. Food and Agriculture Organization. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i2490e/i2490e01c.pdf>
- 6- FAO. Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030, (2015). Disponible en: <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s00.htm#TopOgPage>
- 7- Pérez de Corcho Fuentes, J. S., Herrera Suárez, M., Vivas Vivas, R., García, G., Valdiviezo, R. (2017). La mecanización agrícola: Campo de acción de la ingeniería agronómica. *Siembra*, 4(1), 59-65.
- 8- Badii, Mohammad H., Garza Almanza, Victoriano. (2007). Resistencia en insectos, plantas y microorganismos. *CULCyT: Cultura Científica Y Tecnológica*, 4(18), 9-25.
- 9- Massot, A. (2011). La agricultura de las Islas Canarias. Luxembourg: Publications Office.
- 10- Pestana Pérez, G., Febles Ramírez, M. F., de la Rosa Vilar, B., García Rodríguez, José León. (2016). La agricultura canaria a principios del siglo XXI: Análisis de los mapas de cultivos de Canarias. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Centro de Publicaciones.
- 11- Regnault-Roger, C., Philogène, B. J., Vincent, C., Urbano Terrón, P. (2004). Biopesticidas de origen vegetal. Madrid [etc.]: Mundi-Prensa.
- 12- Innovatione Agrofood Design (13 de enero de 2020)., Métodos de control de plagas. Disponible en: <https://innovatione.eu/2020/01/13/metodos-control-plagas/>

- 13-Cervantes, E. (s. f), Estrategias y tácticas de manejo de plagas. Disponible en: <https://es.calameo.com/read/00533091312879c9a2da3>
- 14-García-Arenal, F., Fraile, A., Sacristán, S., Universidad Politécnica de Madrid. Escuela. (2008). A quantitative analysis of complementation of deleterious mutants in plant virus populations. *Spanish Journal of Agricultural Research*, T(No.especial), 195-200.
- 15-Cuervo I., M., (23 de abril de 2017), El mundo de los virus vegetales [Diapositivas 5, 6 y 7], Universidad del Valle. Disponible en: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/89650/Presentation_Virus_vegetales_UNIVALLE.pdf
- 16-Krebelj, A., Čepin, U., Ravnikar, M., Novak, M. (2015) Spatio-temporal distribution of Grapevine fanleaf virus (GFLV) in grapevine, *European Journal of Plant Pathology*, 142(1), 159-171
- 17-Zhou, J., Fan, X., Dong, Y., Zhang, Z., Ren, F., Hu, G. (2015). Detection and genetic variation analysis of grapevine fanleaf virus (GFLV) isolates in China. *Archives of Virology*, 160(11), 2661-2667.
- 18- Rodríguez de Acuña-Pego, F., Perera González, S. (junio 2020). Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de viña. AgroCabildo. Agricultura y desarrollo rural en Tenerife. Recuperado de: http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/viti_701_vi%C3%B1a_fusionado.pdf
- 19-Goszczyński, D. (2013). Brief report of a new highly divergent variant of grapevine leafroll-associated virus 3 (GLRaV-3). *Journal of Phytopathology*, 161(11-12), 874-879.
- 20-Almasi, M., Moradi, A., Nasiri, J., Karami, S., & Nasiri, M. (2012). Assessment of Performance Ability of Three Diagnostic Methods for Detection of Potato Leafroll Virus (PLRV) Using Different Visualizing Systems. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 168(4), 770-784.
- 21-Santos Coello, B., Perera González, S., Trujillo García, L. B. (septiembre 2016). Manejo integrado de plagas en cultivos hortícolas. AgroCabildo. Agricultura y desarrollo rural en Tenerife. Recuperado de: http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otra_75_Manejo_integrado.pdf

- 22-A. Parral, C. (2015) Virus de la cuchara amenaza producción de tomate del país. Portal de la investigación, Universidad de Costa Rica. Recuperado de: <https://vinv.ucr.ac.cr/es/noticias/virus-de-la-cuchara-amenaza-produccion-de-tomate-del-pais>
- 23-Cabildo de Gran Canaria. Agricultura, ganadería y pesca. Recuperado de: <https://cabildo.grancanaria.com/-/servicio-tecnico-de-granja-agricola-experimental>
- 24-RAIF: Virus de la clorosis del tomate (ToCV) en Tomate Bajo Abrigo (2013). Recuperado de: [http://chilorg.chil.me/post/raif-virus-de-la-clorosis-del-tomate-\(tocv\)-en-tomate-bajo-abrigo-70774](http://chilorg.chil.me/post/raif-virus-de-la-clorosis-del-tomate-(tocv)-en-tomate-bajo-abrigo-70774)
- 25-Alonso-Prados, J.L., Fraile, A., García-Arenal, F. (1997). Impact of Cucumber mosaic virus and Watermelon mosaic virus 2 on melon production in Central Spain. *Journal of Plant Pathology* 79: 131-134.
- 26-Virus Mosaico del Pepino (s. f.). Fertilab, Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario. Recuperado de: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/NTF-18-S07-Virus-Mosaico-del-Pepino.pdf>
- 27-Bacterias Fitopatógenas: Morfología, Diagnóstico y Control (s. f.). Agromundo. Recuperado de: <https://agromundo.com/bacterias-fitopatogenas/>
- 28-Peña Sánchez, R. R., Páez Mendieta, J. E. (s. f.). Bacterias fitopatógenas. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Recuperado de: <https://virtual.uptc.edu.co/ova/fito/archivo/BACTERIAS.pdf>
- 29-Gobierno de Canarias. Publicaciones de agricultura. Recuperado de: https://www.gobiernodecanarias.org/cmsgobcan/export/sites/agricultura/galerias/doc/publicaciones/ZEBRA-CHIP_web.pdf
- 30-Perera González, S., Molina Hernández, J., & Siverio de la Rosa, F. (noviembre 2016). Ensayo de eficacia de productos para el control de amarillos en zanahoria. Gobierno de Canarias. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas. Dirección General de Agricultura. Recuperado de: https://www.gobiernodecanarias.org/cmsgobcan/export/sites/agricultura/galerias/doc/publicaciones/ensayo_amarillos_zanahoria.pdf
- 31-Delgado-Ortiz, J. C., Beltrán-Beache, M., Cerna-Chávez, E., Aguirre-Uribe, L. A., Landero-Flores, J., Rodríguez-Pagaza, Y., Ochoa-Fuentes, Y. M.

- (2019). Candidatus Liberibacter solanacearum patógeno vascular de solanáceas: Diagnóstico y control. TIP. *Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 22, e177. Epub 04 de marzo de 2020.
<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2019.0.177>
- 32-Trujillo García, E., & Perera González, S. (noviembre 2019). Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de papas. AgroCabildo. Agricultura y desarrollo rural en Tenerife. Recuperado de:
http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa_686_papas.pdf
- 33-Li, P., Liu, J., Jiang, C., Wu, M., Liu, M., Wei, S., . . . Li, Z. (2020). Trade-off between potential phytopathogenic and non-phytopathogenic fungi in the peanut monoculture cultivation system. *Applied Soil Ecology: A Section of Agriculture, Ecosystems & Environment*, 148, Applied soil ecology: a section of Agriculture, ecosystems & environment, April 2020, Vol.148.
- 34-Fungal diseases in vegetable crops (s. f.). Ausveg. Recuperado de:
<https://ausveg.com.au/biosecurity-agrichemical/crop-protection/overview-pests-diseases-disorders/fungal-diseases/>
- 35-Técnicas para el control de Botrytis (s. f.). Infoagro. Recuperado de:
<https://infoagro.com/abonos/botrytis.htm>
- 36-Ordaz-Ochoa, J. A., Zaragoza-Lara, M., Lara-Chávez, Ma. B. N.; Mendoza-Churape, J., Pedraza-Santos, M. E., Vargas-Sandoval, M. (2017). Control biológico y químico de *Armillaria* spp., (Vahl.: Fr.) Karsten. Aisladas de aguacate (*Persea americana* Mill. var. *drymifolia* (Schltdl. y Cham.) S.F. Blake). *Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate*, 04-07 septiembre 2017: 162-172.
- 37-Control biológico del Tizón Temprano en tomate (s. f.). Fertilab, Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario. Recuperado de:
<https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/NT19-019-Control-biologico-de-tizon-temprano-en-tomate.pdf>
- 38-Garrido Rondoy, M., & Vilela Severino, N. (2019). Capacidad antagónica de *Trichoderma harzianum* frente a *Rhizoctonia*, *Nakatea sigmoidea* y *Sclerotium rolfsii* y su efecto en cepas nativas de *Trichoderma* aisladas de cultivos de arroz. *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 199-206. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.05>

- 39-Rattalino, D., Moriconi, D., Medvescigh, J., Otero, M. L. (2014).
Caracterización del patotipo de *verticillium dahliae* de olivo con síntoma de rama seca en la provincia de la rioja
- 40-Selfa, J., & Anento, J. L. (1997). Plagas agrícolas y forestales. Bol. S. E. A., nº20 (1997): 75-91
- 41-Tipos de insectos forestales dañinos (s. f.). Universidad de Concepción. Recuperado de: <http://www2.udec.cl/~sanidad-forestal/Sanidad2/Tipos-insec.html>
- 42-Forlín, A. M. (2012). Identificación de insectos plagas en cultivos hortícolas orgánicos. Alternativas para su control. Instituto Nacional de Ingeniería Agropecuaria. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-identificacin_de_insectos_plagas_en_cultivos_horticol.pdf
- 43-Institut Premià de Mar. (2016). *Manejo integrado de plagas: babosas y caracoles*. [Folleto]. California Childcare Health Program. Recuperado de: https://cchp.ucsf.edu/sites/g/files/tkssra181f/SnailsSlugs_FCCH_IPM_Sp.pdf
- 44-Ramos Cordero, C., Perera González, S., Del Pino Pérez, M., Fuentes Barrera, E., Rizza Hernández, R., & Hernández Suárez, E. (enero 2016). Platanera: gestión integrada de plagas. AgroCabildo. Agricultura y desarrollo rural en Tenerife. Recuperado de: http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/subt_545_GIP_2016.pdf
- 45-Méndez Hernández, C., & Calzadilla Hernández, C. (junio 2005). Guía de lucha contra las plagas de la platanera. AgroCabildo. Agricultura y desarrollo rural en Tenerife. Recuperado de: http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/subt_48_gu%C3%ADa_an_exos_febrero%202021.pdf
- 46-Gobierno de Canarias (2020). Gestión del Medio Rural de Canarias, SAU. Área de Agricultura – División de Proyectos. Recuperado de: https://www.gobiernodecanarias.org/cmsgobcan/export/sites/agricultura/galerias/doc/publicaciones/DACUS-FRONTALIS_web_1-pag.pdf
- 47-Gobierno de Canarias (s. f.). Agencias de Extensión Agraria de los Cabildos Insulares. Recuperado de: https://www.gobiernodecanarias.org/cmsgobcan/export/sites/agricultura/galerias/doc/publicaciones/bactrocera_web.pdf

- 48-Huang, H., Li, H., Ren, L., & Cheng, D. (2019). Microbial communities in different developmental stages of the Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*, are associated with differentially expressed peptidoglycan recognition protein-encoding genes. *Applied and Environmental Microbiology*, 85(13)
- 49-Afonso Morales, M. D., & Perera González, S. (2009). Resultados del seguimiento de plagas y enfermedades en cultivos de cereales en tenerife. Campaña 2009. Especial referencia al trigo. AgroCabildo. Agricultura y desarrollo rural en Tenerife. Recuperado de:
http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otro_261_L_Plagas_enferm_cereales.pdf
- 50-García Zumel, M. A., & Alves Santos, F. M. (2003). Daños y métodos de control de plagas en cereales. *Vida rural*, ISSN 1133-8938, N° 178, 2003, págs. 46-49.
- 51-Jakubas-Zawalska, J., Asman, M., Kłyś, M., Solarz, K. (2016). Sensitization to *Sitophilus granarius* in selected suburban population of South Poland. *Journal of Stored Products Research*, 69, 1-6.
- 52-Hernández Cruz, P. A., Montoya Siliézar, J. C., Eleazar Giménez, G. (2013). Revisión bibliográfica de la Palomilla de los cereales (*Sitotroga cerealella*). Universidad de El Salvador. Ingeniería agroindustrial.
- 53-Díaz San Andrés, A. (2019, julio). *Pisos bioclimáticos de Canarias*. Biogeografía. Disponible en: <https://biogeografia.net/bioclima05d.html>
- 54-*La vegetación autóctona y la flora endémica*. (s. f.). Gevic Natura y Cultura. Disponible en:
https://www.gevic.net/info/contenidos/mostrar_contenidos.php?idcomarca=-1&idcon=729&idcap=202&idcat=27
- 55-Porcuna Coto, J. L., (2010). Fundamentos para el control de plagas y enfermedades en agricultura ecológica. *Vida rural*, ISSN 1133-8938, N° 308, 2010, págs. 32-38
- 56-Trebbi, G., Negri, L., Bosi, S., Dinelli, G., Cozzo, R., & Marotti, I. (2020). Evaluation of *Equisetum arvense* (Horsetail Macerate) as a Copper Substitute for Pathogen Management in Field-Grown Organic Tomato and Durum Wheat Cultivations. *Agriculture*, 11(1), 5. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture11010005>

- 57-Cola de caballo, un remedio natural contra enfermedades fúngicas (2020). Agrodiario. Recuperado de: <https://www.agrodiario.com/texto-diario/mostrar/2123498/cola-caballo-remedio-natural-contra-enfermedades-fungicas>
- 58-Bertrand, B., Collaert, J. P., & Petiot, E. (2014). *Plantas para curar plantas* (2.^a ed.).
- 59- "*Davallia canariensis* (L.) Sm.". (2006). Asturnatura.com. ISSN 1887-5068. Num. 93, 2 de octubre de 2006. Disponible en: <https://www.asturnatura.com/especie/davallia-canariensis.html>
- 60-Luis Porcuna, J., (2010). La ortiga: *urtica urens* y *urtica dioica*. Revista agroecológica de divulgación, 2, 60. https://www.agroecologia.net/recursos/Revista_Ae/Ae_a_la_Practica/fichas/N2/Revista_AE_N%C2%BA2_ficha_planta.pdf
- 61- Cruz Suárez, J. (2007). "Más de 100 Plantas Medicinales en Medicina Popular Canaria". Obra Social de La Caja de Canarias. Disponible en: <http://agaetespacioweb.com/SALVIA%20CANARIA.pdf>
- 62- Agaete televisión. (16 de diciembre de 2020). *Eugenio Reyes Naranjo, entrevista a Javier Cabrera Reyes, agro agricultor* [Archivo de vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=0UcRX1SAUm8>