

# ESTRATEGIA DE MANEJO DE LA ESCLEROTINIOSIS CAUSADA POR *Sclerotinia sclerotiorum* EN EL CULTIVO DE GIRASOL: la experiencia de PROINPA en Santa Cruz

---

Oscar Navia, Giovanna Plata, Antonio Gandarillas  
Fundación PROINPA  
Contacto: a.gandarillas@proinpa.org

## 1. INTRODUCCION

Una de las enfermedades del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L) de mayor importancia económica a nivel mundial y también en Bolivia es la pudrición del capítulo del girasol causada por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*. En Santa Cruz, la severidad del ataque de la pudrición por *esclerotiniosis* ha hecho que muchos productores abandonen el cultivo de girasol. Las condiciones climáticas son determinantes para la incidencia y severidad del patógeno, por ello los productores ensayan diferentes épocas de siembra para escapar de la enfermedad. Por otro lado, los productos químicos no tienen la efectividad deseada, por varias razones, entre ellas es que el hongo tiene una fase sexual que le permite recombinarse genéticamente, adaptándose a nuevas condiciones y generando cepas resistentes a los químicos.

Para el control de la enfermedad, PROINPA plantea una estrategia de manejo, que considera el ciclo biológico del hongo, en el entendimiento de la fase asexual y sexual del hongo, y el uso de biocontroladores (hongos y bacterias) que son aplicados en momentos específicos, en función a las condiciones climáticas prevalentes.

## 2. LA ENFERMEDAD Y EL CICLO BIOLÓGICO DEL PATÓGENO

*S. sclerotiorum* es un patógeno polífago, es decir, que ataca a un gran número de especies de plantas, que son 64 familias, 225 géneros y 361 especies. Importantes hospederos en Santa Cruz son: girasol, soya, chíca, frejol, tomate, papa, entre otros. El girasol es el cultivo más susceptible, en los otros no ocurren ataques de importancia económica, pero favorecen a mantener el inóculo en el suelo y rastrojos.

**Ciclo biológico:** *S. sclerotiorum* sobrevive de una campaña a otra en su forma de esclerocio, micelio libre en el suelo o en restos de plantas enfermas. Los esclerocios, dependiendo de las condiciones climáticas, germinan como micelio en su fase asexual o formando un apotecio como fase sexual. Es muy importante reconocer estas dos fases para entender la estrategia de manejo de la enfermedad.

En Santa Cruz, todos los años se presenta la enfermedad; cuando las condiciones no son favorables, se presenta la fase asexual, infectando las raíces y tallos de las plantas, provocando el doblamiento y posterior muerte de estas plantas. El mayor daño de la enfermedad se presenta cuando la humedad relativa es alta y la temperatura baja, estas condiciones ocurren en los llamados "surazos", que favorecen a la fase sexual, la formación de apotecios y la liberación de miles de ascosporas que llegan al capítulo, provocando su pudrición.

Por razones prácticas, PROINPA ha decidido reconocer si las condiciones climáticas de la campaña se presentan "favorables" o "muy favorables" para la enfermedad. Esto es muy importante para anticipar la infección del capítulo debido a la fase sexual.

En las campañas agrícolas con **Clima Favorable**, la humedad del suelo es normal, la humedad relativa alta durante varios días y la temperatura templada-fría (18-22° °C), típico de un clima de invierno. Aquí se presenta solo el ciclo asexual, las raíces del girasol entran en contacto con los esclerocios, estos germinan como micelio, infectan y pudren las raíces y los tallos, las plantas se marchitan y mueren. Aunque la enfermedad será menos severa, ya que no ocurre infección del capítulo, las pérdidas también son importantes por la reducción del número de plantas (Fig.1).



Figura 1. Plantas infectadas por la fase asexual de Sclerotinia cuando las condiciones climáticas son favorables

Las condiciones de un **Clima Muy Favorable** para el patógeno son humedad del suelo elevada durante 7 - 14 días, humedad relativa alta durante varios días y temperatura baja de menos de 17°C (surazos húmedos). Con estas condiciones se presenta tanto el ciclo sexual como el ciclo asexual y por lo tanto la enfermedad será severa (infección general: radicular, tallo y capítulo) (Fig.2).

Durante el Clima Muy Favorable, las condiciones son óptimas para la germinación de los esclerocios (estructura de sobrevivencia que permanece en el suelo durante años), especialmente los de centímetros superiores del suelo. Dan lugar a la fase sexual con la formación de apotecios (conocidos en el campo como “cornetitas”), estas producen ascosporas durante una semana o más si la humedad del suelo permanece alta. Cada apotecio produce más de 500.000 ascosporas que son liberadas en forma de nubes livianas que ascienden rápidamente en el aire. Si las ascosporas llegan y se depositan en el disco floral coincidiendo con condiciones favorables (al menos dos días con humedad ambiental de 100% (muy alta humedad, brumas o lluvias), germinan produciendo un micelio blanco, penetra a través de las flores, invade el capítulo y continúa hasta el receptáculo.



Figura 2. Plantas muertas a consecuencia del ataque de esclerotiniosis en su fase sexual con condiciones climáticas muy favorables

A medida que el micelio avanza va consumiendo tejido y pudriendo zonas del receptáculo. Cuando ya no queda material fácilmente asimilable para el hongo, el micelio comienza el proceso de concentración e inicia la producción de esclerocios de resistencia. Los esclerocios vuelven al suelo donde pueden permanecer por muchos años hasta que se presenten nuevamente las condiciones ambientales apropiadas. El patógeno también puede infectar la semilla y sobrevivir como micelio (hebras similares a hilos del hongo) en la cubierta de la semilla, pero estas semillas infectadas no son importantes como modo de expansión del hongo (Fig.3).

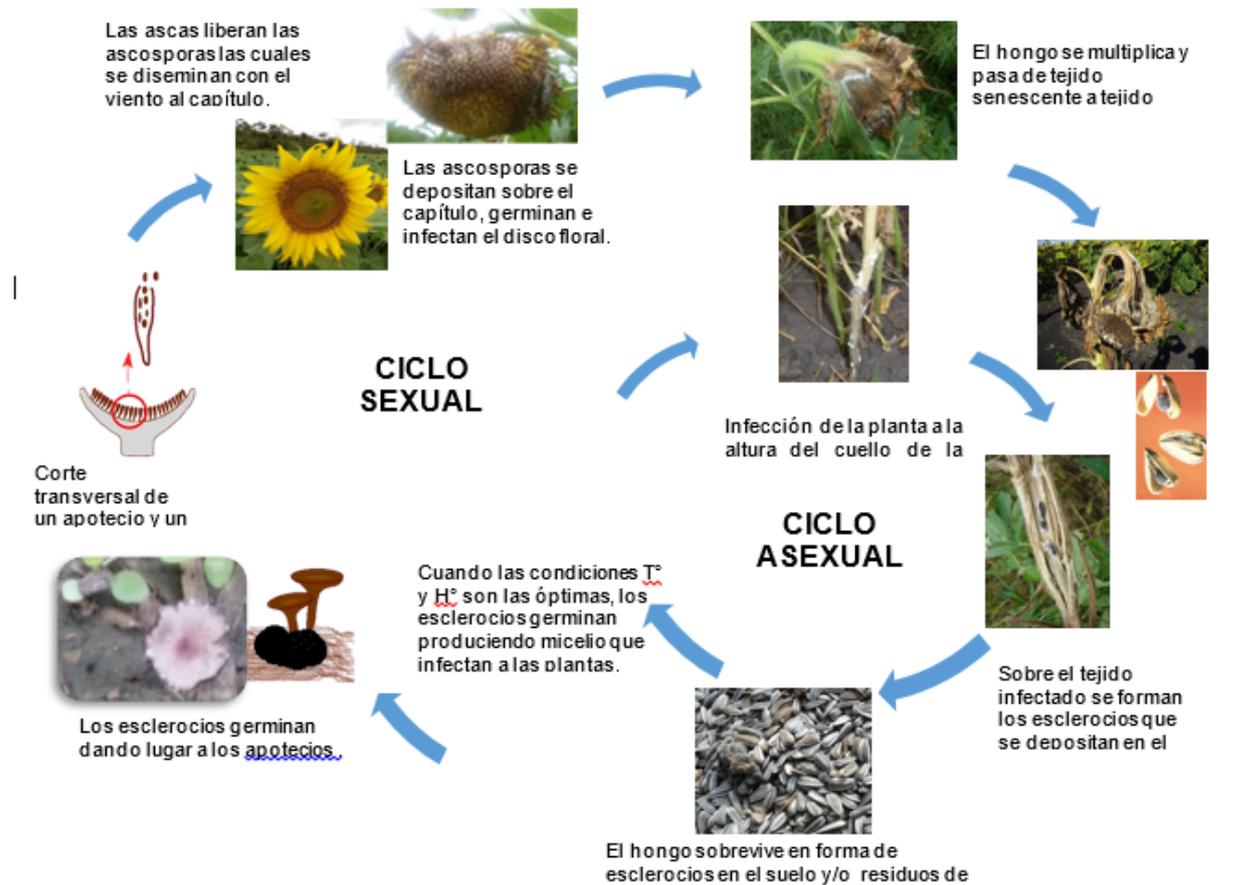


Figura 3. Ciclo biológico de *Sclerotinia sclerotiorum*

### 3. LOS BIOCONTROLADORES (Biofungicidas)

PROINPA por varios años ha evaluado hongos y bacterias para el control de *esclerotiniosis*. Mediante varias pruebas in vitro se han seleccionado cepas de *Trichoderma* y *Bacillus* que inhiben rápidamente el crecimiento del micelio y la formación de esclerocios. En base a las cepas más eficientes se han formulado productos para ser usados en la estrategia de manejo de la enfermedad.

De manera general, los microorganismos benéficos suprimen patógenos causantes de enfermedades a través de los siguientes mecanismos:

- Competencia: por nutrientes y por espacio
- Antibiosis
- Parasitismo
- Resistencia Sistémica Inducida
- Resistencia Sistémica Adquirida
- Promotores de crecimiento

Los microorganismos antagonistas utilizan varios mecanismos de acción simultáneamente frente a un patógeno. Por ejemplo, *Trichoderma* spp. utiliza además del micoparasitismo, competencia, inducción de resistencia y antibiosis. Asimismo, la bacteria benéfica *Bacillus*

*subtilis* utiliza los mecanismos de competencia, inducción de resistencia, antibiosis y producción de enzimas líticas.

Para la formulación del producto comercial TRICOBAL en su formulación polvo o líquido, en laboratorio se realizó la selección de las mejores cepas de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* sp. que se disponen en el cepario de PROINPA.

Mediante pruebas de enfrentamiento se evaluaron 27 cepas de *Trichoderma* spp. (Figura 4) y 18 cepas de *Bacillus* sp. (Figura 5), en ambos casos se evaluaron los diferentes mecanismos de acción: competencia por espacio y nutrientes, antibiosis, parasitismo, actividad quitinolítica y producción de hormonas de crecimiento, además de la capacidad de inhibición de formación de esclerocios.

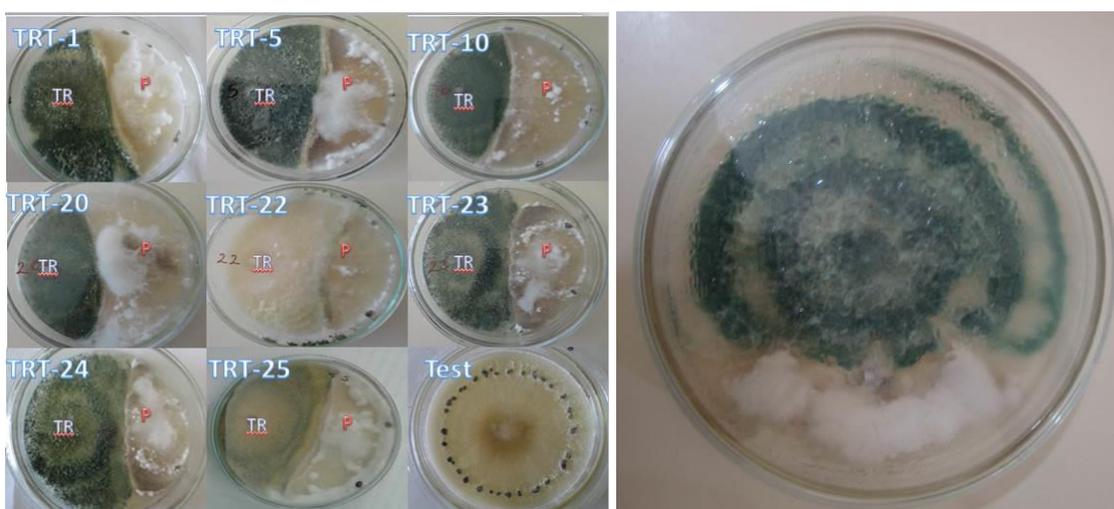


Figura 4. Evaluación de mecanismos de acción de diferentes cepas nativas de *Trichoderma* spp, versus *Sclerotinia sclerotiorum* mediante pruebas de enfrentamiento bajo condiciones de laboratorio. (Foto PROINPA).

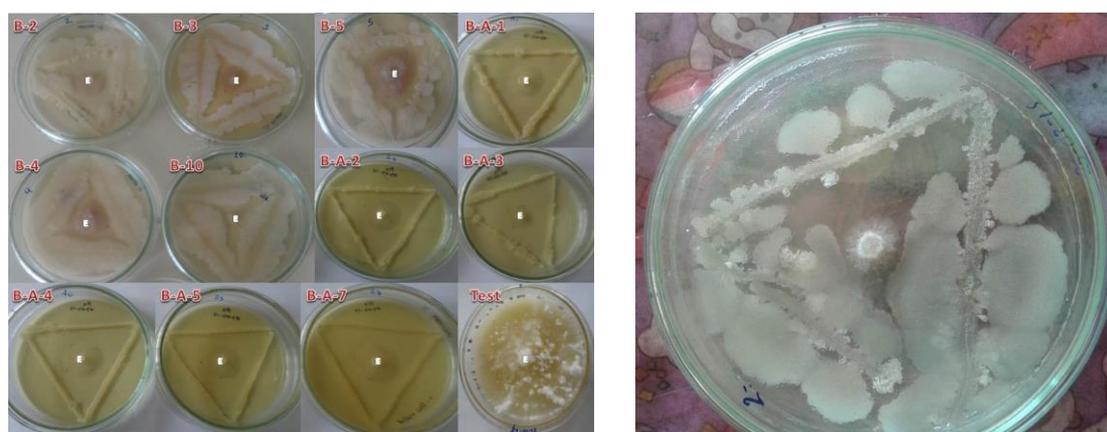


Figura 5. Evaluación de mecanismos de acción de diferentes cepas nativas de *Bacillus* spp, versus *Sclerotinia sclerotiorum* mediante pruebas de enfrentamiento en laboratorio.

Después de realizadas las correspondientes evaluaciones la más importante para la selección fue la inhibición de formación de esclerocios por ambos microorganismos.

#### **4. ESTRATEGIA DE MANEJO DE LA ENFERMEDAD**

En base al conocimiento del ciclo biológico de *Sclerotinia* y la influencia de las condiciones climáticas, PROINPA desarrolló una estrategia de manejo basada en biofungicidas. La estrategia consiste en realizar aplicaciones a la semilla, al suelo y al follaje. Se tiene una estrategia para campañas agrícolas con condiciones climáticas Muy Favorables (clima invernal húmedo, surazos húmedos) y otra para campañas agrícolas con condiciones climáticas Favorables (clima invernal):

La estrategia hace énfasis en evitar o cortar el inicio y desarrollo del patógeno en las primeras fases del cultivo. En primer lugar se debe aplicar un biocontrolador TRICOBAL (formulación en polvo) en tratamiento de semilla, antes de la siembra. De esta manera se protege las semillas y el crecimiento de las pequeñas plántulas.

Es muy importante la aplicación de un segundo biocontrolador 2 (TRICOBAL-L) (líquido) al suelo por aspersión, inmediatamente después de la siembra. En el suelo están presentes un gran número de esclerocios, que van a producir micelio y atacar los tallos y si las condiciones son favorables van a producir apotecios. Los biocontroladores tienen la capacidad de parasitar los esclerocios evitando su germinación y la formación de apotecios. Si es necesario, se realiza una segunda aplicación de refuerzo, 15 – 30 días después, por aspersión sobre el suelo y plantas.

A pesar del control de los esclerocios en el suelo, siempre ocurren escapes, que van a formar apotecios y esporas que llegarán hasta el capítulo de la planta. Para evitar que estas esporas parasiten y colonicen las flores se debe aplicar un tercer biocontrolador (BIOBULL) de manera preventiva, una mezcla de bacterias benéficas que por competencia de espacio y liberación de toxinas, reduciendo así la infección del patógeno. Si es necesario, se realiza una segunda aplicación de refuerzo (70-90 días).

A continuación, de manera esquemática se presenta la estrategia para campañas agrícolas Muy Favorables y Favorables:

**Estrategia 1, para campañas agrícolas con condiciones climáticas Muy Favorables:**

Siembra		Al suelo y follaje	Al follaje	
A la semilla	Al suelo	15-30 d	45-50 d	70-90 d
TRICOBAL (polvo) <i>(Trichoderma + Bacillus subtilis)</i>	TRICOBAL-L (líquido) <i>(Trichoderma + Bacillus subtilis)</i>	TRICOBAL-L (líquido) <i>(Trichoderma + Bacillus subtilis)</i>	BIOBULL (bacterias lácticas)	BIOBULL (bacterias lácticas)

**Estrategia 2, para campañas agrícolas con condiciones climáticas Favorables:**

Siembra	Al follaje	
A la semilla	15-30 d	45-70 d
TRICOBAL (polvo) <i>(Trichoderma + Bacillus subtilis)</i>	TRICOBAL-L (líquido) <i>(Trichoderma + Bacillus subtilis)</i>	BIOBULL (bacterias lácticas)

**5. RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO DE LA ESCLEROTINIOSIS**

En los últimos años PROINPA estableció, en propiedades del Este de Santa Cruz, parcelas demostrativas con estrategias para el manejo de la esclerotiniosis. La zona Este se caracteriza por presentar condiciones climáticas favorables para el desarrollo del cultivo y de la enfermedad. Los resultados obtenidos muestran que las estrategias de manejo tuvieron un buen control de la enfermedad, buen desarrollo del cultivo y buenos rendimientos.



Parcela de girasol bajo estrategia de manejo de la esclerotiniosis

Los resultados de la campaña de invierno 2018, en dos propiedades de Santa Cruz, muestran el efecto positivo de la estrategia sobre el desarrollo (mostrando mayor número de plantas/ha, sanidad, mayor desarrollo radicular, mayor tamaño de plantas, mayor cobertura foliar) y rendimiento del cultivo de girasol respecto a las parcelas Testigo con control químico (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Rendimientos, bajo estrategias de manejo del girasol. Invierno 2018.

Zonas	Parcelas	Rendimiento (kg/ha)	Incremento en Rendimiento respecto al testigo (Kg/ha)
Este (Chihuahua)	T2= Estrategia PROINPA	2010	402
	T3= Testigo (Qmc)	1608	-
Noreste (Okinawa II)	T1= Estrategia PROINPA	2198	598
	T2= Testigo (Qmc)	1600	-