



Empleo de sustancias activadoras de esclerocios para el control orgánico de la “Pudrición Blanca” (*Sclerotium cepivorum* Berk.) en cultivos comerciales de cebolla de bulbo *Allium cepa* L.

Fidel Rodríguez Aguirre¹
J. Ramiro Velasteguí Sánchez²
Eduardo Cruz Tobar³
Anibal Martínez Salinas⁴

RESUMEN

El presente proyecto realizado por la Universidad Técnica de Ambato, en alianza estratégica con el INIAP y con el financiamiento de FUNDACYT, se refiere a la búsqueda de una estrategia de manejo de la “Pudrición blanca” (*Sclerotium cepivorum*) y los esclerocios que produce este hongo fitopatógeno al afectar a la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.). Los objetivos fundamentales de la investigación fueron determinar la acción activadora de esclerocios en dormancia, de sustancias secretadas por las plantas de *Allium*, en condiciones de laboratorio y campo; establecer el período efectivo de acción de tales sustancias, utilizando un cultivo indicador de *Allium* (cebolla de bulbo); determinar la eficiencia de este tipo de tratamientos, a través de la reducción de la incidencia de este patógeno en el cultivo indicador de cebolla de bulbo, en comparación con métodos tradicionales de control químico y, socializar y difundir los resultados alcanzados. Los principales resultados alcanzados permiten recomendar que, a nivel de campo, se puede disminuir el número de plantas enfermas, el número de plantas muertas y la incidencia de la enfermedad mediante la aplicación de extracto de cebolla: 1 kg de planta (raíces, bulbo y hojas) licuada en medio galón (1,9 litros) de agua destilada esterilizada, por aspersión sobre el surco, entre 20 y 30 días antes de la siembra de los bulbos.

SUMMARY

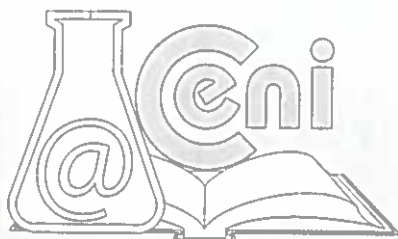
The present project carried out by the Universidad Técnica de Ambato in strategic alliance with the INIAP and FUNDACYT financing, focused on searching for a “White rot” management strategy (*Sclerotium cepivorum*) and sclerotia that produces this pathogen fungus affect the bulb onion (*Allium cepa* L.). The fundamental objectives of the research were to determine the tanning action of sclerotia in dormancy of substances secreted by plants of *Allium*, in conditions of laboratory and field; set the effective action of such substances, period using an crop indicator of *Allium* (onion); determine the efficiency of this type of treatment, through the reduction of the incidence of this pathogen on onion crop, compared with traditional methods of chemical control, and socialize and disseminate the results achieved. The main results

1 Investigador Principal, Ing. Agrónomo, Magíster, Profesor UTA

2 Investigador, Ing. Agrónomo, MSc, PhD. Fitopatólogo, Profesor Universitario y Consultor

3 Investigador, Ing. Agrónomo, Magíster, Profesor UTA

4 Investigador, Ing. Agrónomo, Magíster, Investigador INIAP



achieved allow to recommend, in field, you can reduce the number of diseased plants, the number of dead plants and the incidence of the disease through the application of onion extract: 1 kg of plant (roots, bulb and leaves) liquefied in half gallon (1.9 liter) sterilized distilled water sprinkler on the groove, between 20 and 30 days prior to planting bulbs.

I. INTRODUCCIÓN

La "Pudrición Blanca" o moho blanco (*Sclerotium cepivorum* Berk.) es actualmente considerada como uno de los principales problemas fitosanitarios de los cultivos de cebolla de bulbo y de ajo en la zona central de la sierra ecuatoriana, en cuyas provincias Tungurahua y Chimborazo se concentra el 61.87% del volumen total de la producción nacional registrada para el período 1990-2000; Rodríguez F. (2001).

De acuerdo a Velasteguí R. (1989) *Sclerotium cepivorum* Berk. ha afectado seriamente a cultivos de ajo y cebollas en las zonas de Pilahuín y Juan Benigno Vela en la provincia de Tungurahua, habiéndose inclusive desalentado a agricultores de esas zonas, algunos de los cuales se sabe han abandonado el cultivo de esas especies. Además es evidente que se desconoce la sintomatología de la enfermedad a nivel de campo, así como métodos efectivos de control.

Beingolea (1995) manifiesta que se plantean dos alternativas para desarrollar la agricultura: aplicar las tecnologías de la llamada revolución verde, caracterizada por un alto consumo de energía y el empleo intensivo de agroquímicos; y su opuesta, la agricultura orgánica o ecológica, en la cual se incluye las técnicas de control biológico de plagas y enfermedades.

Se entiende como control biológico a la acción de un organismo que controla o inhibe a otro; significa aprovechar y aplicar a la agricultura los principios ecológicos de la regulación natural de poblaciones de plantas y animales. A pesar de que esta técnica ha venido siendo practicada desde hace muchos años, el uso de microorganismos como biopesticidas es relativamente reciente, ya que virtualmente todos los productos han sido desarrollados desde la década de los 60's. Los biopesticidas son definidos como preparaciones o formulaciones manufacturadas para ser usadas en el control o erradicación de plagas, malezas o enfermedades, en el cual el ingrediente activo está basado en un microorganismo vivo o poco modificado. Desde hace pocos años la actividad de investigación en este campo se ha incrementado, y el desarrollo de nuevas técnicas biológicas de control están siendo utilizadas para mejorar los biopesticidas de manera que representen una real alternativa al uso de productos químicos.

La necesidad de controlar esta enfermedad ha llevado al uso indiscriminado e intensivo de pesticidas orgánicos de síntesis de amplio espectro, que inciden en el equilibrio ecológico de los agroecosistemas, crean problemas de contaminación, provocan la aparición de plagas y enfermedades secundarias, afectan seriamente a la fauna silvestre, y como un número considerable de ellos son de categorías toxicológicas peligrosas, afectan a la salud humana. Zavaleta-Mejía y Gómez (1994) con acierto señalan que el principal método de manejo de plagas y enfermedades de los cultivos ha sido el control químico; pero problemas tanto de contaminación ambiental, que han impactado negativamente en la biodiversidad de los agroecosistemas, como de seguridad y salud pública, inherentes a la fabricación y uso inadecuado de los agroquímicos, ha conducido a la búsqueda y desarrollo de alternativas ecológicas que utilicen como estrategia "el manejo del hospedante y su microambiente de tal forma que se le provea a la planta de las condiciones óptimas para que exprese su máximo potencial metabólico y fisiológico y entonces pueda tolerar, y tal vez en algunos casos resistir, la actividad patogénica".

En opinión de estos mismos autores (Zavaleta-Mejía y Gómez, 1994) el control ecológico puede definirse como "cualquier forma de control que reduce la incidencia o severidad de la enfermedad, o incrementa la producción del cultivo, aun cuando no haya aparentemente un efecto significativo en la reducción de la enfermedad o inóculo, y su impacto nocivo en el ambiente sea mínimo o nulo".

La investigación sobre este problema en el Ecuador es escasa, sin embargo existen



unos pocos trabajos a nivel de tesis de grado que se han realizado en la Facultad de Agronomía de la Universidad Técnica de Ambato. Al respecto, Sánchez (1992) encontró que la solarización con lámina de plástico transparente fue efectiva para reducir la viabilidad de los esclerocios. Por otra parte, López y Sánchez (1991) demostraron que la desinfección de la semilla de ajo con Captan usando 1.8 g. por kg de semilla, fue el tratamiento más efectivo para atenuar la incidencia de esta enfermedad. Briceño (1992) encontró que el desarrollo del micelio y la formación de esclerocios fueron más rápidos a temperatura de incubación de 20°C., además demostró que la adición de extracto de ajo incrementó la germinación de los esclerocios.

Haro (1983) y Segovia (1981) de la Facultad de Agronomía de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo investigaron la respuesta de esta enfermedad al control químico y biológico.

Para Messiaen y Lafón (1968) esta enfermedad ataca a todas las especies cultivadas de *Allium* y también actúa sobre algunos *Allium* espontáneos. Según Agrios (1988) los hospederos más comunes de *Sclerotium cepivorum* Berk. incluyen leguminosas, crucíferas, cucurbitáceas, especies de *Allium*, pimiento, tomate, amarillos, crisantemo, delfinio, iris, narciso, tulipán, alfalfa, cereales, algodón, maní, tabaco y otras especies más.

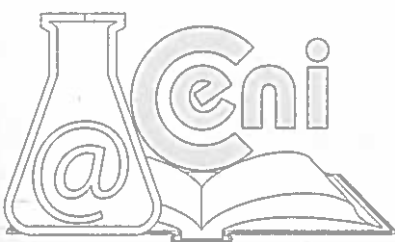
Los esclerocios que se encuentran en el suelo luego de un ciclo normal de cultivo de cebolla o ajo, en presencia de un cultivo de *Allium* germinan y ocasionan un nuevo ciclo de infección. El micelio que se produce puede vivir en las plantas que parasitan, aunque también puede evolucionar en el terreno separándose varios milímetros de la raíz y contaminar a una planta vecina (Messiaen y Lafón, 1968). En la actualidad se sabe que este género produce esporas, algunas de ellas son esporas sexuales y otras conidios que corresponden a los hongos imperfectos del género *Sphacelia* (Agrios, 1988).

El patógeno se alberga en el suelo en forma de esclerocios, los cuales juegan un papel importante en la conservación e infección del parásito; son pequeños cuerpos esféricos, negros, de aproximadamente 0.5 mm de diámetro, formados por el entrecruzamiento íntimo de los filamentos del micelio. Su viabilidad en el suelo perdura por 4 a 5 años por lo menos, siendo favorecido por las condiciones de resistencia física a los agentes externos y por un fenómeno de letargo vegetativo y solamente germinan cuando tienen cerca una raíz de *Allium* o de gladiolo. La infección, el desarrollo y progresión de la enfermedad en los tejidos de la planta invadida, dependen de una enzima segregada por el hongo (Messiaen y Lafón, 1968).

El micelio afecta a las raíces, tallos, tubérculos, cormos y otros órganos de las plantas que se desarrollan en el suelo (Agrios, 1988). Marchionatto (1932-1935) citado por Valiela Fernández (1979), indica que la lesión inicial se localiza en la parte inferior de los bulbos y región del cuello, la que se cubre de un abundante moho algodonoso, dando lugar posteriormente a la formación de esclerocios negruzcos que se agrupan en gran número sobre la superficie de las túnicas o catáfilos de la cebolla. Las plantas enfermas presentan manchas circulares y al arrancar una planta, ésta no ofrece ninguna resistencia debido a que su sistema radicular está podrido.

El investigador Fernández-Larrea (2001) manifiesta que se han descrito varios mecanismos de acción de los antagonistas para controlar el desarrollo de patógenos. Algunos de estos son antibiosis, competencia por espacio o por nutrientes, interacciones directas con el patógeno (microparasitismo y lisis enzimática) e inducción de resistencia. No es fácil determinar con precisión los mecanismos que intervienen en las interacciones entre los antagonistas y los patógenos en la planta. En general, los antagonistas no tienen un único modo de acción y la multiplicidad de éstos es una característica importante para su selección como agentes de control biológico. Si el antagonista posee varios modos de acción, reduce los riesgos de desarrollo de resistencia en el patógeno. Este riesgo de resistencia también se reduce mediante el uso de combinaciones de antagonistas con diferente modo de acción.

En una investigación realizada por Coley-Smith, Parfit y Taylor (1987), los esclerocios de este hongo soportaron un período de dormancia que duró de uno a tres meses. Durante este tiempo los esclerocios no pudieron responder de manera normal al diallyl disulfuro, que es una sustancia natural segregada por especies de *Allium* y que actúa como un estimulante para favorecer la germinación de los mismos. La dormancia fue interrumpida y los esclerocios germinaron cuando ellos estuvieron en pre-



sencia de plantas de *Allium* (ajo y cebolla) o ante el contacto con sustancias producidas por ellos.

Los objetivos específicos que se plantearon fueron los siguientes:

- Determinar la acción activadora de esclerocios en dormancia, de sustancias secretadas por las plantas de *Allium*, en condiciones de laboratorio y campo.
- Establecer el período efectivo de acción de tales sustancias, utilizando un cultivo indicador de *Allium* (cebolla de bulbo).
- Determinar la eficiencia de este tipo de tratamientos, a través de la reducción de la incidencia de este patógeno en el cultivo indicador de *Allium* (cebolla de bulbo), en comparación con métodos tradicionales de control químico.
- Socializar y difundir los resultados alcanzados.

II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

A nivel de laboratorio se realizó una prueba de rompimiento de dormancia de esclerocios usando como activador orgánico el extracto de plantas de cebolla que en forma natural contiene el alcaloide diallyl disulfuro.

A nivel de campo se probó la efectividad del extracto de cebolla para romper la dormancia de esclerocios y demostrar la efectividad como método de control para esta enfermedad, comparado con un testigo de control químico y otro testigo absoluto. Además se utilizó como factor en estudio a nivel de campo, el tiempo de maduración de los esclerocios; se asume que los esclerocios que germinan por acción del alcaloide diallyl disulfuro, al no encontrar un cultivo hospedero, se descomponen y mueren, disminuyendo en forma significativa la acción patogénica sobre el cultivo comercial.

Como trabajo previo se realizó la recolección de esclerocios del hongo en áreas de cultivos de cebolla y ajo en Tungurahua y Chimborazo, en las cuales se detectó previamente la enfermedad. Este material fue usado tanto en la prueba de laboratorio como a nivel de campo.

Como técnicas estadísticas se utilizó la prueba de "t" para observaciones no pareadas a nivel de laboratorio, y en el campo e invernadero se instalaron ensayos en un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones.

La investigación se realizó en la Granja Experimental Docente Querochaca de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada a 17 Km. al sur de la ciudad de Ambato, a una altitud de 2950 msnm, temperatura media anual de 12.9°C y 465 mm de precipitación anual.

Tratamientos a nivel de laboratorio

- T1: Medio de cultivo + extracto de cebolla: Preparación de medio de cultivo APD en extracto de cebolla y luego inoculación de esclerocios
- T2: Esclerocios sumergidos en extracto de cebolla: Luego de preparado el extracto de cebolla, previo a la siembra en medio de cultivo APD, se introduce en él los esclerocios durante 5 minutos.



- T3: APD con esclerocios en mezcla con extracto de cebolla: Se inoculó en medio de cultivo APD la mezcla previa de esclerocios más extracto de cebolla
- T4: Esclerocios asperjados con extracto de cebolla: Previo a la inoculación de esclerocios en medio de cultivo APD, se asperjó extracto de cebolla en el cultivo madre de esclerocios
- T5: Esclerocios sumergidos en extracto de cebolla durante tres días: Luego de los tres días en que los esclerocios permanecieron sumergidos en el extracto de cebolla, fueron inoculados en cajas petri con medio de cultivo APD
- T6: Esclerocios sin extracto de cebolla: Tratamiento testigo, en el que los esclerocios se sometieron a germinación en un medio de cultivo APD



Tratamientos a nivel de campo

- T1: Siembra de plantas indicadoras (cebolla de bulbo) a las 24 horas de aplicado el extracto de Allium
- T2: Siembra de plantas indicadoras (cebolla de bulbo) a los 10 días de aplicado el extracto de Allium
- T3: Siembra de plantas indicadoras (cebolla de bulbo) a los 20 días de aplicado el extracto de Allium
- T4: Siembra de plantas indicadoras (cebolla de bulbo) a los 30 días de aplicado el extracto de Allium
- T5: Siembra de plantas indicadoras (cebolla de bulbo) a los 40 días de aplicado el extracto de Allium
- TQ: Control mediante aplicación del fungicida químico "Terraclor" (Pentacloronitrobenceno = PCNB), dosis 5 g/litro
- TA: Testigo Absoluto, en el cual solamente se inocularon los esclerocios del hongo (TA)

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo de Laboratorio

A nivel de laboratorio se evaluaron y analizaron estadísticamente las siguientes variables:

a. Germinación de esclerocios a las 24 horas

Las pruebas de "t" para observaciones no pareadas realizadas con los porcentajes de germinación en condiciones de laboratorio, de esclerocios del hongo *Sclerotium cepivorum* Berk, contabilizados hasta las 24 horas de iniciado el proceso, permiten asegurar que el tratamiento T1 (medio de cultivo + extracto de cebolla) redujo la germinación (83.3%) en relación a los otros tratamientos, de manera altamente significativa (nivel del 1%) cuando se comparó con T2 (esclerocios sumergidos en extracto de cebolla) y T4 (esclerocios asperjados con extracto de cebolla); dicha disminución no alcanzó significación estadística al compararse con los otros tratamientos: T3 (APD con esclerocios en mezcla con extracto de cebolla), T5 (esclerocios sumergidos en extracto de cebolla durante tres días) y con el



tratamiento testigo T6 (esclerocios sin extracto de cebolla). De manera que en la germinación del hongo a las 24 horas, sólo parece influir el tratamiento T1 reduciendo el porcentaje de germinación, por lo cual no es posible ratificar los reportes de varios investigadores como Coley-Smith, Parfit y Taylor (1987), en el sentido que el diallyl disulfuro presente en el extracto de cebolla estimula la germinación de los esclerocios.

b. Germinación de esclerocios a las 48 horas

Los valores reportados sugieren un comportamiento similar al encontrado a las 24 horas, es decir que los tratamientos en estudio no se diferencian entre sí en forma estadística significativa, con excepción hecha de la diferencia a nivel del 5% que se observó entre T1 (medio de cultivo + extracto de cebolla) y T5 (esclerocios sumergidos en extracto de cebolla durante tres días).

c. Germinación de esclerocios a las 72 horas

A las 72 horas de aplicados los tratamientos, no se registraron incrementos en los porcentajes de germinación en relación al período anterior, excepto para los tratamientos T1 (medio de cultivo + extracto de cebolla) y T6 (esclerocios sin extracto de cebolla), cuyos promedios tampoco se diferencian estadísticamente entre sí. Es decir, que el proceso de germinación se detuvo a partir de las 48 horas en la mayor parte de los tratamientos, ya que únicamente para T1 y T6 se pudo contabilizar incrementos en esta variable a las 72 horas.

De manera que el uso de varios tratamientos a nivel de laboratorio, conteniendo extracto de cebolla aplicados en diferentes formas sobre los esclerocios del hongo, no presentaron claras evidencias de rompimiento de dormancia, como habría cabido esperar por los reportes de algunas investigaciones previas. Sin embargo, los tratamientos T5 (esclerocios sumergidos en extracto de cebolla durante tres días) y T3 (APD con esclerocios en mezcla con extracto de cebolla) presentaron los menores valores de porcentaje de germinación durante todo el período, con 89.3% y 92.5% respectivamente, aun cuando no alcanzaron diferencias estadísticas significativas con los otros tratamientos y el testigo.

d. Área de crecimiento del micelio a las 24 horas

Los tratamientos T3 (APD con esclerocios en mezcla con extracto de cebolla), T5 (esclerocios sumergidos en extracto de cebolla durante tres días) y T1 (medio de cultivo + extracto de cebolla) presentaron las menores áreas de crecimiento con promedios de 0.20 cm², 0.27 cm² y 0.41 cm² respectivamente. Todos estos tratamientos presentan diferencias estadísticas a nivel del 1% con relación a los otros tratamientos, entre los cuales se incluye al testigo T6. Por otra parte, los tratamientos T2 (esclerocios sumergidos en extracto de cebolla) y T4 (esclerocios asperjados con extracto de cebolla) registraron los mayores crecimientos con 4.68 cm² y 3.61 cm² respectivamente, siendo estas áreas estadísticamente diferentes a nivel del 1% en relación a los otros tratamientos incluyendo el testigo.

De manera que en este sentido, los tratamientos T3, T5 y T1 tuvieron efecto significativo para reducir el área de crecimiento del micelio del hongo, en tanto los tratamientos T2 y T4 incrementaron significativamente el área de crecimiento del micelio, medido a las 24 horas de aplicados los tratamientos; por lo tanto T2 y T4 estimularon el desarrollo miceliar, siendo esto concordante con lo que plantea el marco teórico de esta investigación.

e. Área de crecimiento del micelio a las 48 horas

Las áreas de crecimiento del micelio, medidas a las 48 horas, tienen un comportamiento muy similar al registrado a las 24 horas. De manera que los tratamientos T3 (APD con esclerocios en mezcla con extracto de cebolla) y T5 (esclerocios sumergidos en extracto de cebolla durante tres días) presentaron las menores áreas de crecimiento con promedios de 1.87 cm² y 2.32 cm² respectivamente, los cuales





se diferenciaron estadísticamente a nivel del 1% del resto de tratamientos, incluyendo al testigo T6. Los tratamientos T2 (esclerocios sumergidos en extracto de cebolla) y T4 (esclerocios asperjados con extracto de cebolla), registraron las mayores áreas de crecimiento del micelio con 13.81 cm² y 13.60 cm² respectivamente, siendo éstos valores diferentes al resto de tratamientos incluyendo el testigo, a nivel del 1%; es decir, son éstos los tratamientos que más influyeron para que el hongo se desarrolle en mejores condiciones.

d. Área de crecimiento del micelio a las 72 horas

El crecimiento del micelio del hongo a las 72 horas no fue posible registrar en los tratamientos T2 (esclerocios sumergidos en extracto de cebolla) y T4 (esclerocios asperjados con extracto de cebolla), ya que previamente alcanzaron el área máxima de la caja petri en que estaban contenidos. En forma consistente a lo encontrado a las 24 y 48 horas, los tratamientos T3 (APD con esclerocios en mezcla con extracto de cebolla) y T5 (esclerocios sumergidos en extracto de cebolla durante tres días), registraron el menor crecimiento del micelio con 6.72 cm² y 7.24 cm² respectivamente. Por otra parte, los tratamientos T2 y T4 fueron los que presentaron mayor área de crecimiento y consecuentemente son los que más claramente estimularon al crecimiento del hongo en estudio.

Ensayo de Campo

a. Plantas enfermas a los 30, 60 y 90 días

La prueba de Tukey al 5% que se presenta en el cuadro 1 para la variable número de plantas enfermas, demuestra que los tratamientos que produjeron menor número de plantas enfermas en los tres períodos de tiempo analizados, fueron consistentemente T3 (aplicación a los 20 días), T4 (aplicación a los 30 días) y T5 (aplicación a los 40 días). Observándose una tendencia a incrementar dicho número con el tratamiento T5 (aplicación a los 40 días). Los tratamientos aplicados a las 24 horas (T1) y a los 10 días (T2) presentaron respuestas similares a los testigos químico (TQ) y absoluto (TA), con los valores más altos del número de plantas enfermas, pero con similar tendencia a decrecer en el transcurso del tiempo de evaluación.

Cuadro 1.

Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable número de plantas muertas

| Símbolo | Descripción | 30 días | | 60 días | | 90 días | |
|---------|------------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | | Promedio | Rango | Promedio | Rango | Promedio | Rango |
| T1 | 24 horas | 10.0 | B | 6.0 | C | 5.0 | D |
| T2 | 10 días | 10.0 | B | 7.2 | C | 2.8 | ABC |
| T3 | 20 días | 2.6 | A | 1.4 | A | 1.0 | A |
| T4 | 30 días | 1.2 | A | 2.4 | A | 1.0 | A |
| T5 | 40 días | 3.4 | A | 2.8 | AB | 1.6 | AB |
| TQ | Testigo Químico | 10.8 | B | 8.6 | C | 4.2 | CD |
| TA | Testigo Absoluto | 9.0 | B | 5.8 | BC | 3.2 | BCD |

De manera que la aplicación del extracto de cebolla al suelo, resulta ser más efectiva cuando la siembra de los bulbos se produjo entre 20 y 30 días luego de inoculados los esclerocios y de aplicado el extracto, debido seguramente a que los esclerocios que germinaron por acción del diallyl disulfuro, no sobrevivieron este período de tiempo sin encontrar un hospedero al cual atacar.

b. Plantas muertas a los 30, 60 y 90 días

De manera similar a lo reportado en la variable número de plantas enfermas, en el cuadro 2 se aprecia claramente que el número de plantas muertas es significa-

tivamente menor cuando se aplicaron los tratamientos T3 (aplicación a los 20 días), T4 (aplicación a los 30 días) y T5 (aplicación a los 40 días); en tanto que este número se incrementa en los tratamientos aplicados a las 24 horas (T1) y a los 10 días (T2), así como en los testigos químico (TQ) y absoluto (TA). Resultan evidentes las diferencias especialmente con los tratamientos T1 y TA, los cuales provocan la mayor mortalidad de plantas hasta los 90 días.

Estos resultados ratifican que los esclerocios del hongo fueron forzados a germinar en ausencia del hospedero ideal (plantas de *Allium*). Sin embargo, cuando la siembra de los bulbos se realiza hasta los 10 primeros días posteriores a la aplicación del extracto (tratamientos T1 y T2) logran de todas maneras sobrevivir para producir infección en el cultivo, razón por la cual no se diferencian de la respuesta encontrada para el Testigo Absoluto (TA). En cambio, entre los 20 y 40 días (T3, T4 y T5), se observa que los esclerocios germinados mueren al no encontrar un hospedero adecuado, disminuyendo consecuentemente la acción patógena sobre el cultivo que es instalado con posterioridad.

Cuadro 2.

Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable número de plantas muertas

| Símbolo | Descripción | 30 días | | 60 días | | 90 días | |
|---------|------------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | | Promedio | Rango | Promedio | Rango | Promedio | Rango |
| T1 | 24 horas | 17.6 | B | 21.8 | C | 21.8 | C |
| T2 | 10 días | 15.4 | B | 18.4 | BC | 18.4 | BC |
| T3 | 20 días | 2.8 | A | 4.4 | A | 4.4 | A |
| T4 | 30 días | 2.0 | A | 4.2 | A | 3.0 | A |
| T5 | 40 días | 3.2 | A | 4.4 | A | 4.4 | A |
| TQ | Testigo Químico | 16.4 | B | 14.8 | B | 14.8 | B |
| TA | Testigo Absoluto | 19.4 | B | 22.8 | C | 22.8 | C |

c. Incidencia de la enfermedad a los 30, 60 y 90 días

La prueba de Tukey al 5% que se presenta en el cuadro 3, ratifica y es coherente con lo encontrado para las otras variables analizadas; es decir que los tratamientos T3 (aplicación a los 20 días), T4 (aplicación a los 30 días) y T5 (aplicación a los 40 días), presentan los menores porcentajes de incidencia de la enfermedad, en forma consistente en los tres períodos evaluados, en tanto que este porcentaje se incrementa en los tratamientos aplicados a las 24 horas (T1) y a los 10 días (T2), así como en los testigos químico (TQ) y absoluto (TA); en general la incidencia tiende a disminuir con el transcurso del tiempo.

Cuadro 3.

Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable porcentaje de incidencia de la enfermedad

| Símbolo | Descripción | 30 días | | 60 días | | 90 días | |
|---------|------------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | | Promedio | Rango | Promedio | Rango | Promedio | Rango |
| T1 | 24 horas | 32.36 | C | 17.62 | BCD | 14.04 | B |
| T2 | 10 días | 38.24 | C | 22.45 | CD | 7.73 | AB |
| T3 | 20 días | 7.02 | AB | 3.64 | A | 2.59 | A |
| T4 | 30 días | 2.95 | A | 6.11 | AB | 2.45 | A |
| T5 | 40 días | 10.05 | AB | 8.37 | AB | 4.43 | A |
| TQ | Testigo Químico | 38.48 | C | 28.31 | D | 12.11 | B |
| TA | Testigo Absoluto | 27.82 | BC | 16.13 | BC | 8.25 | AB |

d. Rendimiento de primera y segunda categoría

En el cuadro 4 se reportan los rangos que ocuparon los diferentes tratamientos en la prueba de Tukey al 5%, con el rendimiento de los bulbos tanto de primera

como de segunda categoría. Es muy evidente que el tratamiento que permitió alcanzar los mejores rendimientos fue T4 (aplicación a los 30 días) con 10.84 kg/parcela en primera categoría y 7.10 kg/parcela en segunda categoría; los tratamientos T3 (aplicación a los 20 días) y T5 (aplicación a los 40 días) se ubican muy cerca de éste, con rendimientos algo inferiores. En tanto que los tratamientos TA (testigo absoluto), T1 (aplicación a las 24 horas), T2 (aplicación a los 10 días) y TQ (testigo químico) tuvieron los rendimientos más bajos en las dos categorías en que fueron seleccionados los bulbos cosechados.

De manera que, al más tiempo (entre 20 y 40 días) luego de la aplicación del extracto de cebolla, se asegura que los esclerocios germinados por la acción estimulante del sulfóxido que éste contiene, mueran al no encontrar un hospedero al cual atacar. Esto se observa en forma coherente en todas las variables analizadas y se ratifica en el análisis de varianza del rendimiento.

Cuadro 4.

Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable rendimiento de primera y segunda categoría

| Símbolo | Descripción | Primera Categoría | | Segunda Categoría | |
|---------|------------------|-------------------|-------|-------------------|-------|
| | | Promedio | Rango | Promedio | Rango |
| T1 | 24 horas | 6.82 | AB | 2.44 | D |
| T2 | 10 días | 6.80 | AB | 2.80 | CD |
| T3 | 20 días | 8.84 | AB | 6.26 | AB |
| T4 | 30 días | 10.84 | A | 7.10 | A |
| T5 | 40 días | 9.22 | AB | 4.68 | BC |
| TQ | Testigo Químico | 6.28 | AB | 1.80 | D |
| TA | Testigo Absoluto | 5.92 | B | 1.92 | D |

Análisis Fitoquímico

Se realizó un screening fitoquímico de cuatro muestras del macerado de cebolla en extractos: alcohólico, acuoso, bencénico y clorofórmico; obteniéndose los siguientes resultados:

| Determinación | Contenidos | | | |
|--------------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 | Muestra 4 |
| Alcaloides | + | + | + | + |
| Taninos | - | - | - | - |
| Saponinas | - | - | - | - |
| Flavonoides | +++ | +++ | ++ | ++ |
| Aceites Esenciales | ++ | ++ | ++ | ++ |
| Coumarinas | - | - | - | - |
| Triterpenos | - | - | - | - |
| Esteroides | - | - | - | - |
| Glicósidos | - | - | - | - |
| Cardiotónicos | - | - | - | - |
| Aceites fijos | - | - | - | - |
| Glicósidos | - | - | - | - |
| Cianogénicos | - | - | - | - |

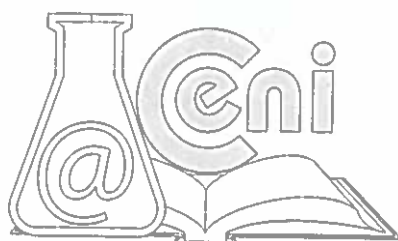
Interpretación:

Abundante = +++

Mediano = ++

Poco = +

Ausencia = -



IV. CONCLUSIONES

- A nivel de laboratorio, no se pudo demostrar claramente la acción del extracto de cebolla para estimular la germinación de los esclerocios del hongo *Sclerotium cepivorum* Berk. Los seis tratamientos en estudio reportaron porcentajes de germinación estadísticamente similares. Los tratamientos T2 (esclerocios sumergi-

dos en extracto de cebolla), T3 (APD con esclerocios en mezcla con extracto de cebolla), T4 (esclerocios asperjados con extracto de cebolla) y T5 (esclerocios sumergidos en extracto de cebolla durante tres días) completaron su máxima germinación hasta las 48 horas; en tanto que T1 (medio de cultivo + extracto de cebolla) y T6 (esclerocios sin extracto de cebolla) continuaron dicho proceso hasta las 72 horas.

- b. Los tratamientos T5 (esclerocios sumergidos en extracto de cebolla durante tres días) y T3 (APD con esclerocios en mezcla con extracto de cebolla) presentaron los menores valores de porcentaje de germinación a nivel de laboratorio, durante todo el período, con 89.3% y 92.5% respectivamente, aun cuando no alcanzaron diferencias estadísticas significativas con los otros tratamientos y el testigo.
- c. En las pruebas de laboratorio, los tratamientos T2 (esclerocios sumergidos en extracto de cebolla) y T4 (esclerocios asperjados con extracto de cebolla) registraron los mayores crecimientos del área micelial fungosa durante las primeras 48 horas de la evaluación. Estos tratamientos cubrieron totalmente el área de la caja petri antes de llegar a las 72 horas de evaluación, razón por la cual se considera que son los que más claramente estimularon al crecimiento del hongo en estudio; en tanto que los tratamientos T3 (APD con esclerocios en mezcla con extracto de cebolla) y T5 (esclerocios sumergidos en extracto de cebolla durante tres días), registraron el menor crecimiento del micelio hasta las 72 horas.
- d. En relación a la variable número de plantas enfermas en el ensayo de campo, evaluada a los 30, 60 y 90 días, los tratamientos T3 (aplicación a los 20 días), T4 (aplicación a los 30 días) y T5 (aplicación a los 40 días), en forma consistente reportaron el menor número, con una ligera tendencia a incrementarse en el tratamiento T5. De manera que la aplicación del extracto de cebolla al suelo, resulta ser más efectiva cuando la siembra de los bulbos se produjo entre 20 y 30 días luego de inoculados los esclerocios y de aplicado el extracto, debido seguramente a que los esclerocios que germinaron por acción del diallyl disulfuro, no sobrevivieron este período de tiempo sin encontrar un hospedero al cual atacar.
- e. A nivel de campo, el número de plantas muertas disminuyó con la aplicación de los tratamientos T3 (aplicación a los 20 días), T4 (aplicación a los 30 días) y T5 (aplicación a los 40 días), en forma coherente con los resultados observados para plantas enfermas. Cuando la siembra de los bulbos se realiza hasta los 10 primeros días posteriores a la aplicación del extracto (tratamientos T1 y T2) logran de todas maneras sobrevivir para producir infección en el cultivo, razón por la cual no se diferencian de la respuesta encontrada para el testigo absoluto (TA).
- f. En el campo, los tratamientos T3 (aplicación a los 20 días), T4 (aplicación a los 30 días) y T5 (aplicación a los 40 días), presentan los menores porcentajes de incidencia de la enfermedad, en forma consistente en los tres períodos evaluados, en tanto que este porcentaje se incrementa en los tratamientos aplicados a las 24 horas (T1) y a los 10 días (T2), así como en los testigos químico (TQ) y absoluto (TA); en general la incidencia tiende a disminuir con el transcurso del tiempo.
- g. La evaluación a nivel de campo permite concluir que el tratamiento que mejores rendimientos produjo fue T4 (aplicación a los 30 días) con 10.84 kg/parcela (aproximadamente 4.765 kg/ha) en primera categoría y 7.10 kg/parcela (aproximadamente 3.121 kg/ha) en segunda categoría. Los tratamientos T3 (aplicación a los 20 días) y T4 (aplicación a los 40 días) se ubican muy cerca de éste, con rendimientos algo inferiores.



V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agrios, N. (1988). *Fitopatología*. México: Limusa. pp. 209, 452-453, 458-461.



2. Beingolea, O. (1995). *La producción agrícola y la conservación de los recursos naturales: un reto tecnológico*. Tomado de Aportes del Control Biológico en la Agricultura Sostenible.
3. Briceño, R.T. (1992). *Estudio de la biología de Sclerotium cepivorum Berk., del ajo en Tungurahua*. Ecuador. Tesis Ingeniero Agrónomo. UTA. pp. 54-56.
4. Coley-Smith, S.R., Parfit, D. Taylor, I.M. (1987). *Studies of dormancy in Sclerotia of Sclerotium cepivorum*. *Plant Pathology*, 36. Grand Britannia. pp. 594-599.
5. Fernández-Larrea, O. (2001). *Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario*. En *Avances en el fomento de productos fitosanitarios no-sintéticos*. Costa Rica: CATIE. pp.96-100.
6. Haro, M. (1983). *Evaluación de fungicidas en el combate de Sclerotium sp. en condiciones de laboratorio*. En *Compendio de Tesis de Grado de las Facultades de Ciencias Agropecuarias del Ecuador*. Riobamba. Escuela Superior Politécnica Chimborazo. 258 p.
7. López, E.C. y Sánchez, E.E. (1991). *Evaluación de cuatro pesticidas con tres métodos de aplicación y tres dosis en el control de Sclerotium cepivorum Berk. en ajo (Allium sativum)*. Tesis Ingeniero Agrónomo. UTA, Ambato. 75 p.
8. Messiaen, C.M., Lafón, R. (1968). *Enfermedades de las hortalizas: hongos, bacterias, virus, carencias. Diagnóstico y tratamiento*. Trad. Pedro Camps Llunel, Barcelona: Oikos-Tau, pp. 171-179,338.
9. Rodríguez, F. (2001). *Estudio de Mercado de Hortalizas y Quesos*. Quito: IICA-MCCH-COSUDE. 55 p.
10. Sánchez, E.R. (1992). *Control físico por solarización del agente de la podredumbre blanca, Sclerotium cepivorum Berk. del ajo*. Tesis Ingeniero Agrónomo. UTA, Ambato. pp. 44-45.
11. Sánchez, M. (1994). *Desinfección de suelos para semilleros y viveros con vapor de agua producido por un generador de fabricación local*. Tesis Ingeniero Agrónomo, UTA. Financiamiento COTESU, Ambato. 77 p.
12. Segovia, G. (1981). *Control de la pudrición blanca causada por Sclerotium sp. en ajo Allium sativum L. utilizando medios químicos y biológicos*. Tesis Ing. Agrónomo. En *Compendio de Tesis de Grado de las Facultades de Ciencias Agropecuarias del Ecuador*, Riobamba. Escuela Superior Politécnica Chimborazo. 258 p.
13. Valiela Fernández, M.V. (1979). *Introducción a la fitopatología* (3ra ed). Buenos Aires. 613 p.
14. Velasteguí, J.R. (1985). *Behaviour of natural ascospore sources of inoculum of Sclerotinia sclerotiorum on peas in field conditions*. M.Sc. Thesis, University of Reading, UK. 93 p. 12 tables, 16 figures, 10 colour plates, 1 B & W plate, 42 references.
15. Velasteguí, J.R. (1989). *Occurrence and biology of Sclerotinia species in temperate (England) and equatorial (Ecuador) latitudes*. Ph.D. Thesis, University of Reading, UK. 253 p. 8 chapters, 39 tables, 26 figures, 26 colour plates, 12 B & W plates, 8 maps, 20 appendix tables, 154 references + Appendix (212 p.).
16. Velasteguí, J.R. (2005). *Alternativas ecológicas para el manejo integrado fitosanitario en los cultivos*. AgroExpress-Eclipse, Quito, Ec. 173 páginas. ISBN.9978-44-182-4, Derechos de autor 021681.
17. Velasteguí, J.R. and Ball, S.F.L. (1991). *First record of Sclerotinia sclerotiorum on tree tomato in Ecuador*. *Plant Pathology* (1991) 40, 476-477
18. Zavaleta-Mejía, E. y O. Gómez R. (1994). *Efecto de la combinación de varias estrategias de control en la pudrición blanca (Sclerotium cepivorum) de la cebolla*. 30 p. En *Memorias del XXI Congreso Nacional de Fitopatología*. Cuernavaca, Morelos, México.