

Alternativas de manejo biológico de la pudrición producida por *Sclerotinia sclerotiorum* en cultivos de lechuga en el municipio de Cota, Cundinamarca en las veredas Parcelas, La Moya y Pueblo Viejo

Biological management alternatives of the rot produced by *Sclerotinia sclerotiorum* in lettuce crops in the municipality of Cota, Cundinamarca in the villages Parcelas, La Moya and Pueblo Viejo

Karen Tatiana Fiquitiva García ¹, Diana Carolina Santos Estepa ¹,
Ligia Consuelo Sánchez Leal ²

Recibido: 04 de mayo de 2020

Aceptado: 29 de mayo de 2020

Resumen

Las veredas Parcelas, La Moya y Pueblo Viejo ubicadas en Cota, Cundinamarca, están dedicadas principalmente a la agricultura, venta de comidas y platos típicos de la región. Su principal ingreso lo hacen por la siembra de hortalizas, entre ellas la lechuga, la cual se ve afectada por la pudrición blanca ocasionada por *Sclerotinia sclerotiorum*; esto provoca una reducción en la producción, entre el 30 – 50%. Para su control, el agricultor acude al uso de agroquímicos, específicamente fungicidas, pues su efecto destructivo lleva a la planta a sufrir “damping off” en semillero y pudrición en plantas adultas, durante la cosecha. La variedad Batavia representa el 22,65% del área sembrada en hortalizas en la Sabana de Bogotá y, el municipio de Cota ocupa el tercer puesto como cultivador de este tipo de lechuga. Algunas estrategias de control biológico como parte de un Manejo Integrado de Plagas MIP, permitirían al agricultor mejorar las condiciones fitosanitarias y posiblemente a disminuir las pérdidas de producción. En esta revisión documental, se hizo una recopilación de información sobre las estrategias de manejo biológico de la pudrición causada

¹ Estudiantes. Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

² Profesora de Planta, Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7796-1326>

Correspondencia: lconsuelosanchez@unicolmayor.edu.co

por *Sclerotinia sclerotiorum*. Además de la revisión bibliográfica, se realizó una entrevista encuesta a los agricultores de lechugas de las tres veredas, con el fin de obtener información real sobre las características del cultivo en la zona y de los síntomas y signos que presenta la planta. Adicionalmente, se tomaron datos sobre las pérdidas por la pudrición causada por *Sclerotinia sclerotiorum*.

Palabras claves: *lactuca sativa*, *sclerotinia sclerotiorum*, control biológico, Cota, entrevista-encuesta, pudrición, alternativas.

Abstract

The Parcelas, La Moya and Pueblo Viejo paths located in Cota, Cundinamarca, are mainly dedicated to agriculture, food sales and typical dishes of the region. Their main income is made by planting vegetables, including lettuce, which is affected by the white rot caused by *Sclerotinia sclerotiorum*; this causes a reduction in production, between 30 - 50%. For its control, the farmer goes to the use of agrochemicals, specifically fungicides, because its destructive effect leads the plant to suffer "damping off" in seedlings and rot in adult plants, during harvest. The Batavia variety represents 22.65% of the area planted in vegetables in the Sabana de Bogotá and, the municipality of Cota occupies third place as a grower of this type of lettuce. Some biological control strategies as part of an Integrated IPM Pest Management, would allow the farmer to improve phytosanitary conditions and possibly to reduce production losses. In this documentary review, information was compiled on the biological management strategies of rot caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. In addition to the bibliographic review, a survey interview was carried out on the lettuce farmers of the three villages, in order to obtain real information about the characteristics of the crop in the area and the symptoms and signs that the plant presents. Additionally, data were taken on the losses caused by the rot caused by *Sclerotinia sclerotiorum*.

Keywords: *lactuca sativa*, *sclerotinia sclerotiorum*, biological control, Cota, interview-survey, rot, alternatives.

Introducción

Cota es un municipio ubicado al noroccidente de la ciudad de Bogotá D.C, a 26 kilómetros de distancia. Es conocido como la capital indígena colombiana, ya que la mayoría de los Chibchas vivieron en este municipio. Su clima es de sabana fría, debido a que se encuentra a una altitud de 2.566 msnm y la temperatura oscila generalmente, entre los 5°C y los 14°C. Está compuesto por una zona urbana donde se encuentra el barrio Centro y el barrio la Esperanza. La zona rural comprende ocho veredas: La Moya, Cetime, El Abra, Pueblo Viejo, Parcelas, Rozo, Vuelta Grande y Siberia (1).

La economía de este municipio está basada en la agricultura ya que para muchos es la despensa de los vegetarianos, porque se puede encontrar gran variedad de hortalizas como: lechuga, papa, zanahoria, tomate, acelgas, espinaca, repollo y frutas como aguacate, fresa, mora, feijoa, tomate de árbol, entre otros (1).

El suelo de las Veredas La Moya y Pueblo Viejo es rico en materia orgánica que se evidencia por su tierra negra; la Vereda Parcelas tiene suelo arcilloso. El principal cultivo de producción es la Lechuga, la cual, se ve afectada por la pudrición causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, hongo

que causa pérdidas e inestabilidad en la economía del agricultor.

Sclerotinia sclerotiorum es un hongo ascomiceto, patógeno para las plantas presente en todo el mundo, que puede permanecer largo tiempo en reposo por sus formas de resistencia llamadas esclerocios. Es de gran importancia en zonas cálidas y templadas atacando a más de 190 especies de plantas consideradas como hospedantes. Esta estructura es de tamaño variable, de color negro, que aparece en los botones florales de algunos árboles frutales, flores, así como en raíces y tallos de hortalizas, manifestándose también, como pudrición en vegetales almacenados.

Un estudio realizado en cultivos de lechuga en los municipios de Mosquera y Funza (Cundinamarca), reportaron como agente causal del daño en sus cultivos a *Sclerotinia minor* y *Sclerotinia sclerotiorum*; de igual forma, en el municipio de Cota Cundinamarca, se encontró que la especie dominante fue *Sclerotinia minor*. En países de América Latina, esta enfermedad es conocida como moho o micelio blanco del tallo, salvazo, podredumbre algodonosa o esclerotiniosis (2).

Algunos de los cultivos afectados por la *Sclerotinia* en Colombia son el Tomate, lulo, uchuva, pepino, coliflor,

y la lechuga, provocando cambio en el color de las hojas, marchitamiento sobre tallo y hojas, además de evidenciarse la formación de pequeñas rocas negras o esclerocios sobre los tejidos de la planta (2).

La infografía que aportó la aplicación del instrumento entrevista encuesta, permitió establecer que, en las Veredas Parcelas, La Moya y Pueblo Viejo del municipio de Cota, Cundinamarca, la variedad de lechuga cultivada de mayor preferencia es Batavia, debido a características como cogollo suelto, redondeado y textura, que la hace más apetecida por el consumidor. Algunos agricultores afirman sembrar otras variedades como verde lisa, verde crespada y la menos cultivada es la Corbac. Con relación al control de *Sclerotinia*, se estableció que el manejo más usado por los agricultores son los fertilizantes y abonos químicos.

A continuación, se presenta una revisión sobre el manejo de la pudrición y se complementa con los resultados obtenidos por las encuestas a los agricultores de las veredas. Se aplicaron en total cuarenta entrevistas-encuestas para saber cuáles son las características del cultivo (variedad de lechuga cultivada, abono utilizado, fertilizante y uso de control biológico), de la planta (signos y síntomas, número de plantas afectadas,

tratamientos usados y estudios previos) y las pérdidas por la pudrición causada por *Sclerotinia sclerotiorum*. Adicionalmente, saber sobre el manejo que el agricultor hace en sus cultivos.

Cota Cundinamarca y Cultivo de Lechuga

La temperatura que tiene el municipio de Cota, oscila entre los 5° y 14°C. Presenta alta humedad debida a que casi todo el año, el municipio se encuentra bajo temporada de lluvias, son factores de riesgo para que la planta se infecte con el hongo. También, las malas prácticas de preparación del suelo para cosecha, y, el mal manejo de desecho de plantas infectadas, así como el riego y el viento, son factores que favorecen la dispersión del hongo, porque las esporas, el micelio y los esclerocios se diseminan en el suelo. Adicionalmente, el uso de herramientas para la manipulación de los cultivos o a través del calzado, pueden también colaborar con la dispersión del hongo y afectar por completo el cultivo, provocando pérdida total de la producción (3).

Desde el punto de vista agronómico, en el ciclo de cultivo de la mayoría de variedades de lechugas, se distinguen las siguientes fases: formación

de una roseta de hojas, formación de un cogollo más o menos compacto y fase de reproducción o de emisión de un tallo floral (4).

De las tres fases, la segunda es la que más difiere de acuerdo al tipo de lechuga y a las distintas variedades, ya que el acogollado es de carácter genético cuantitativo y acarrea conjuntamente, plantas con hojas anchas en la base. Sin embargo no solo la genética influye en el acogollado, también hay factores medio ambientales (4).

Se distinguen cuatro tipos o variedades botánicas: *L. sativa* var. *capitata* L. que corresponden a cultivares del tipo acogollado o "iceberg". A este grupo pertenece la lechuga amarilla, o "escarola" en Honduras, *L. sativa* var. *longifolia* Lam, que son las lechugas romanas, *L. sativa* var. *inybacea* Hort, *L. sativa* var. *augustana* Irish(4).

La lechuga es de consumo cotidiano en todos los platos de los colombianos; se produce en varios departamentos, pero el 72% del área sembrada se ubica en Cundinamarca debido a la condición climática de la sabana. Desafortunadamente, esas condiciones también son el factor que le aporta la humedad al hongo *Sclerotinia sclerotiorum* para favorecer su crecimiento y de esa manera coloniza tejidos muertos, que le proveen nu-

trientes al patógeno y le brindan estabilidad para infectar a plantas sanas a través de las esporas (5).

El municipio de Cota es uno de los principales productores de lechuga y de otras hortalizas pero, su producción ha disminuido debido a la pudrición ocasionada por dos especies de *Sclerotinia*, *Sclerotinia minor* y *Sclerotinia sclerotiorum*, las cuales se diferencian por la forma y el tamaño de sus esclerocios. Además, infectan a la planta por medio de diferentes mecanismos de infección, pero causan los mismos síntomas en la planta. La mayoría de los agricultores utilizan métodos de control químico, los cuales aunque son efectivos, no son los adecuados ni recomendados para el control de *Sclerotinia*, porque se aumenta la resistencia a los fungicidas, se contamina el suelo y el agua y hace que la prevalencia del moho blanco aumente (6).

Manejo de los Cultivos por el Agricultor en Cota Cundinamarca

De acuerdo con la información aportada por las encuestas, el manejo de los cultivos de lechuga Batavia en las veredas Parcelas, La Moya y Pueblo Viejo, lo hacen de acuerdo con las etapas fenológicas de la planta.

El promedio de crecimiento que informan los agricultores está en un rango de 2 a 3 meses. En la mayoría de los predios, el suelo es tierra negra, debido a su composición que está relacionada con la cantidad de materia orgánica y es la de preferencia para este cultivo porque favorece la retención de agua. Aunque es una percepción del agricultor, investigadores han determinado que cuando hay abundante materia vegetal, el proceso de descomposición por parte de los microorganismos, le otorgan una mayor riqueza de nutrientes, así que este es un suelo adecuado porque tiene un alto nivel de fertilidad (7).

Cuando el suelo se agota, el agricultor utiliza como abono para el cultivo de lechuga, la Gallinaza o estiércol de gallina, considerado uno de los abonos más completos por su relación C: N, abundante contenido de nitrógeno y fósforo que facilita la disponibilidad de nutrientes por parte de la planta para su crecimiento y desarrollo, es decir, mejor aprovechamiento del suelo (8). El segundo Fertilizante más usado es el químico, que se caracteriza por ser una sustancia comercial que contiene nutrientes que pueden ser tomados por las plantas; vienen en distintas presentaciones, pero los más usados son gránulos que se liberan de forma directa al suelo y al hidratarse,

se deshacen distribuyendo de mejor manera sobre el suelo, liberando minerales como nitrógeno, fósforo, potasio, sulfato de amonio, nitrato de amonio, entre otros (9). El agricultor generalmente no hace un estudio de suelos, previo a aplicar estos abonos y el resultado es que, al haber una mayor cantidad de estos elementos, el intercambio catiónico se dificulta y el exceso es uno de los factores que predisponen a que se siga presentando la enfermedad (10). El fertilizante Triple 15 es de preferencia de los agricultores porque está indicado para múltiples cultivos, es económico y su composición 15-15-15 fósforo, nitrógeno y potasio brinda a la planta las necesidades nutricionales que necesita. Es un complejo granular de tres elementos que aportan a las diferentes etapas de desarrollo, ya que el nitrógeno estimula el crecimiento de las hojas, el fósforo crecimiento de raíces y la floración, el potasio es esencial para llenado de los órganos de almacenamiento (11). El problema con el uso de este tipo de fertilizantes, es que cualquier exceso dificulta la nutrición de las plantas, porque la forma en que se absorben los nutrientes es gracias a la acción de los microorganismos que con su actividad enzimática, hacen disponibles los elementos.

Sclerotinia sclerotiorum - Pudrición

Sclerotinia sclerotiorum es un hongo polífago con un amplio rango de hospederos y tiene amplia difusión mundial. Es considerado el agente causal de podriciones en diversos cultivos de importancia económica. Se han reportado más de 408 especies de plantas atacadas por *Sclerotinia sclerotiorum*, 278 géneros, en 75 familias (12).

El moho blanco se transmite a través de la germinación micelio gónico de esclerocios que se encuentran localizados cerca de la raíz y el tallo de la planta o cerca de la línea de contacto con el suelo. Las lesiones se desarrollan en los tallos destruyendo gradualmente al resto de la planta. Cuando llega a los tejidos vasculares provoca que la planta se marchite y colapse. *Sclerotinia sclerotiorum* se transmite por ascosporas que se diseminan por el aire y una vez coloniza un tejido vegetal nuevo, puede permanecer viable durante varios años hasta que se produzcan condiciones óptimas para su reactivación (13).

El grado de patogenicidad de este hongo, "se relaciona con la producción de ácido oxálico y la expresión de enzimas que degradan la pared celular y causa lesiones que se expanden. Estas actividades liberan pequeñas moléculas (oligo-galacturonidos y péptidos)

que sirven para inducir la expresión de una segunda onda de enzimas degradativas que colectivamente llevan a la disolución casi total de los tejidos de la planta" (14).

En las Veredas Parcelas, La Moya y Pueblo Viejo, la mayoría de los agricultores negó hacer estudios previos a los suelos haciendo referencia a los costos. Utilizan prácticas tradicionales y, sólo unos pocos, afirmaron tener estudios previos por la Secretaría de agricultura de Cundinamarca, pero no tienen conocimiento sobre lo que significan. Al consultar con la entidad, se evidencia que se hace el estudio de suelos y sobre sus componentes químicos, incluidos contaminantes, pero los agricultores muchas veces no se acercan por los resultados.

La información consultada, recomienda para el control de la enfermedad producida por *Sclerotinia* hacer rotación de cultivos, aplicación de fungicidas 10 días después de la plantación, repitiendo nuevamente con Bellis o Cantus unas semanas después (15).

Algunas recomendaciones que hacen parte de un Manejo Integrado de Plagas recomiendan desinfección de suelos, solarización, manejo cultural, manejo químico y biológico, que pueden ayudar a prevenir la diseminación del moho blanco en el cultivo evitan-

do así las pérdidas para el agricultor (16).

“La pudrición blanca producida por *Sclerotinia sclerotiorum* es una limitante que en Colombia ha ocasionado pérdidas en la lechuga equivalentes a una reducción entre el 30-50% de la población de las plantas” (17). Además, se ha catalogado como una de las enfermedades más destructivas y frecuentes provocando el *Damping-off* en semilleros y la pudrición en plantas adultas durante el almacenamiento; debido a que la *Sclerotinia* en etapa de infección tiene la capacidad de organizarse en hifas especializadas, y, para este trabajo requieren una cantidad grande de energía y de nutrientes para poder enfermar a su huésped potencial. Utiliza algunas enzimas como la hemicelulosa, la celulosa, enzimas proteolíticas, que sirven como fuente de nitrógeno y carbono importante para la actividad metabólica de *Sclerotinia spp.* Otra información importante es que debido al trabajo que ejercen las hifas como degradadoras de la pared celular de la planta, hacen disponibles carbohidratos y nitrógeno por las acciones de la fosfatidasa y las proteasas (17).

En cuanto a la morfología de *Sclerotinia sclerotiorum*, la evaluaron por medio de la técnica de Riddell y diferentes concentraciones de bicarbonato de potasio (KHCO₃), evidenciaron

que a una concentración de 50 Mm de KHCO₃ se modifica la morfología y se inhibe el desarrollo de los esclerocios en su fase inicial; puede ser implementada como alternativa de fungicida sintético para el control de la enfermedad en las plantas (18).

Con relación al número de plantas infectadas por *Sclerotinia sclerotiorum* en los cultivos de lechuga de las tres veredas, los agricultores manifestaron que se afectan entre el 25 y 50 %. La sintomatología que presentan principalmente es la pudrición de la hoja seguido de la pudrición de la raíz. En algunos cultivos se evidenció un tono café en la raíz y hojas con pecas.

La lechuga que se cultiva en suelos, es además susceptible a enfermedades por otros hongos, virus, bacterias y nematodos, los cuales afectan diferentes partes de la lechuga provocando la disminución de su valor comercial y afectando al agricultor debido a las grandes pérdidas causadas por estos diferentes agentes patógenos (18).

La mayoría de los agricultores encuestados, reportó pudrición de la raíz como la mayor problemática del cultivo. Sin embargo, en la literatura se han hecho estudios en los que se reportan enfermedad por los hongos *Rhizoctonia spp.* Y *Fusarium oxysporum* como los causantes de esta problemática en

hortalizas. La importancia de conocer qué tipo de hongo es el causante de la enfermedad, permite al agricultor dar tratamiento y prevenir la mayor cantidad de pérdidas posibles. *Rhizoctonia* spp. También ataca el tallo, provocando un cambio de color en él, se evidencia la formación de lesiones marrones y el tallo infectado presenta una apariencia seca, marchita y dura, razón por la cual, muchas de las impresiones expuestas por los agricultores encuestados de que se observan lesiones color café en los tallos, no necesariamente sean por *Sclerotinia sclerotiorum*, sino que podrían ser causadas por *Rhizoctonia* spp. (19).

Alternativas de Control Biológico

A nivel mundial, la lechuga, se ve severamente afectada por la *Sclerotinia* debido a que este hongo, logra sobrevivir en los cultivos en forma de esclerocios y la infección se produce, cuando las hifas que salen de los esclerocios, penetran los tejidos de la corona de la lechuga provocando el marchitamiento y posteriormente la muerte, situación que puede presentarse en cualquier etapa de desarrollo del cultivo.

Actualmente, se desarrollan formulados de agentes biológicos, es decir, organismos vivos que reducen la po-

blación, en este caso, del patógeno. Se conocen bacterias, hongos y virus antagonistas de los agentes que causan la enfermedad en el cultivo. Los agricultores encuestados no realizan un control biológico, pero si utilizan otro tipo de controles que están basados principalmente en medidas tradicionales como la rotación del cultivo, el riego y el arado, pero por si solos no evidencian mayor utilidad, pues el hongo sigue persistiendo en el cultivo.

Existen otros procedimientos como la desinfección de suelos, la solarización, los manejos químicos y biológicos que pueden ayudar a prevenir la diseminación del moho blanco en el cultivo evitando así las pérdidas (20). Los agricultores manifiestan que tienen un costo más alto y algunos consideran que no es rentable pagar por ellos. Es muy difícil que el agricultor cambie su forma de pensar e incluya en el manejo de sus cultivos nuevas alternativas que no son generalmente más costosas, sino que requieren de aprendizajes nuevos y cambios en su forma de manejar el cultivo. Actualmente, entidades como la Secretaría de agricultura, y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca Área Metropolitana de Bogotá (CAR), prestan su ayuda para estudio de suelos para esta zona. Desafortunadamente, la mayoría de los agricultores encuestado, no consideran de utilidad hacer-

lo y no recurren a este servicio que les ofrecen.

Se han realizado investigaciones con microorganismos capaces de controlar este patógeno. Se ha demostrado que hongos como *Coniothyrium minitans* Campbell, *Clonostachys rosea* y *Trichoderma* spp. Son capaces de parasitar a *Sclerotinia* en ensayos de laboratorio y en ensayos en suelo, gracias a la capacidad que tienen de parasitar los esclerocios, concluyendo en sus ensayos, que a mayor concentración del inóculo, mayor el nivel de descomposición de los esclerocios al entrar en contacto con ellos (21).

Existen otros agentes usados en el control biológico que son introducidos al cultivo o que son propios de la zona, entre los más citados están, *Gibberella baccata*, *Coniothyrium minitans*, *Gliocladium virens*, *Talaromyces flavus*, *Trichotecium roseum*, *Epicoccum purpurascens* y *Sporidesmium sclerotivorum*, y otros hongos de suelo, que colonizan esclerocios de *Sclerotinia sclerotiorum*. El estudio realizado por Stazonelli Allori E. et al (22), aisló 16 especies de hongos que tuvieron la capacidad de inhibir el crecimiento de *S. sclerotiorum* debido a la emisión de metabolitos volátiles. Especies de *Trichoderma* como *T. koningiopsis* 5, *T. atroviride* 8 y *T. atroviride* 2, inhibieron a *S. scler-*

rotiorum con dos mecanismos de acción, metabolitos volátiles y no volátiles concluyendo que los resultados obtenidos estarían asociados a una mayor potencialidad para el control del patógeno (22).

Con relación al control biológico con bacterias, en un estudio en el que aislaron 43 cepas bacterianas de un huerto de mora que estaba infestado de esclerocios, se encontró que *Bacillus thuringiensis* C25 retrasaba el crecimiento de micelio, inhibía la formación de esclerocios y su viabilidad debido a su capacidad de degradar de manera significativa las paredes celulares del hongo patógeno por algunas propiedades biológicas, como la producción de ácidos a partir de maltosa, además, de expresar una alta cantidad de proteasa β -1,3-glucanasa, y las actividad de quitinasa provocando alteración en las características morfológicas de *S. minor* (23).

Aplicación de *Paenibacillus Alves K165* como agente de biocontrol, en el suelo de trasplante o plántula de la lechuga redujo *S. sclerotiorum*, *R. solani* y síntomas foliares de *P. ultimum*. Después de que los Investigadores obtuvieron los resultados pertinentes sostienen que la aplicación temprana de K165 en los cultivos que se hacen inicialmente en invernadero y luego son trasplantadas, podrían llegar

a ser una práctica agrícola útil para contrarrestar una amplia gama de patógenos que se encuentran en el suelo para así poder obtener mejoras en producción y rendimiento económico (24).

Observando los limitantes de la producción se buscan alternativas para controlar las pérdidas para los agricultores; buscan aislar y caracterizar bacterias endófitas, en el valle del Cauca en el 2016 evaluaron la capacidad antagónica in vitro de 68 aislados bacterianos endófitos de tejido foliar *C. frutescens*, provenientes de dos municipios, Cincuenta de los aislados bacterianos presentaron porcentajes de inhibición frente a un aislamiento de *Fusarium* y de estos, dieciséis presentaron porcentajes de inhibición por encima del 40 %. La morfología, perfil bioquímico y caracterización molecular, permitieron determinar que los aislados identificados como *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas aeruginosa*, mostraron promedios de inhibición entre 62 y 89 %, altos con respecto a los reportados anteriormente en otros estudios (25).

Biocontrol endófito (a menudo se definen como bacterias y hongos no patógenos, estando en el tejido de las plantas sanas sin causar daño alguno) el cual es basado en Bacterias consideradas como posible estrategia para el manejo de la enfermedad

presentada en la lechuga producida por *Sclerotinia sclerotiorum*, en este estudio analizaron la diversidad que poseen las Bacterias endofíticas, basándose en su actividad antimicrobiana y promotoras de crecimiento; de las cuales en el aislamiento realizado por los investigadores poseen resistencia a la esclerotiniosis; según análisis taxonómico son *Proteobacterias*, *Firmicutes* (*Endobacteria*) y *Actinobacterias* esto en cuanto a las familias y respecto a los géneros *Pantoea*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Curtobacterium* y *Sphingomonas*. Haciendo referencia que según la experimentación *Bacillus* es el cual posee mejor actividad antifúngica (26).

Rodríguez Florentino (27), realizó una evaluación del efecto antagónico que tiene el hongo *Trichoderma* spp en medio líquido y sólido para el control del moho blanco en un invernadero con el fin de facilitar condiciones físicas como la temperatura, está demostrado que debe oscilar entre 18-20° C en etapa de germinación, en fase de crecimiento entre 14-18°C, y, durante el acogollado se requieren temperaturas entre 12-15° C. La humedad relativa óptima para el cultivo de la lechuga es del 60 al 80%, además de condiciones como pH y salinidad (27).

Uno de los Biológicos más utilizados para el control de *Sclerotinia*

sclerotiorum es el hongo *Trichoderma* spp por los diferentes mecanismos que emplea como la competencia, la antibiosis y el parasitismo. El parasitismo es un término usado debido a la capacidad que tienen sus hifas de adherirse a las hifas del hongo patógeno por medio de unas estructuras especializadas llamadas apresorios, además, de liberar enzimas como la glutinasa y quitinasas y antibióticos como viridina y peptibioles capaces de controlar al hongo Fitopatógeno. El hongo que es colonizado por *Trichoderma*, sufre de una degradación de su pared celular, el citoplasma se desorganiza, se retrae la membrana plasmática de la pared afectando la replicación celular. El Tricop líquido agregado en la etapa uno (almocigos) y la etapa 2 (trasplante) demostró mejores resultados en cuanto al uso de menores recursos, fácil manejo y por lo tanto mayor rentabilidad (27).

Otra alternativa propuesta en Brasil es *Trichoderma* spp. Tiene varias habilidades de síntesis de sustancias antifúngicas que pueden ser utilizados para controlar *Sclerotinia sclerotiorum*. El tiempo de 15 días de la inoculación de *Trichoderma* spp. Disminuyó la germinación en un 25% con respecto al tiempo cero. La humedad del suelo se incrementó en 70% de mortalidad del hongo *Sclerotinia sclerotiorum* en 47,7% de hume-

dad relativa 30%. Había una diferencia en el nivel de control ejercido por el hongo *Trichoderma* spp. De humedad relativa durante la no aislado, teniendo en cuenta este estudio es una alternativa viable en la reducción de *Sclerotinia sclerotiorum* (28).

Los Micovirus son un grupo de virus que habitan y se replican en las células de hongos filamentosos, levaduras y oomicetos. En *Sclerotinia sclerotiorum*, son ampliamente estudiados debido a que afectan cultivos importantes. En un estudio realizado con el control de este hongo en cultivos como la soja y el girasol en países asiáticos, los investigadores descubrieron que pueden usarse como control biológico de enfermedades en plantas causadas por hongos gracias a que pueden atenuar su patogenicidad; el estudio demostró que existen Micovirus de tipo ARN que infectan a *Botrytis* atenúan el crecimiento micelial, considerándolo una estrategia viable de control (29).

Un estudio demostró que es de importancia saber que las respuestas de defensa de las plantas contra la penetración y colonización del patógeno están mediadas por la activación y la represión de una variedad de genes. El sistema de integración *Arabidopsis-Sclerotinia*, el cual ha sido debidamente estudiado, ha identificado algunos genes relacionados con la re-

sistencia que puede ser de beneficio en la productividad de los cultivos. El ácido oxálico ha demostrado ser un factor de virulencia clave para *S. sclerotiorum* suprimiendo de manera efectiva las defensas del huésped. Identificaron que ARN inducido por *S. sclerotiorum* codifica a una proteína de respuesta a la auxina (30).

La Incorporación de Nanotecnología es de gran importancia para ser medio de control en los nano plaguicidas pero esto se encuentra en la etapa inicial de desarrollo. Esta idea con el fin de poder llegar a reducir el uso indiscriminado de los pesticidas convencionales y poder llegar a estar en línea con aplicaciones ambientales seguras y saludables. Los pesticidas nanos encapsulados pueden proporcionar propiedades de liberación controlada y regulada para así mejorar la permeabilidad, estabilidad y solubilidad. La nano encapsulación también posee la capacidad de mejorar el control de plagas durante periodos prolongados al prevenir la degradación prematura de ingredientes activos bajo condiciones ambientales no favorables o adversas (31).

El metabolismo y el desarrollo morfológico de los hongos, se encuentran asociados a la genética lo cual está relacionado con la producción de metabolitos secundarios y así controlar la producción de esclerocios ya que

son las estructuras que hacen resistencia, dándose el proceso de secuestrar varios metabolitos secundarios, los cuales actúan como sistema de defensa química contra los depredadores frugívoros. Estos incluyen compuestos anti infectantes tales como ácidos tetra micos, indol diterpenoides, piridinas y dicetopiperazinas. Las proteínas reguladoras globales VeA y LaeA, componentes del complejo de proteínas nucleares de terciopelo, sirven como factores de virulencia y controlan el desarrollo y la producción secundaria de metabolitos en muchas especies; grupos de genes metabólicos secundarios regulados por VeA y LaeA en *A. flavus* que se postula que están involucrados en la morfogénesis esclerotial y la defensa química (32).

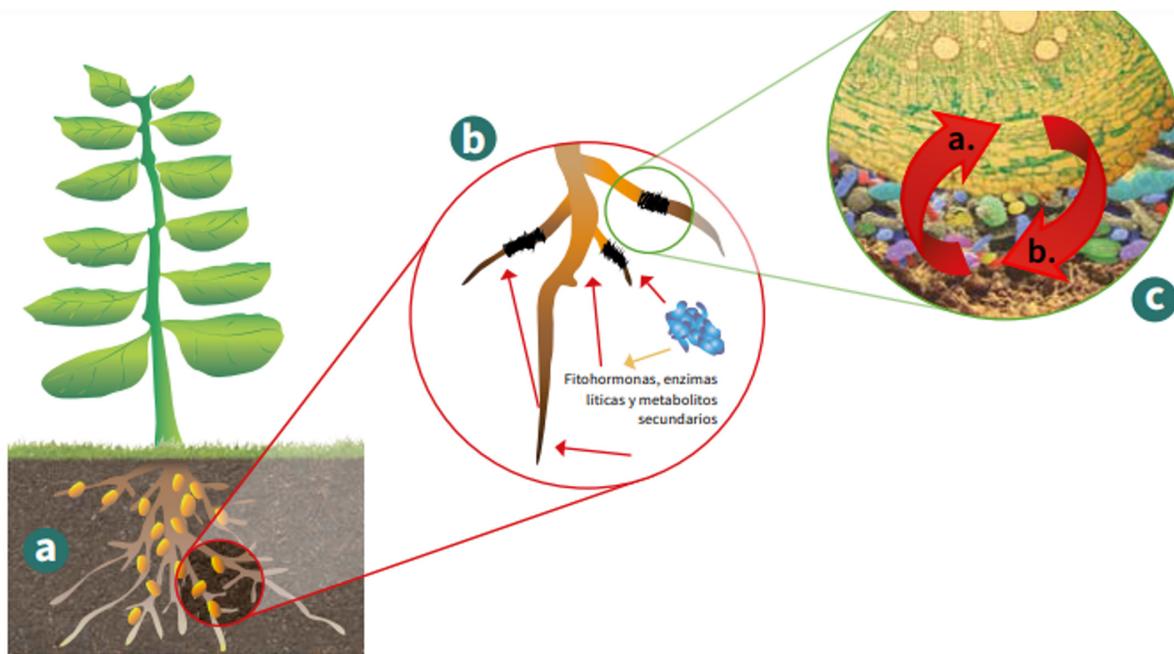
Una tendencia emergente es el uso de mezclas de microorganismos compatibles y diversos, ya que se ha demostrado que múltiples microorganismos pueden ser superiores en su efecto biocontrolador que uno solo, pues proporcionan mayor eficacia, consistencia y confiabilidad cuando son evaluados en diferentes campos.

Una alternativa es la combinación de microorganismos en biocontrol, porque puede aumentar el espectro de acción para controlar diversas enfermedades en el mismo cultivo. Adicional al mayor control de las en-

fermedades, se ha observado un aumento en el efecto Promotor del Crecimiento Vegetal al utilizar consorcios microbianos basados en diversos Biocontroladores como se observa en la siguiente figura, tales como *Trichoderma*, *Pseudomonas*, *Bacillus spp.* Asimismo, una mezcla de *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma hamatum* y *Streptomyces coelicolor*, redujo el marchitamiento vascular producido por

Fusarium oxysporum f. sp. *Dianthi*. Consorcios microbianos y salud vegetal. Todo comienza con la Colonización de los microorganismos en la rizosfera representado en la figura A; en el cuadro B, se da un efecto de control biológico mediante mecanismos de acción complementarios; y en el cuadro C, se da la Interacción entre la raíz, el patógeno, el Biocontrolador y el microbioma del suelo (32)

Figura 1. Alternativas de control biológico.



Fuente. Nuevas estrategias de control biológico de patógenos foliares (32).

Aunque existen muchos factores el clima, la falta de algunos nutrientes y la exposición a ciertos factores del ambiente pueden provocar que la lechuga se vuelva susceptible a ciertas enfermedades provocadas por hongos.

Desde 1950 se dio inicio a los ensayos para implementar el control biológico de Fitopatógenos son muchos los microorganismos que se han utilizado; tal es el caso de *Fusarium spp.* y *Penicillium claviforme*, aislados del cultivo de lechuga para para evitar el

establecimiento primario de *Botrytis cinérea*. Varios hongos como *Alternaria Alternata* y *Cladosporium cladosporioides* controlaron *S. sclerotiorum* en varios (33).

En México, se realizó un estudio con cinco aislados de *Sclerotinia sclerotiorum* frente a 8 biofungicidas. Debido a que se ha demostrado que los esclerocios pueden permanecer viables por más de 20 años y el uso indiscriminado de fungicidas por parte de los agricultores le ha otorgado al patógeno resistencia, un exceso de residuos tóxicos en el medio ambiente y en los alimentos provoca riesgos en la salud humana, lo que ha llevado a la búsqueda de biofungicidas capaces de hacer un control biológico, investigadores lograron demostrar que fungicidas como *Dicloran*, *Benomilo*, *Tebuconazole* y *Ciprodinilo-Fludioxonilo* a los cuales *Sclerotinia* presenta sensibilidad. Los que mayor efectos fungistáticos tuvieron como biofungicidas fueron los obtenidos con especies de *Trichoderma sp*, y *Trichoderma harzianum*. Se concluyó que, el género *Trichoderma* es el hongo de mayor elección por su efecto antagonista frente a *S. sclerotiorum* (34).

Un estudio realizado con compostaje y residuos agrícolas evaluó la capacidad de supresión de hongos patógenos del suelo causantes del marchitamiento de plantas como la

albahaca y la pudrición de la raíz de la lechuga; el estudio demostró que *Sclerotinia sclerotiorum* tuvo una correlación positiva entre las plantas enfermas con *Sclerotinia* y las enfermas por *Trichoderma*, la relación de los hongos / bacterias fue altamente significativa, afirmando el papel de Biocontroladores a las especies de *Trichoderma* (35).

En un estudio realizado en Brasil, otro país que es afectado por *Sclerotinia* en sus cultivos de lechuga, se evaluó el efecto antagonista de *Trichoderma* como controlador biológico, obteniendo 31 aislamientos de *Trichoderma* probados bajo condiciones de invernadero utilizando plántulas. Los aislamientos demostraron capacidad para controlar *S. minor* y *S. sclerotiorum* in vitro (36).

Marques Eder, Martins Irene et al aislaron en Brasil 49 especie de *Trichoderma* evaluados por su efecto antagonista in vitro sobre *S. sclerotiorum*, demostraron en un 77% de inhibición micelial y una inhibición completa de esclerocios en cultivos pareados; La mayoría de los aislamientos se identificaron como *T. harzianum*, seguido de *T. spirale*, *T. koningiopsis*, *T. brevicompactum* y *T. asperellum*, respectivamente (37).

Estudios en Brasil buscan hacer una revisión de compatibilidad entre

los fungicidas y las especies de *Trichoderma* utilizados como pesticidas y otros métodos aplicados al terreno. Las formulaciones de bioproductos o *Trichoderma* los cuales contienen *Coniothyrium* permitieron demostrar potencial para controlar la enfermedad en la lechuga. En últimos estudios realizados aislaron *Trichoderma asperellum* y *Trichoderma asperelloides* los cuales fueron seleccionados para el biocontrol de *S.minior* y *S. sclerotiorum* (38)

Fungicidas *Iprodiona* y *Procimidona* los cuales se utilizan como control en las lechugas se puede combinar con *T.asperellum*. Especies de *Trichoderma* están adaptadas a las condiciones del suelo o sustratos por lo cual puede producir enzimas líticas, antibióticos y/o metabólicos secundarios y coloniza rápidamente el suelo, las raíces y rizosfera. Estas características pueden mejorar su capacidad de tolerar los pesticidas (38).

En Argentina también se ha reportado *S. sclerotiorum* afectando cultivos de poroto, encontraron que *Trichoderma* es el hongo de elección para actuar como antagonista ante *S. sclerotiorum*, entre las especies que más predominaron fueron *T. atroviride* y *T. koningiopsis*, ambas pertenecientes al género *Trichoderma*, clado viride mientras que solo se identificó un aislamiento de la especie *T. lon-*

gibrachiatum y uno de la especie *T. afroharzianum* gracias a la técnica del esclerocio trampa resultó efectiva en la captura de numerosos antagonistas capaces de parasitar esclerocios de *S. sclerotiorum* (39).

Estudio realizado en Tailandia tomando como base la enfermedad conocida como mancha foliar la cual lleva a la muerte de la planta y es causada por *Corynespora cassicola* o *Curvularia aeria*. Lleva a los investigadores a seleccionar 5 tipos de *Trichoderma* spp. A los cuales les evaluaron su actividad antifúngica. *Trichoderma spirale* posee inhibición del crecimiento micelial de *Cassicola* y *C. deria* en porcentajes de 84.68% y 93.03% respectivamente. Teniendo en cuenta esto los investigadores no indican que las competencias de los anti fúngicos volátiles y las actividades enzimáticas son mecanismos que están involucrados en el biocontrol (40).

Otros investigadores como Otálora J, Sánchez D, Galindo J, realizaron un estudio donde evaluaron dos productos biológicos (*Enterobacter sp*, TVL-1 Y TVL-2) con capacidad de suplir las necesidades de fósforo en la planta y un producto biológico (*Trichoderma Koningiopsis TH003*) con capacidad de controlar *Sclerotinia sp*. En el departamento de Cundinamarca, municipio de Mosquera, representa al igual que Cota un alto nivel de par-

ticipación como productor hortícola de lechuga. El tratamiento con *Trichoderma Koningiopsis TH003*, demostró tener un buen control sobre *S. sclerotiorum* (41).

Según la literatura consultada, *Trichoderma* es un antagonista por excelencia para inhibir el crecimiento de *Sclerotinia minor* y *Sclerotinia sclerotiorum*, un estudio realizado en el municipio de Mogi das Cruzes, São Paulo Brasil, demostró que *Sclerotinia sclerotiorum* tiene una tasa de crecimiento micelial de 7 a 32° C. Los aislados de *Trichoderma asperellum* no parasitan los esclerocios de *S. sclerotiorum* a 12°C, pero, a temperaturas entre 22°C a 32 °C todos los esclerocios fueron colonizados por el antagonista demostrando que a estas temperaturas, *Trichoderma sp* actúa mejor como Biocontrolador (42).

Extractos foliares

El uso de extracto foliares también está siendo una opción como antifúngico. Un estudio realizado con extractos foliares de berenjenas italianas *Solanum melongena* como antifúngico, demostró que después de la extracción del materiales vegetal, se encontró una mezcla de compuestos bioactivos con actividad antimicrobiana. Estas sustancias eran poli-

fenoles, saponinas y alcaloides, con potencial para el control de la enfermedad, eran biodegradables y podían vencer la capacidad de resistencia de los hongos (43). Los extractos foliares hidroetanólico de las variedades locales de *S. melongena* y *S.aethiopicum* podrían ser prometedoras para desarrollar antifungico ecológicos para controlar la Infección por *Sclerotinia*. Estos resultados concuerdan con un estudio realizado por Soylu (2007), quienes observaron efectos similares en *S. sclerotiorum* en tratamiento con orégano y aceites esenciales de hinojo (44).

Heliopsis longipes es miembro de la familia *Asteraceae*, presenta diferentes compuestos como la afinina, perteneciente al grupo de las alcaloides. La afinina es la alcaloide que se encuentra en mayor proporción en las raíces de esta planta y principal responsable de los efectos biológicos como la actividad insecticida y bactericida; este compuesto tiene acción biocida sobre algunas bacterias Gram-positivas y Gram-negativas. Así como en algunos hongos de la clase Ascomycetes, según el estudio la actividad anti fúngica de *H.longipes* sobre *S. sclerotiorum* y *S. cepivorum*, las cepas de *S. sclerotiorum*, siendo la cepa (PBGTO61) que expresó el mayor porcentaje de inhibición a las 25 000 ppm con un porcentaje de 77.01%. Mientras que las cepas de *S. sclero-*

tiorum (MBREP y MBLEC) expresaron los porcentajes de inhibición más bajos 39.58 y 25.09% en la concentración de 25 000 ppm, cabe mencionar, que las cepas de *S. cepivorum* expresaron una tasa de crecimiento menor a las cepas de *S. sclerotiorum* (45).

Debido a la actividad antifúngica de *Aloe vera* L. inflorescencia, estudiaron varios extractos orgánicos para así detectar potencial de biocontrol contra la pudrición causada por *S. sclerotiorum*; teniendo en cuenta que dichos extractos están constituidos por fenoles, glucósidos, alcaloides y terpenoides. *Aloe vera* usado seco y en polvo, se busca evaluar el rendimiento y la composición química del aceite esencial extraído de las hojas frescas de guayaba recolectadas durante las estaciones lluviosas y secas, y también evaluar su toxicidad contra *S. sclerotiorum* (46).

La actividad y efectividad de algunos extractos de plantas para proteger los cultivos de las plagas que se puedan dar en la etapa de producción se hace mejorando la defensa natural de las plantas. En estudios previos se ha reportado respuesta positiva de las plantas; en el estudio hacen alusión a los extractos de plantas como *Mimosa tenuiflora* y *Quercus robur*, las cuales poseen potencial amplio para reducir la incidencia de hongos Fitopatógenos por su actividad antimicrobiana y

compuestos cobiales. El extracto de *Q. robur* reduce significativamente la infección dada por *S. sclerotiorum* en las hojas de lechuga, a través del fortalecimiento de la pared mediado por la deposición de callosa y lanzamiento de H₂O₂ (47).

En Brasil se realizó una investigación para evaluar el efecto del aceite esencial de las hojas de *Murraya paniculata* (ML-EO) sobre el crecimiento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum*, evidenciaron que la composición química se analizó mediante GC-FID y GC-MS. Los β -cariofileno (23.8%), α -zingibereno (21.0%) y β -cubebeno (10.2%) fueron los principales constituyentes encontrados en las hojas de ML-EO. La actividad antifúngica in vitro mostró que el ML-EO, a una dosis de 300 μ L, inhibe el 91.2% del crecimiento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum*. Los resultados sugieren que el aceite esencial bajo evaluación tiene un buen potencial para controlar este hongo fitopatógeno (48).

Los principales compuestos identificados en el aceite esencial fueron el trans cariofileno y el α -humuleno. El aceite esencial a una concentración de 300 μ l exhibió un 90% de inhibición del crecimiento micelial de *S. sclerotiorum*. Esto confirmó el potencial anti fúngico del aceite esencial de las hojas de guayaba durante las dos temporadas de muestreo (49).

En un estudio de la Universidad Nacional de Colombia, se buscan alternativas naturales para el control de las pudriciones poscosecha. Se evaluó in vitro e in situ el efecto antifúngico del quitosano y de los aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum*), clavo (*Syzygium aromaticum*) y tomillo (*Thymus vulgaris*) y dicloran sobre *Rhizopus stolonifer*. Los tratamientos más efectivos para inhibir in vitro a *Rhizopus stolonifer* fueron obtenidos con quitosano a 10 mg mL⁻¹, con los tres aceites esenciales probados a la concentración de 0,3 mg mL⁻¹, las mezclas de quitosano a 10 mg mL⁻¹ con los aceites a 0,3 mg mL⁻¹ y el dicloran a 1 mg mL⁻¹.(50)

Una de las mayores preocupaciones es la seguridad alimentaria mundial por las proyecciones del crecimiento de la población y por el cambio climático que actualmente afecta la agricultura. Es necesario evaluar y brindar información sobre los avances científicos en relación con la genética y el micro ambiente y la calidad del invernadero (51). La preocupación de los agricultores e Industrias para producir hortalizas de invernadero de calidad lleva a la búsqueda de herramientas para cumplir el objetivo propuesto, realizando una selección adecuada de genotipo, injerto de combinación y la gestión de las condiciones ambientales durante el proceso de crecimiento necesario para la planta (52).

Conclusiones

- El control biológico es una alternativa con muchas posibilidades para el manejo de *Sclerotinia sclerotiorum* para los agricultores de las veredas Parcelas, La Moya y Pueblo viejo, en Cota Cundinamarca. Hay microorganismos bacterianos, fúngicos, virus, consorcios microbianos, extractos de plantas, tecnología genética y nanotecnología que podrían utilizarse en un Manejo Integrado de Plagas, donde se disminuya el uso de fungicidas comerciales, se colabore con la disminución del impacto ambiental que producen los agroquímicos y sus posibles efectos en la salud humana.
- De acuerdo con la información revisada, el género fúngico *Trichoderma*, parece ser la mejor alternativa biológica para el manejo de *Sclerotinia sclerotiorum*, enfermedad que baja la producción a los agricultores de las veredas Parcelas, La Moya y Pueblo viejo, en Cota Cundinamarca.
- El uso de infografía a partir de herramientas como la entrevista encuesta, permite tener información directa sobre la problemática real de un evento y evidenciar que el problema no es de falta de información, sino de los arraigos culturales que tienen los agricultores, que les impide visibilizar otras soluciones para los problemas de pérdida de producción.

● Los agricultores encuestados desconocen las alternativas biológicas como una opción para mejorar las condiciones fitosanitarias de sus cultivos de lechuga. Tampoco hacen uso de las opciones que algunas entidades como la CAR y la Secretaría de Agricultura les brindan para prevenir los problemas fitosanitarios por hongos como *Sclerotinia sclerotiorum*.

Referencias

1. Alcaldía municipal de Cota, Economía, [Internet] 26/10/2019, Disponible en: <http://www.cota-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Economia.aspx>
2. Howard F. Schwartz, Guillermo E. Problemas de producción del frijol enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. Colombia: Cali; 1994. p. 113-120
3. Rabeendran N, Jones E, Simulado DJ, Stewart A. Biocontrol de la caída de la lechuga por *Sclerotinia Coniothyrium minitans* y *Trichoderma hamatum*. Science Direct. [Internet].2006; [citado 5 oct 2018]; 39(1):1-11. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964406001678>
4. MCA honduras / EDA. Manual de producción de lechuga [Internet] 2009 [citado febrero 2009]. Disponible en: http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/72/EDA_Manual_Produccion_Lechuga_02_09.pdf?sequence=1
5. Arias A. Tautiva L. Piedrahita W. Chaves Bernardo. Evaluación de tres métodos de Control del Moho Blanco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary) en lechuga (*Lactuca sativa* L.). Agronomía Colombiana. [Internet]. 2007. [citado 5 oct 2018] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a15.pdf>
6. Smith May A. Caracterización, análisis espacial y manejo integrado del moho blanco (*Sclerotinia minor* Jagger y *Sclerotinia. Sclerotiorum* (Lib) de Bary) En lechuga Batavia (*Lactuca sativa* L. var. *Capitata* L.) En la vereda la Moya (Cota-Cundinamarca) [internet].2007. [Citado 20 oct 2018] Disponible en: <https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis292.pdf>
7. Hydro Environment. Innovación Agrícola en un Click. Toltecas. México. [Internet] 2019. [Citado el 10 Julio 2019]. Disponible en: https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=20
8. Sarmiento L. Propiedades y usos de la tierra negra. Jardinería ON. [Internet]. 2019. [Citado 15 de julio de 2019]. Disponible en: <https://www.jardineriaon.com/propiedades-usos-la-tierra-negra.html>
9. Agromática. Guía completa del abonado de la lechuga. [Internet]. 2019. [Citado

- 25 de julio de 2019]. Disponible en: <https://www.agromatica.es/guia-completa-del-abonado-de-la-lechuga/>
10. Amigo A. Que son los abonos químicos/ Tipos de abonos químicos. [Internet].2019. [Citado el 30 de Julio 2019]. Disponible en: <https://www.mundohuerto.com/fertilizantes/abonos-quimicos>
 11. Garden Centerejea. Todo lo que debes saber sobre el fertilizante triple 15. [Internet]. 2019. [Citado el 30 de Julio 2019]. Disponible en: <https://blog.gardencenterejea.com/fertilizante-triple-15/>
 12. Herbario Virtual, podredumbre húmeda del tallo de la soja (*Sclerotinia sclerotiorum*), [Internet] 2019, Disponible en: http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=609
 13. Smith May A. Caracterización, análisis espacial y manejo integrado del moho blanco (*Sclerotinia minor* Jagger y *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary) En lechuga Batavia (*Lactuca sativa* L. var. Capitata L.) En la vereda la Moya (Cota-Cundinamarca) [internet].2007. [Citado 20 oct 2018] Disponible en: <https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis292.pdf>
 14. Arias A. Tautiva L. Piedrahita W. Chaves Bernardo. Evaluación de tres métodos de Control del Moho Blanco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary) en lechuga (*Lactuca sativa* L.). Agronomía Colombiana. [Internet]. 2007. [citado 5 oct 2018] Disponible en: [http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a15.pdf?](http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a15.pdf)
 15. Sepúlveda P. Enfermedades en Lechuga. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. [Internet]. 2019. [citado el 1 de Agosto 2019]. Disponible en: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2014/08/Enfermedades-de-lechuga-3.08.16.pdf>
 16. Smith May A. Caracterización, análisis espacial y manejo integrado del moho blanco (*Sclerotinia minor* Jagger y *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary) En lechuga Batavia (*Lactuca sativa* L. var. Capitata L.) En la vereda la Moya (Cota-Cundinamarca) [internet].2007. [Citado 20 oct 2018] Disponible en: <https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis292.pdf>
 17. Navarro R. Aguilera M. Lara S. Resultados y lecciones en Diagnostico y prevención de enfermedades en la Lechuga. [Internet] 2010. [Citado oct 2018] Disponible en: https://www.opia.cl/static/website/601/articles-75600_archivo_01.pdf
 18. Valencia C, Ferrera R, Alejandro A. desarrollo morfológico temprano de esclerocios por *Sclerotinia sclerotiorum* en presencia de bicarbonato de potasio. [Internet] 27 jun 2018 [citado 26 jun 2019] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018533092018000300363&script=sci_arttext&tlng=pt
 19. Garden Centerejea. Todo lo que debes saber sobre el fertilizante triple 15. [In-

- ternet]. 2019. [Citado el 30 de Julio 2019]. Disponible en: <https://blog.gardencenterejea.com/fertilizante-triple-15/>
20. Chen J. Pudrición de la raíz por Rhizoctonia: Síntomas y cómo controlarlo. [Internet]. PROMIX. 2019. [Citado el 10 de agosto de 2019]. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/pudricion-de-la-raiz-por-rhizoctonia-los-sintomas-y-como-controlarlos/>
 21. Smith May A. Caracterización, análisis espacial y manejo integrado del moho blanco (*Sclerotinia minor* Jagger y *Sclerotinia Sclerotiorum* (Lib) de Bary) En lechuga Batavia (*Lactuca sativa* L. var. *Capitata* L.) En la vereda la Moya (Cota-Cundinamarca) [internet].2007. [Citado 20 oct 2018] Disponible en: <https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis292.pdf>
 22. Rabeendran N, Jones E, Simulado DJ, Stewart A. Biocontrol de la caída de la lechuga por *Sclerotinia Coniothyrium minitans* y *Trichoderma hamatum*. *Science Direct*. [Internet].2006; [citado 5 oct 2018]; 39(1):1-11. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964406001678>
 23. Stazzonelli Allori E. Yasem M. Ploper D. Inhibición de *Sclerotinia sclerotiorum* por metabolitos volátiles y no volátiles producidos por especies nativas del genero *Trichoderma*. [Internet] 2014 [citado 20 de nov 2018] Disponible en: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/31457/CONICET_Digital_Nro.ae4e5809-ec4a-426b-98e2_8f00109886f8_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
 24. Shrestha A, Sultana R, Chan Chae J, Kangmin K, Lee Jae K. *Bacillus thuringiensis* C25 which is rich in cell Wall degrading enzymes efficiently controls lettuce drop caused by *Sclerotinia minor*. [Internet]. 18 de marzo 2015. [Citado 22 nov 2018]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/249305436_Biocontrol_of_Lettuce_Drop_Caused_by_Sclerotinia_sclerotiorum_and_S_minor_in_Desert_Agroecosystems
 25. Fatouros G, Gkizi D, Fragkogeorgi G, Pappomatas E, Tjamos S. Biological control of *Pythium*, *Rhizoctonia* and *Sclerotinia* in lettuce: association of the plant protective activity of the bacterium *Paenibacillus alvei* K165 with the induction of systemic resistance. [Internet]. 25 agosto 2017. [citado el 17 feb 2019]. Disponible en: onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ppa.12747
 26. Velasco M, Carlos H, Gomez E, Torres C, Caro P. Bacterias endófitas de *Capsicum frutescens* antagónicas a *Fusarium* spp. [Internet] octubre 2018 [citado 26 jun 2019] Disponible en : <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/31760/37625>
 27. Weifang X, Fei W, Meng Z, Ting O, Ruo-

- lin W, Gary S, Zhonghuai X, Zeyang Z, Jie X. Diversity of cultivable endophytic bacteria in mulberry and their potential for antimicrobial and plant growth-promoting activities [Internet] 2019 [Citado 31 agosto 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2019.126328>
28. Rodríguez Trujillo F. Efecto de la aplicación de dos formas de biofungicidas en diferentes etapas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) sobre el hongo Fito patógeno (*Sclerotinia* sp.) en ambiente protegido [Internet] 2015 [citado 23 nov 2018] Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7112/T-2129.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
29. Elinsangela J, Alves D, Everlon R. Efecto del trichoderma spp. Sobre esclerocios de *Sclerotinia sclerotiorum* en el suelo. [Internet]. 2018 [citado 26 jun 2019] Disponible en: <http://citec.fatecjab.edu.br/index.php/files/article/view/1250>
30. Mingde W, Yue D, Ziliang Z, Él G, Chen W, Li G, Caracterización de tres micovirus co-infectar la planta. Hongo patógeno *Sclerotinia nivails*. [Internet]. 22 JUNIO 2016. [Citado el 30 de enero 2019]. Disponible en: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168170216301605
31. Zhao X, Shan Y, Zhao Y, Wang A, Wang Z. A novel *Arabidopsis* miRNA, *ath-miR38-3P*, is involved in response to *Sclerotinia sclerotiorum* infection. [Internet]. 2016. [Citado el 7 febrero 2019]. Disponible en: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311916613825
32. Sandeep K, Monika N, Neeraj D, Giovanna M, Ashraf Aly H, Ki-Hyun K. Nano-based smart pesticide formulations: Emerging opportunities for Agricultura. [Internet] 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2018.12.012>
33. Chayma O, Houneida A, Philippe N, et al. Effects of nitrogen supply and of UV-C irradiation on the susceptibility of *Lactuca sativa* L to *Botrytis cinérea* and *Sclerotinia minor*. [Internet]. 16 April 2015. [Citado 24 nov de 2018]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/275032837_Effects_of_nitrogen_supply_and_of_UVCirradiation_on_the_susceptibility_of_Lactuca_sativa_L_to_Botrytis_cinerea_and_Sclerotinia_minor
34. Cortes A, Mosher S, Barrera G, Kobayashi S, Elad Y. Control biológico de patógenos foliares. [Internet] 2018 [citado 26 jun 2019] Disponible en <file:///C:/Users/Delia%20Garcia/Downloads/CB%20CAPITULO%201%20-%20WEB.pdf>
35. Pérez Moreno Luis, Belmonte Vargas. José Roberto, Núñez Palenius Héctor Gordon, Guzmán Mendoza Rafael, Mendoza Celadón Briseida. Sensibilidad in vitro de dos especies de *Sclerotinia* spp. y *Sclerotium*

- cepivorum a agentes de control biológico y fungicidas. [Internet]. 2015 [citado enero 26 2018] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018533092015000200256&lng=es.
36. Coratoa U, Viola E, Arcierib G, Valeriob V, Zimbardic F. Use of composted agro-energy co-products and agricultural residues against soil-borne pathogens in horticultural soil-less systems. [Internet]. 27 Julio 2016. [Citado el 2 febrero 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423816303752>
 37. Luciana Mecatti Elias, Manuel Victor P. F. Domingues, Karina Elaine de Moura Ricardo Harakava. Flávia Rodrigues. Alves Patricio. Selection of Trichoderma isolates for biological control of Sclerotinia minor and S. sclerotiorum in lettuce. [Internet] 2016 [citado 10 feb 2019] Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/sp/v42n3/0100-5405-sp-42-3-0216.pdf>
 38. Luciana Mecatti Elias, Manuel Victor P. F. Domingues, Karina Elaine de Moura Ricardo Harakava. Flávia Rodrigues. Alves Patricio. Selection of Trichoderma isolates for biological control of Sclerotinia minor and S. sclerotiorum in lettuce. [Internet] 2016 [citado 10 feb 2019] Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/sp/v42n3/0100-5405-sp-42-3-0216.pdf>
 39. Marques Eder, Martins Irene, Cunha Mariana de Oliveira Cardoso, Lima Marcello Arrais, Silva João Batista Tavares da, Silva Joseane Padilha da et al. New isolates of Trichoderma antagonistic to Sclerotinia sclerotiorum. Biota Neotrop. [Internet]. 2016 [citado feb 15 2019] Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S167606032016000300209&script=sci_arttext
 40. Micaele S, Moura K, Moura K, Salomão D, Patricio F. Compatibility of Trichoderma isolates with pesticides used in lettuce crop. [Internet]. 07 jun 2017. [Citado 16 feb 2019]. Disponible: www.scielo.br/pdf/sp/v44n2/0100-5405-sp-44-2-0137.pdf
 41. Muñoz C, Vásquez J, Identificación morfológica de los hongos causantes de la pudrición radicular en lechuga (*Lactuca sativa*) en el valle de Tumbaco. [Internet] abril 2018 [citado 10 jun 2019] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15114/1/T-UCE-0004-A78-2018.pdf>
 42. Burhanah B, Chaninun P, Shin-ichi I, Anurag S. *Trichoderma spirale* T76-1 displays biocontrol activity against leaf spot on lettuce (*Lactuca sativa* L.) caused by *Corynespora cassiicola* or *Curvularia aeria*. [Internet] 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.10.018>
 43. Otálora J, Sánchez D, Galindo J. Efecto de cepas del género Enterobacter sp. Y Trichoderma koningiopsis en el rendimiento de *Lactuca sativa* Var L. crispa L. RTA [In-

- ternet].1ene.2016 [citado 10 jun.2019] Disponible en: <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/893>
44. Pessoni M, et al. Effect of temperature on mycelial growth of *Trichoderma*, *Sclerotinia minor* and *S.sclerotiorum*, as well as on mycoparasitism. [Internet]. 16/02/2016. [Citado enero 27 2018]. Disponible en: www.scielo.br/pdf/sp/v42n3/0100-5405-sp-42-3-0222.pdf
45. Catello P, Gianluca F, Francesco R, Giuseppe M, Massimo Z. Activity of foliar extracts of cultivated eggplants against *sclerotinia* lettuce drop disease and their phytochemical profiles. [Internet] 17 Dic 2016. [Citado el 4 Febrero 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/311948281_Activity_of_foliar_extracts_of_cultivated_eggplants_against_sclerotinia_lettuce_drop_disease_and_their_phytochemical_profiles
46. Delgado J, Ochoa Y, Beltran M, Cerna E. Evaluación in vitro de la actividad antifúngica del extracto de *heliopsis longipes* en cepas de *Sclerotium cepivorum* y *Sclerotinia sclerotiorum*. [Internet] 29 jun 2018 [citado 26 jun 2019] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018533092015000200256
47. Kanika C, Satyawati S. Antifungal activity of *Aloe vera* L. inflorescence against plant pathogenic fungus [Internet] Indian Phytopathological Society 2019 [Citado 5 marzo 2019]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1529XVlekRvC8STHK-TUAGP86sAWtyqL09/view>
48. Eugenio LI & María M & Ana I González-H & Carlos Agustí-B&Pilar G & Leonor L & Begonya V. Extract of *Mimosa tenuiflora* and *Quercus robur* as potential eco-friendly management tool against *Sclerotinia sclerotiorum* in *Lactuca sativa* enhancing the natural plant defences. [Internet] 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10658-018-01629-3>
49. Alves F, Fernandes C, Oliveira J, Vieira T, Crotti A, Miranda M. Chemical constituents of essential oil from *Murraya paniculata* leaves and its application to in vitro biological control of the fungus *Sclerotinia sclerotiorum* [Internet] feb 2018 [citado 26jun 2019] Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010120612019005004107&script=sci_arttext
50. Silva E, Da Silva V, Alves C, Alves J, Souchie E, Almeida L. Composição química do óleo essencial de folhas de *Psidium guajava* e sua toxicidade contra *Sclerotinia sclerotiorum*. [Internet] Brasil 2019 [citado 26 jun 2019]. Disponible en: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/sema-grarias/article/view/27652>.
51. Hernandez A, Barrera L, Hernandez A, Velasquez M. Actividad antifúngica del qui-

tosano y aceites esenciales sobre *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.:Fr.) Vuill., agente causal de la pudrición blanda del tomate. [Internet] bogota Colombia 2019 [citado 32.jun 2019], Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/27956/3837>

52. Youssef R, Marios C, Kyriacoub S, Petropoulos C. Improving vegetable quality in controlled environments. [Internet]. 14 feb 2018. [citado el 27 de jun 2019]. Disponible en: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818301080