

**AGENTES BIOLÓGICOS CON ACTIVIDAD FUNGICIDA COMO UNA
ESTRATEGIA ALTERNATIVA PARA EL MANEJO DE LA ANTRACNOSIS
(*Colletotrichum* spp.) EN EL CULTIVO DE MANGO (*Mangifera indica* L.)**

**REPORTE FINAL DEL PROYECTO
(2020- 2022)**

- I. MUESTREOS, AISLAMIENTOS Y PRUEBAS DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA
IN VITRO DE AGENTES BIOLÓGICOS
(2020-2021)**
- II. APLICACIONES DE AGENTES BIOLÓGICOS EN FASE DE CAMPO Y
POSTCOSECHA
(CICLO DE PRODUCCIÓN 2021)**
- III. APLICACIONES DE AGENTES BIOLÓGICOS EN FASE DE CAMPO
(CICLO DE PRODUCCIÓN 2022)**

RESPONSABLE TÉCNICO DEL PROYECTO

Dr. Rafael Gómez Jaimes

**Programa de Investigación en
Sanidad Forestal y Agrícola
INIFAP-Campo Experimental Santiago Ixcuintla**

16 de enero de 2023

I. MUESTREOS, AISLAMIENTOS Y PRUEBAS DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA IN VITRO DE AGENTES BIOLÓGICOS (2020-2021)

1. OBJETIVOS

1. Seleccionar cepas virulentas de *Colletotrichum* aisladas de frutos de mango de las variedades “Ataulfo, Tommy Atkins, Kent y Keitt”.
2. Realizar muestreos en suelo, raíces y follaje en huertos de mango, y en zonas agroecológicas no perturbadas con gran biodiversidad.
3. Aislar cepas de bacterias benéficas de los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas*, y del hongo *Trichoderma* spp.
4. Hacer pruebas de efectividad biológica In vitro para detectar y seleccionar cepas de bacterias y hongos con actividad antagónica contra cepas virulentas de *Colletotrichum*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Aislamiento de *Colletotrichum*

Se realizaron recorridos de campo en huertos comerciales de mango de las variedades Ataulfo, Kent, Tommy y Keitt en el Estado de Nayarit, México, y se recolectaron frutos con síntomas de antracnosis. Los frutos se llevaron al Laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental INIFAP-Santiago Ixcuintla. Fragmentos de cascara de fruto con síntomas de antracnosis fueron sembrados en medio de cultivo de papa zanahoria agar (PCA). De los aislamientos purificados se realizaron cultivos monospóricos en agar-agua (AA), y se incrementarán en papa dextrosa agar (PDA).

2.2. Selección de cepas virulentas de *Colletotrichum*

De los aislamientos purificados de *Colletotrichum*, se seleccionaron las cepas con mayor velocidad de esporulación y crecimiento del micelio del hongo. Posteriormente, la virulencia de los aislamientos fue verificada inoculando frutos con 5 µL de una suspensión de esporas (1×10^5 esporas mL⁻¹). Los frutos se colocaron en cámara húmeda a una temperatura de 27° C hasta la aparición de síntomas, los cuales ocurrieron a los 3-4 días después de la inoculación. Se inocularon 11 cepas diferentes, de las cuales se seleccionaron 6. Dichas cepas son con las que se trabajó en las pruebas de efectividad biológica de los agentes biológicos.

2.3. Muestreos en campo para obtener cepas de *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Trichoderma*

Se realizaron 20 recorridos de campo para realizar las recolectas (de julio a diciembre de 2020, y de enero a julio de 2021). Las tomas de muestras se realizaron en el estado de Nayarit, en los municipios de Tepic, San Blas y Santiago Ixcuintla, y en Los Mochis, Sinaloa. Se recolectaron muestras de suelo, raíces de gramíneas silvestres, raíces aéreas de árboles silvestres y hojas de árboles silvestres. Las muestras se tomaron de zonas que no han sido perturbadas por actividades agrícolas y/o con abundante vegetación. Las muestras se trasladaron al Laboratorio de Fitopatología para su procesamiento y aislamiento.

2.4. Aislamiento de cepas de *Trichoderma*

El aislamiento del hongo *Trichoderma* se realizó a partir de muestras de suelo en medio de cultivo PDA. Así mismo, se hicieron cultivos monospóricos para garantizar la pureza de las cepas. En total se aislaron 31 cepas de *Trichoderma*. De las cepas aisladas se determinó su capacidad de crecimiento y esporulación (capacidad de producir esporas). En total fueron seleccionadas 12 cepas, las cuales mostraron crecimiento rápido y abundante esporulación (Figura 1).

2.5. Aislamiento de cepas de bacterias

Se efectuaron aislamientos de raíces de pastos, raíces aéreas de árboles y hojas de árboles. Los aislamientos se realizaron en medios de cultivo PDA y B de King. Las cajas se incubaron durante 72 h a 28 ± 1 °C y se observó el crecimiento en un microscopio estereoscópico. Para realizar la separación de las bacterias se utilizó un contador de colonias bacterianas. En el caso de *Bacillus* se seleccionaron las colonias con el crecimiento típico del género, mientras que para *Pseudomonas* se utiliza un transiluminador de rayos ultravioleta Accuris® E3000 UV, 115 VAC., donde se seleccionaron las cepas que mostraron fluorescencia. Para el caso de bacterias del género *Azotobacter* spp., se realizaron los aislamientos en medio de cultivo agar-agar Ashby-sacarosa, mientras que para *Streptomyces* spp., se utilizó el medio agar avena suplementada con nistatina al 1%.

2.6. Selección de bacterias antagónicas por medio de pruebas de efectividad biológica in vitro.

Para observar el potencial antagónico in vitro de las bacterias contra *Colletotrichum* spp., se sembró el fitopatógeno (disco de agar de 0.5 cm de diámetro) en el centro de una caja de Petri, y de 2 a 4 bacterias sembradas por estría de manera equidistante a una distancia de 3 cm respecto al patógeno. Puesto que ésta prueba es para determinar de manera visual que bacterias tienen capacidad antagónica contra *Colletotrichum*, los ensayos estuvieron compuestos por tres repeticiones por cada combinación de bacterias en medio de cultivo PDA por 7 días a 28°C. Para poder realizar una comparación de la efectividad biológica de las bacterias, se utilizó como control (testigo) aislamientos de *Colletotrichum* sin bacterias. Se realizaron alrededor de 282 aislamientos de bacterias. Se seleccionaron 36 cepas de bacterias con potencial antagónico.

Para determinar su efectividad biológica, se sembró una cepa de bacteria por caja con tres estrías, y en el centro de la caja se sembró a *Colletotrichum*. Las cajas se incubaron por 7 días a 26 ± 1 °C. Se utilizaron cinco repeticiones por cepa bacteriana. Para determinar el antagonismo de las cepas bacterianas se utilizó el diámetro del crecimiento micelial y el porcentaje de inhibición del crecimiento de micelio. Las mediciones se realizaron a los 3, 4, 5, 6 y 7 días después de la siembra.

3. RESULTADOS

3.1. Confrontaciones de cepas de *Trichoderma* vs *Colletotrichum* spp.

Se encontró que 12 cepas de *Trichoderma* (Figura 1) mostraron antagonismo contra cepas virulentas de *Colletotrichum*. Para determinar si el hongo *Trichoderma* inhibía el crecimiento del patógeno se utilizó una técnica de confrontación que consistió en colocar en una caja Petri con medio de cultivo, un círculo de papel filtro estéril de 2 cm de diámetro en el centro de la caja. Posteriormente, con un sacabocados se colocó en el centro del círculo un trozo PDA con *Trichoderma*, y la caja se incubó a 26 ± 1 °C por 7 días. Por cada cepa se realizaron cinco repeticiones. A los siete días *Trichoderma* ya había cubierto por completo la caja, incluyendo el círculo de papel filtro. Pasados los 7 días se quitó el círculo de la caja, y en el espacio que quedó se colocó una rodaja de 0.5 cm de diámetro de *Colletotrichum*, y nuevamente las cajas se incubaron a 26 ± 1 °C por 7. Como control se sembró a *Colletotrichum* en medio de cultivo PDA. Los resultados obtenidos mostraron que 12 cepas inhibieron por completo el desarrollo de micelio de *Colletotrichum* (Figuras: 2-7). Mediante esta técnica, se observó que las cepas de *Trichoderma* presentaron un fuerte antagonismo contra *Colletotrichum*, dichos resultados indican que el hongo benéfico produce ciertos metabolitos que inhiben el desarrollo de *Colletotrichum*.

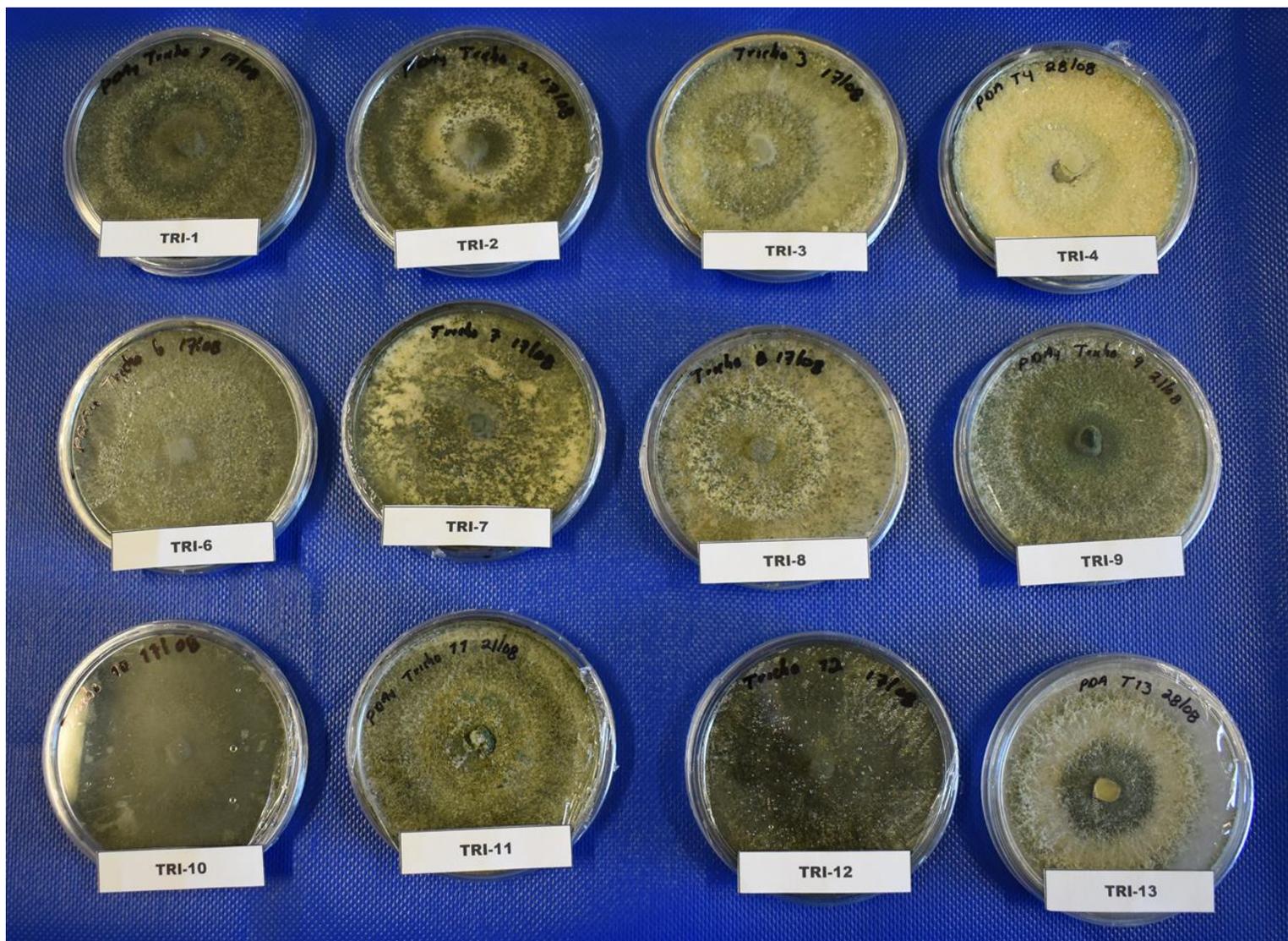


Figura 1. Selección de cepas de *Trichoderma* spp., con capacidad antagónica contra cepas virulentas de *Colletotrichum* spp.

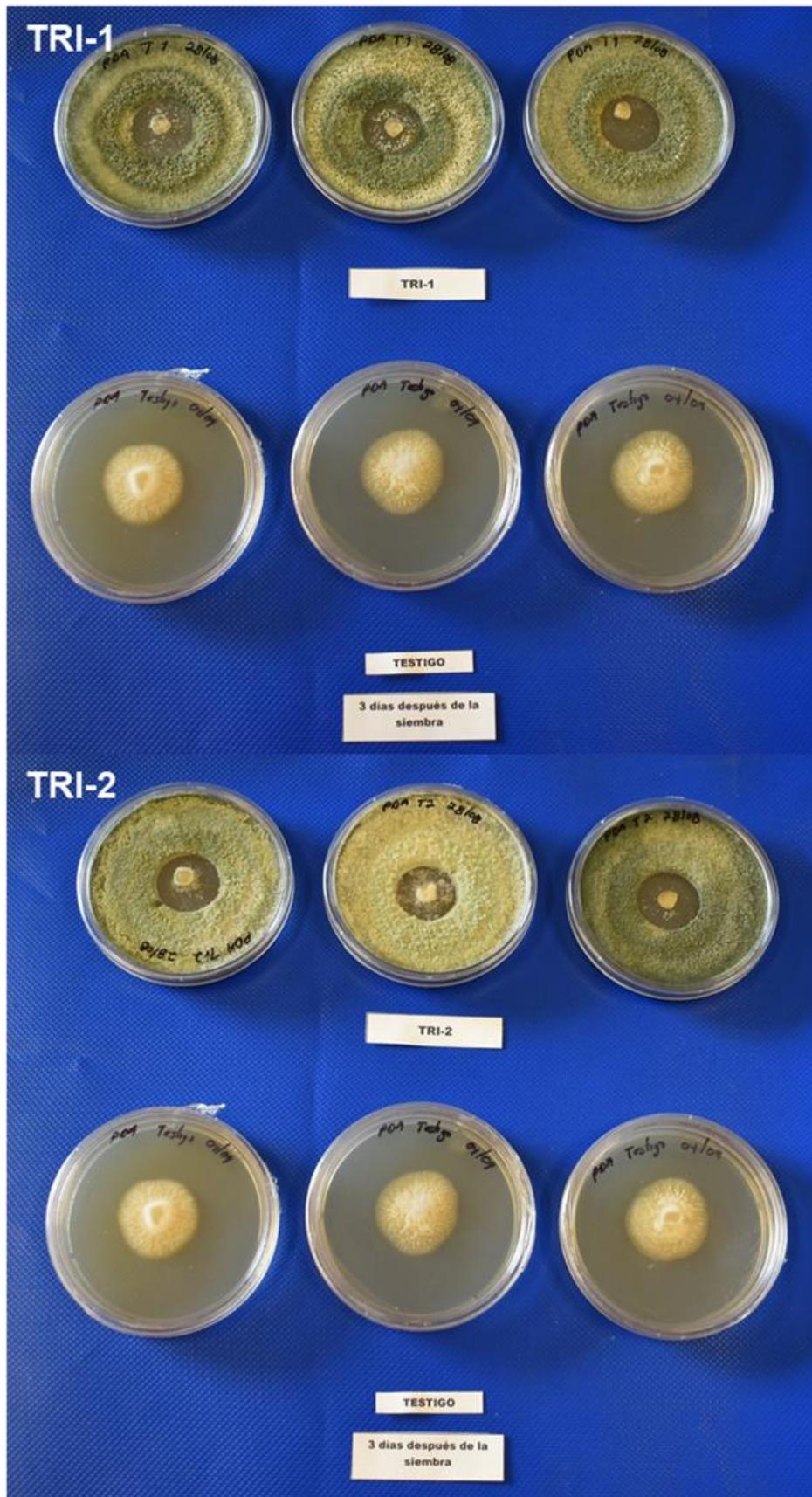


Figura 2. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con cepas antagónicas (TRI-1 y TRI-2) de *Trichoderma* spp.



Figura 3. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con cepas antagonicas (TRI-3 y TRI-4) de *Trichoderma* spp.



Figura 4. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con cepas antagonicas (TRI-6 y TRI-7) de *Trichoderma* spp.

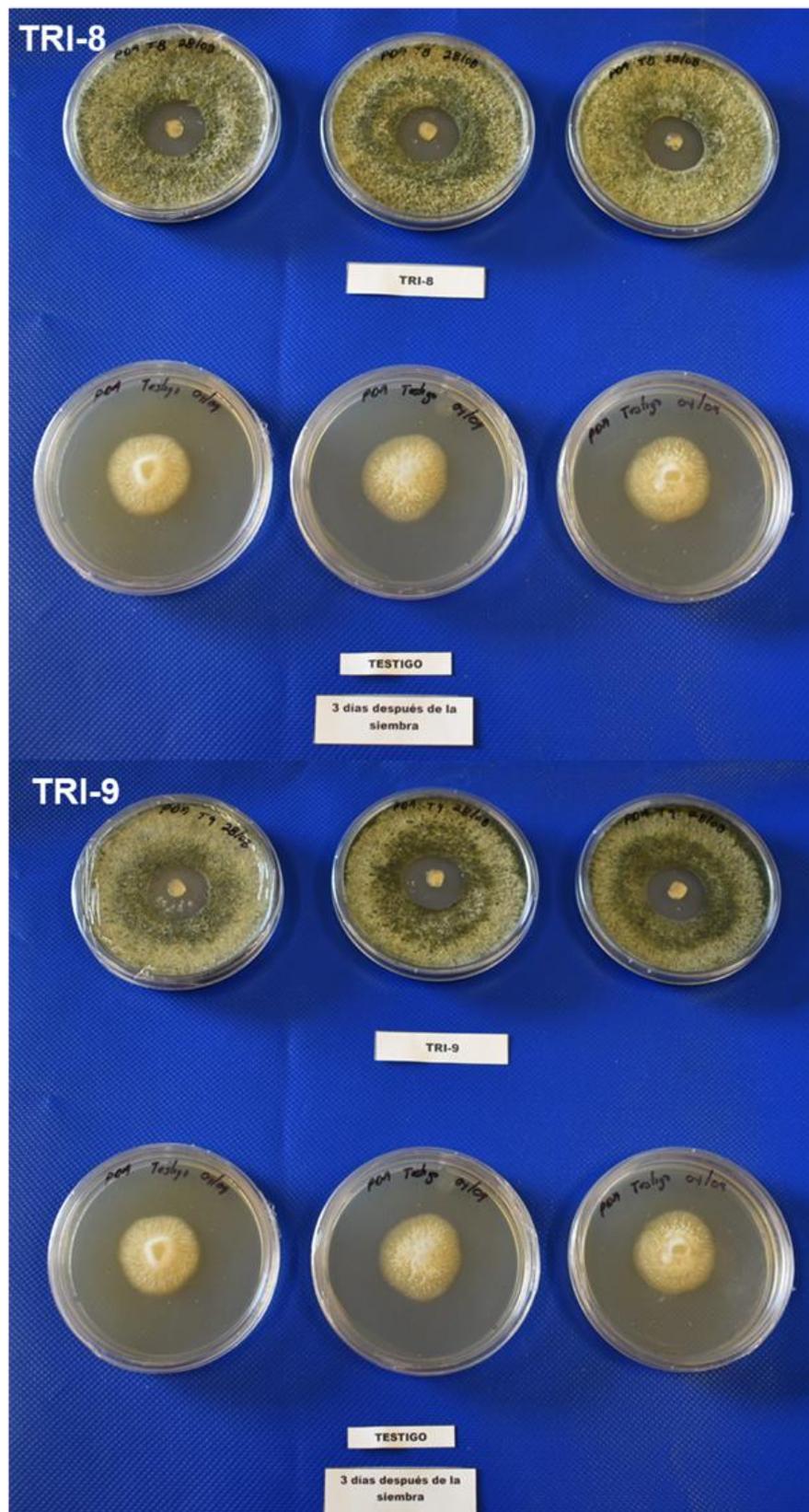


Figura 5. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con cepas antagonicas (TRI-8 y TRI-9) de *Trichoderma* spp.

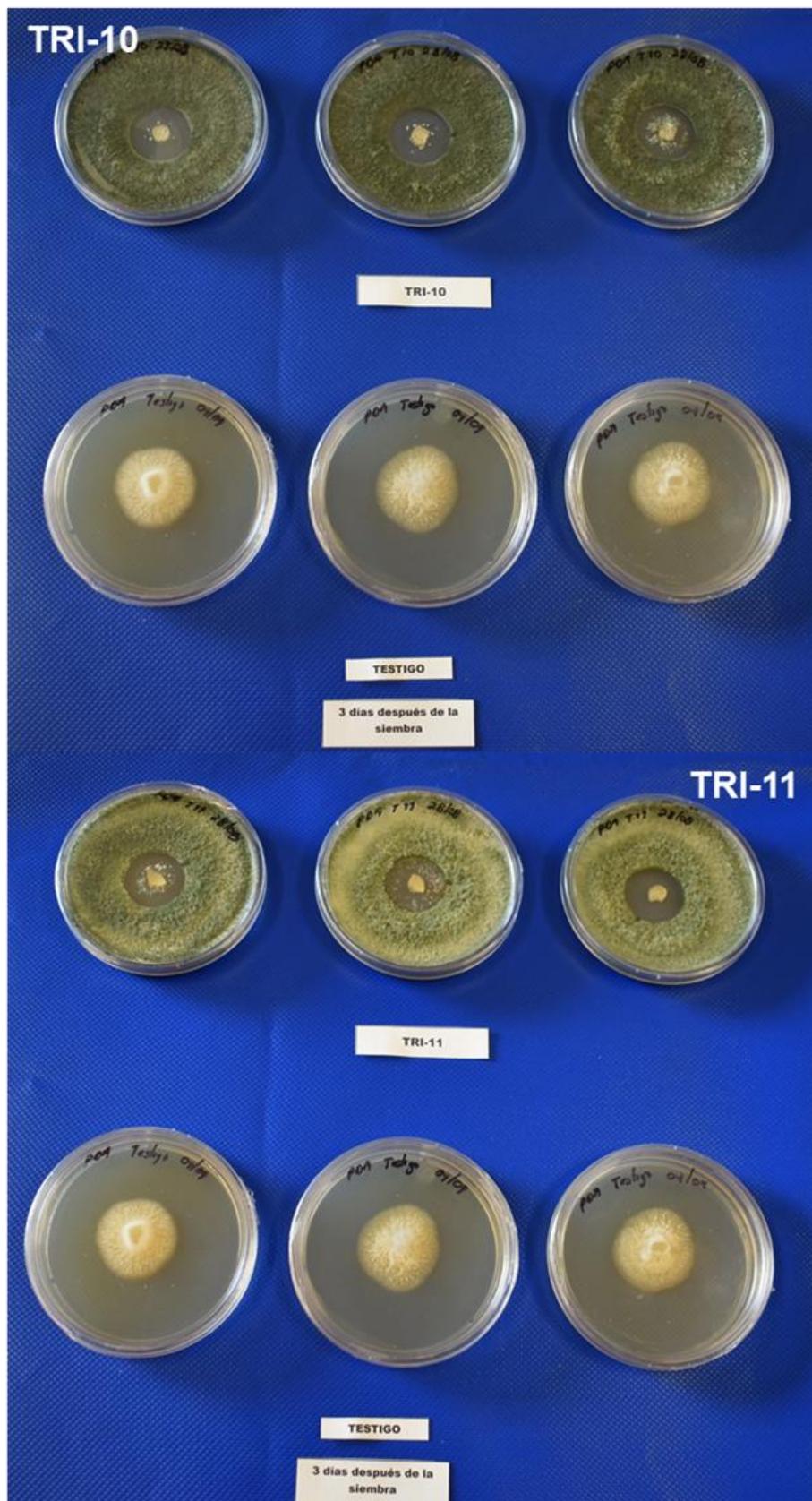


Figura 6. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con cepas antagónicas (TRI-10 y TRI-11) de *Trichoderma* spp.

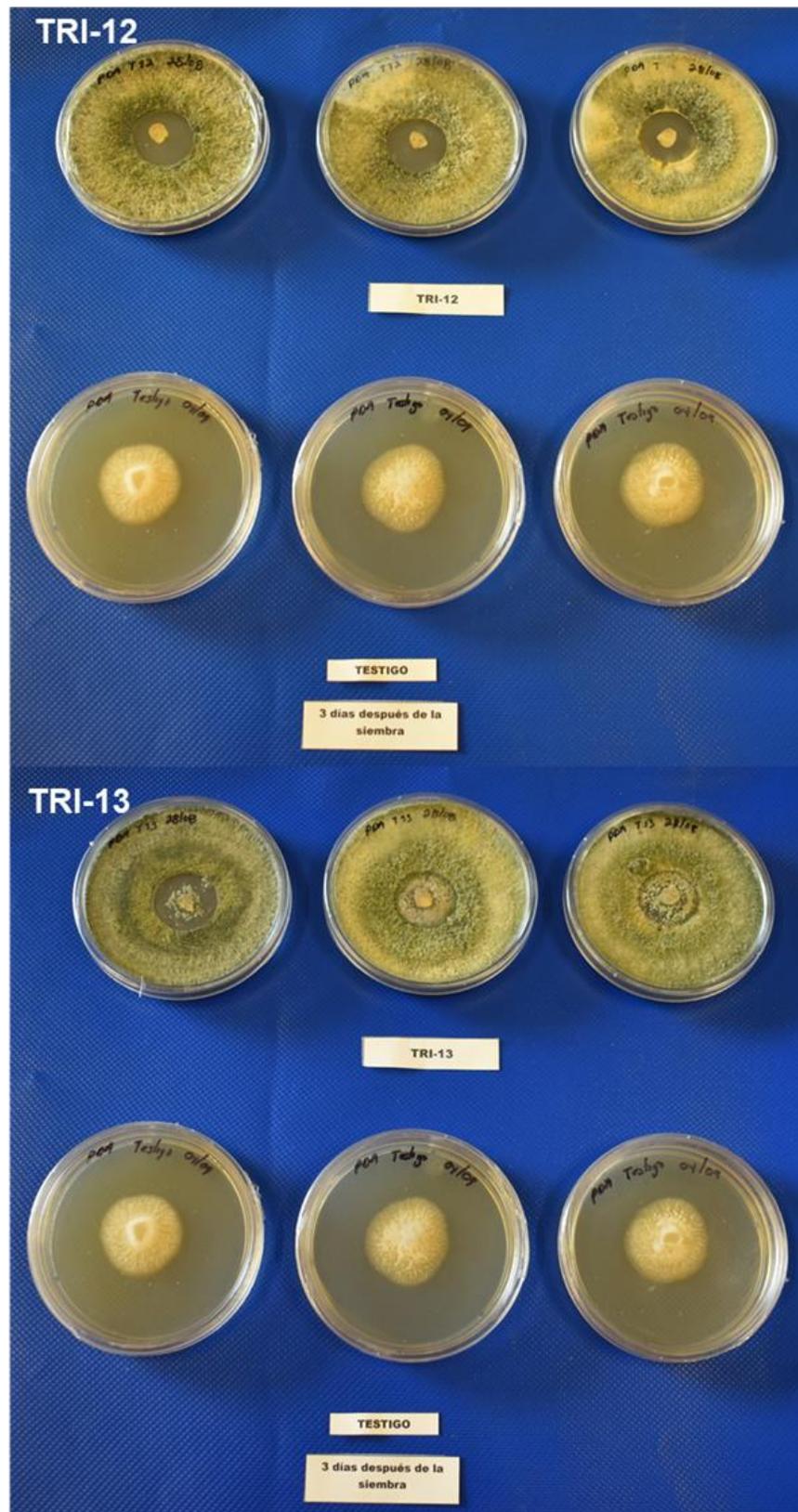


Figura 7. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con cepas antagonicas (TRI-12 y TRI-13) de *Trichoderma* spp.

3.2. Confrontaciones de cepas de bacterias vs *Colletotrichum* spp.

Se determinó que varias cepas de bacterias inhibieron el crecimiento de micelio del hongo. En el diámetro del crecimiento de micelio, después de 7 días, se observó que 19 cepas de bacterias disminuyeron el crecimiento de micelio, el cual fue inferior a 2 cm, mientras que el control (sin presencia de bacterias) tuvo un diámetro de 6.7 cm. Las cepas BAC 22, BAC 23, PS3 y PS7 inhibieron casi por completo el crecimiento de micelio (Figura 8). Con lo que respecta al porcentaje de inhibición de micelio, 18 cepas bacterianas presentaron porcentajes de inhibición iguales o mayores a 70 %. Por otro lado, las cepas de bacterias BAC 22, BAC 23, PS3 y PS7 obtuvieron porcentajes de inhibición iguales o mayores a 90 % (Figura 9). Por otra parte, en los muestreos del 2021 se obtuvieron otras bacterias con efectividad sobresaliente para inhibir el crecimiento de cepas patogénicas de *Colletotrichum* spp. (Bac-5 Ch, Bac-2 Ch, Bac-3 Ch, Bac-7 Ch, Bac-6 Ch, Bac-7 Ch, Bac-9 café, Bac-10 Café, Bac-8 Ch y Bac-13 Café). Dichas cepas bacterianas se probaron en campo en el ciclo productivo 2022.

En las figuras (10-20) se pueden observar algunos ejemplos de cepas bacterianas en la inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp.

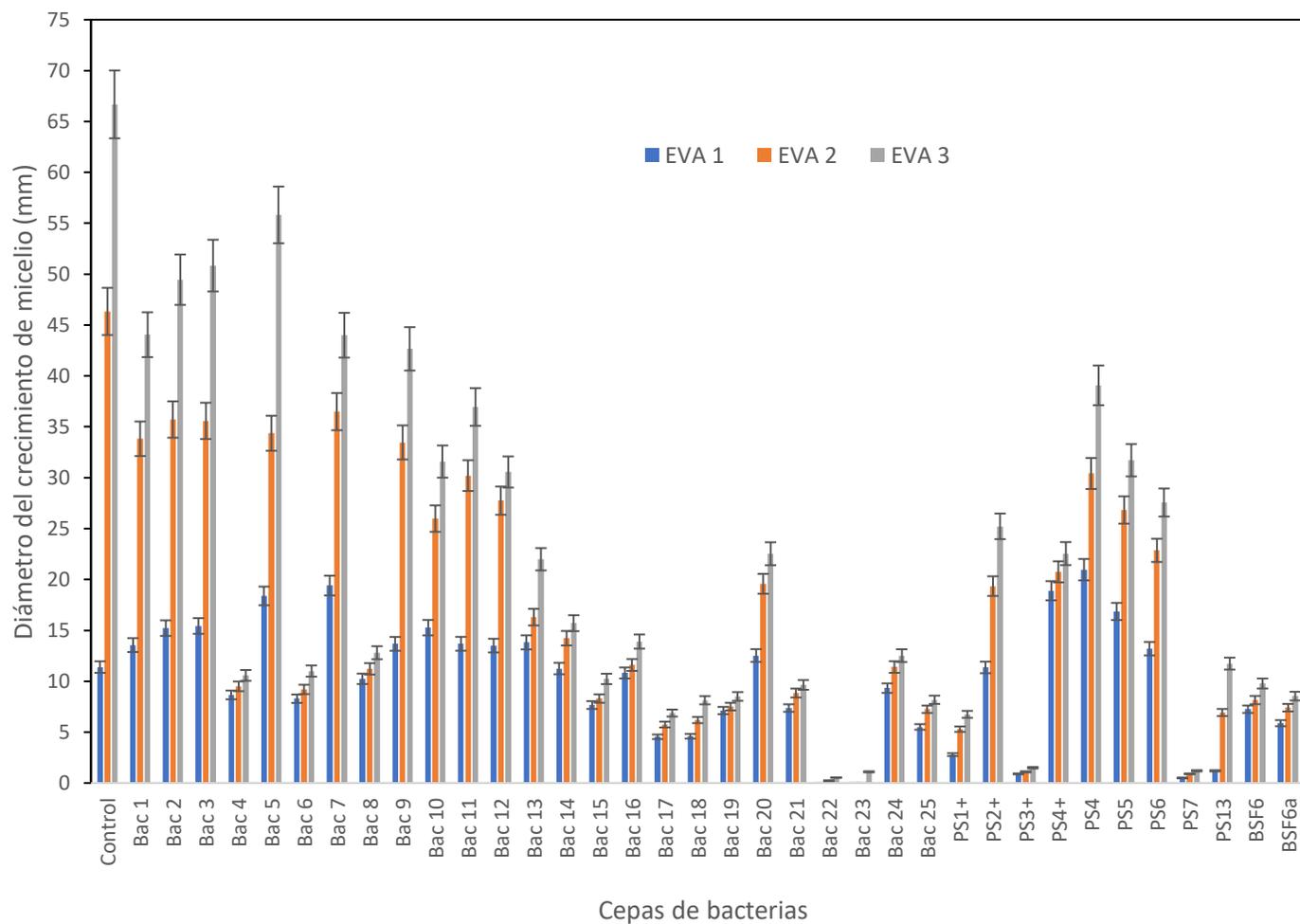


Figura 8. Crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con cepas bacterianas antagonicas en tres evaluaciones.

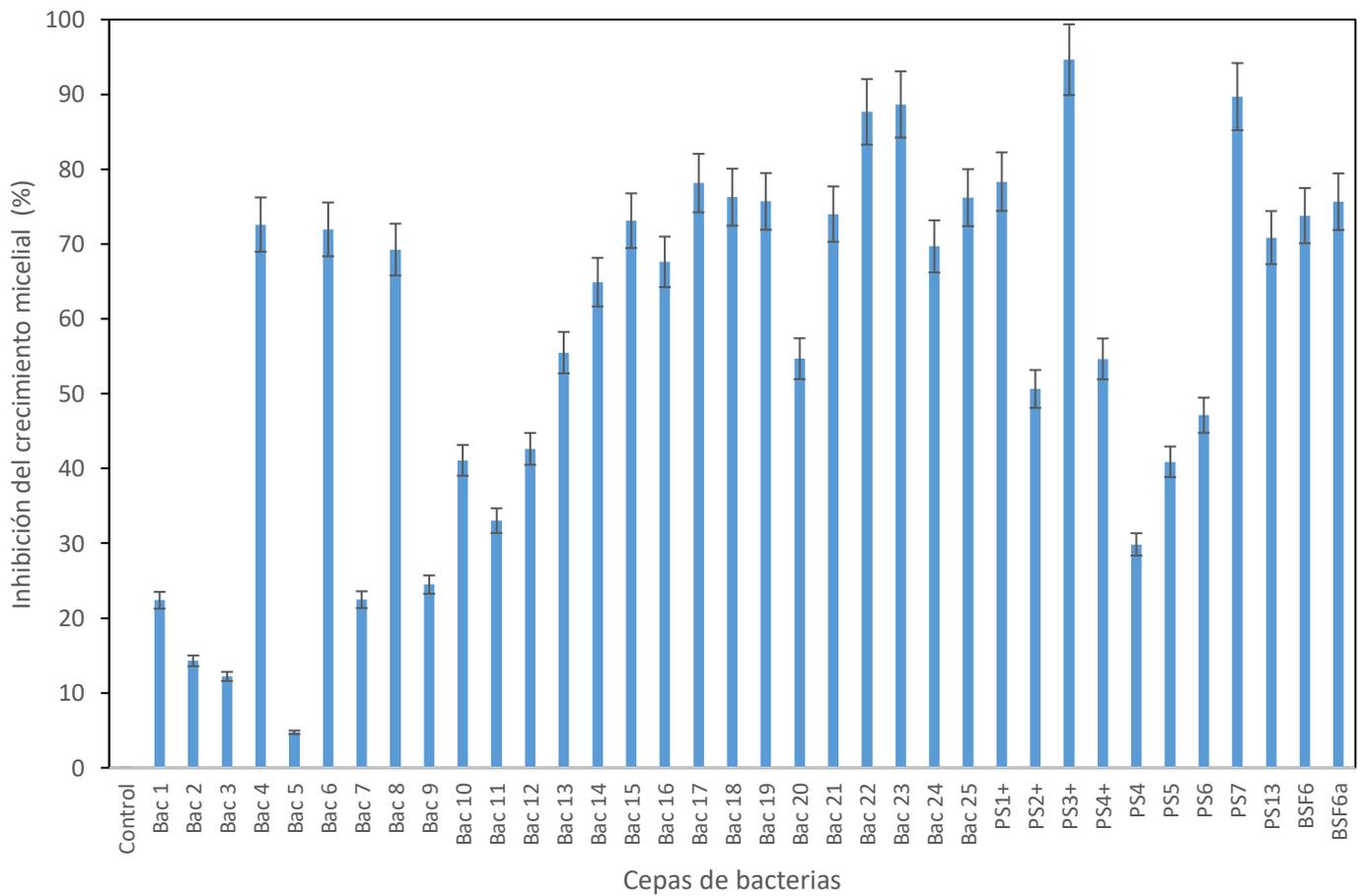


Figura 9. Porcentaje de inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con cepas bacterianas antagonicas.

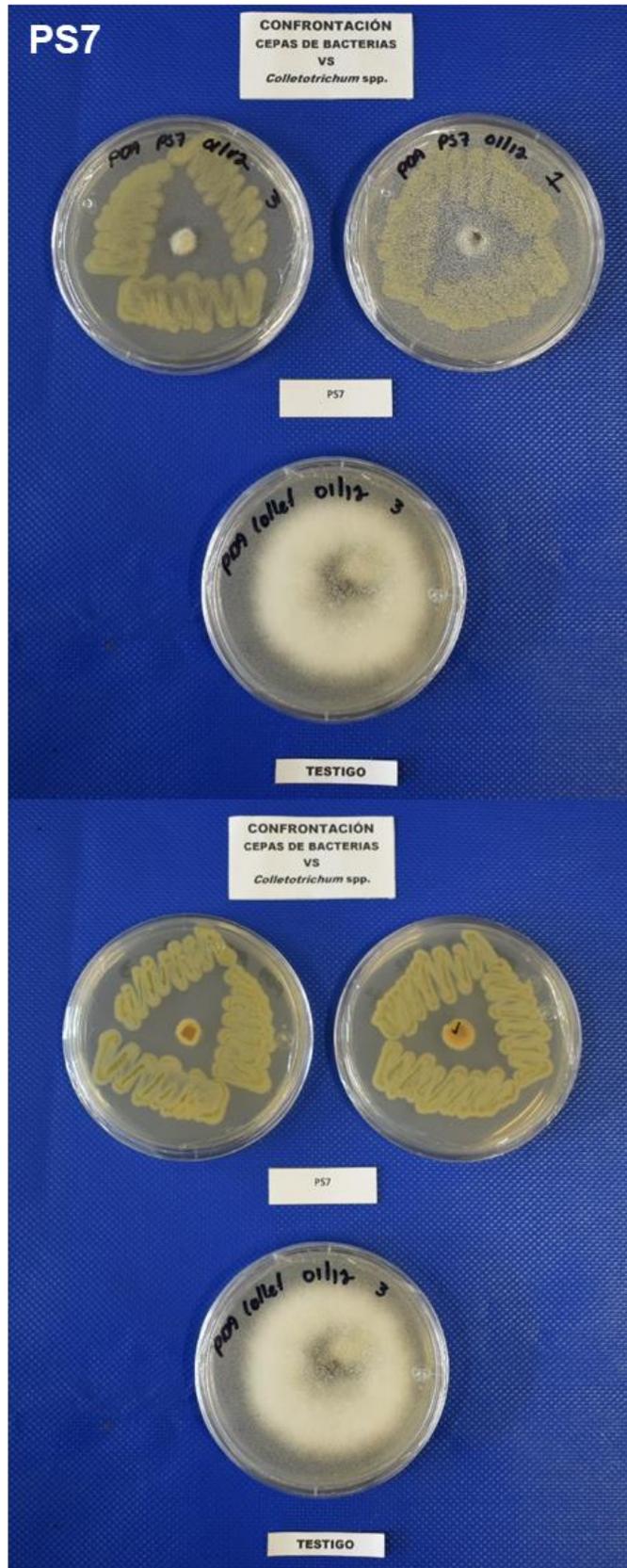


Figura 10. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con una cepa bacteriana antagónica (PS7)



Figura 11. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con una cepa bacteriana antagonista (PS13)



Figura 12. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con una cepa bacteriana antagónica (PS3+)



Figura 13. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con una cepa bacteriana antagónica (PS1+)

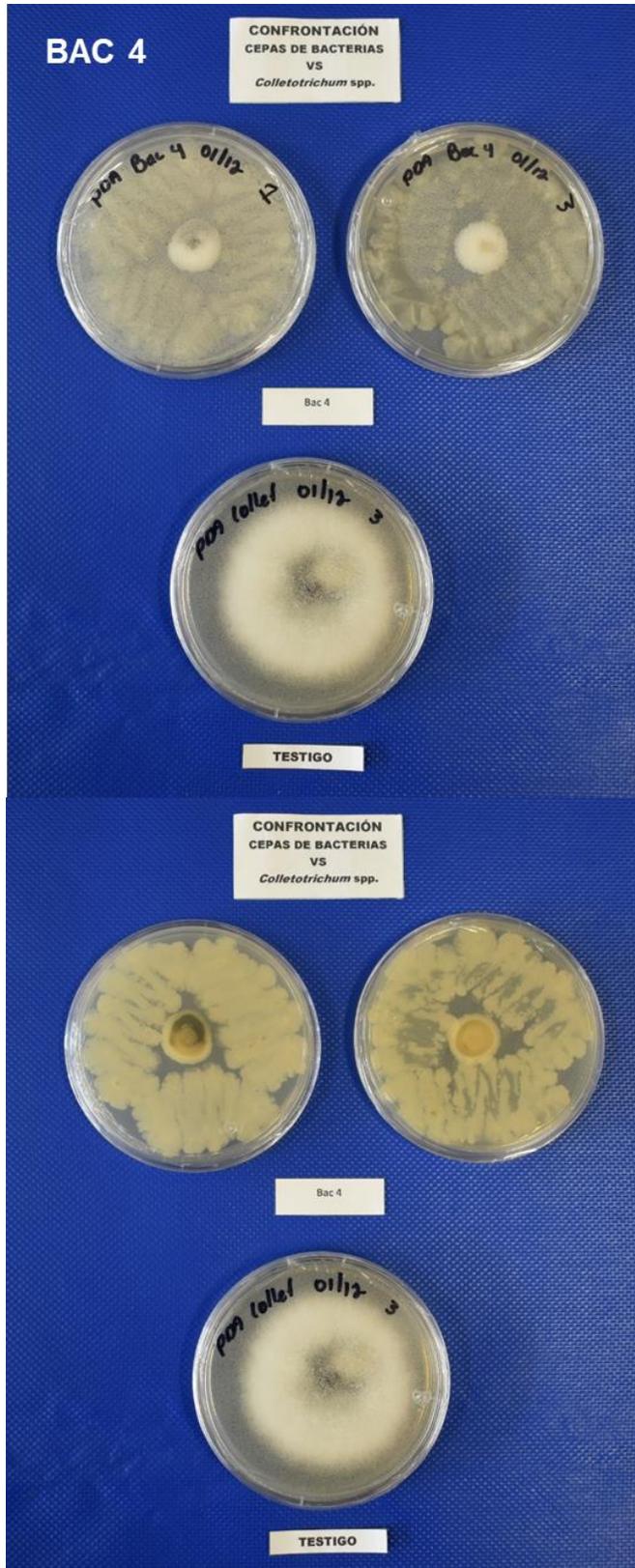


Figura 14. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con una cepa bacteriana antagónica (BAC4)

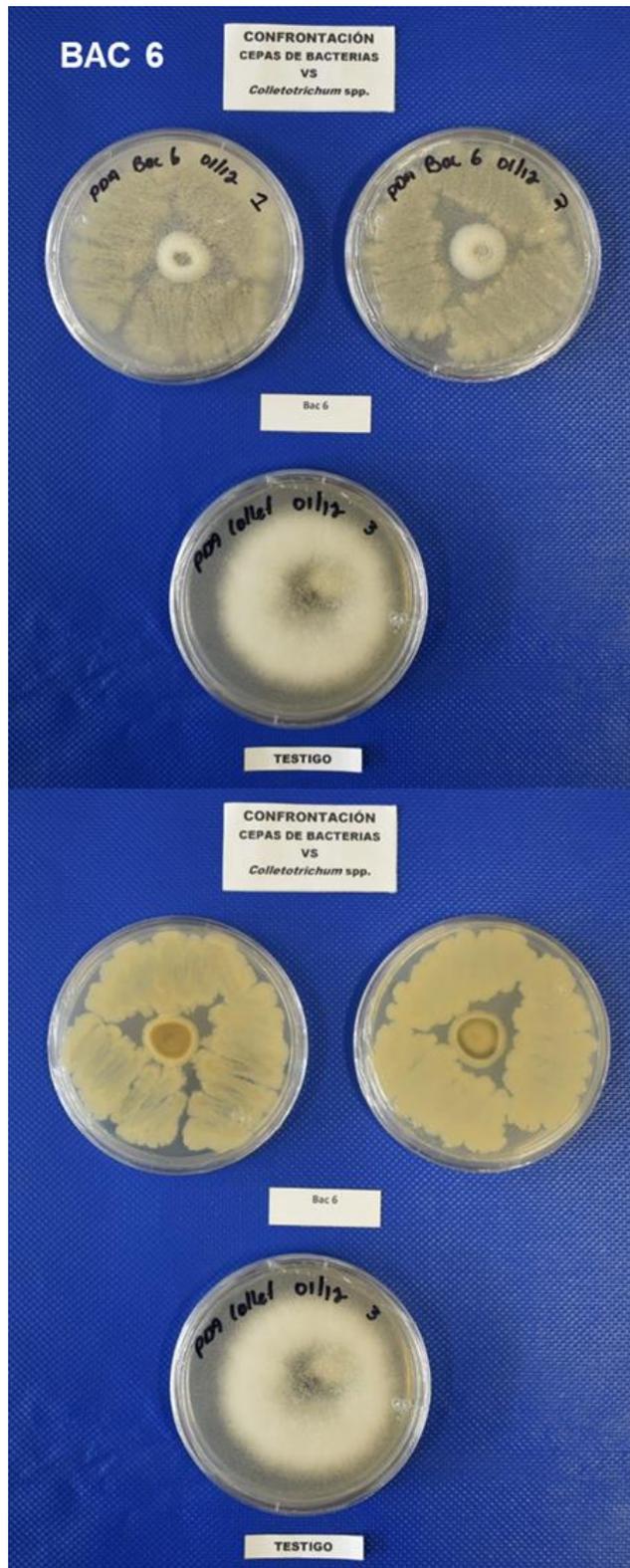


Figura 15. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con una cepa bacteriana antagónica (BAC6)

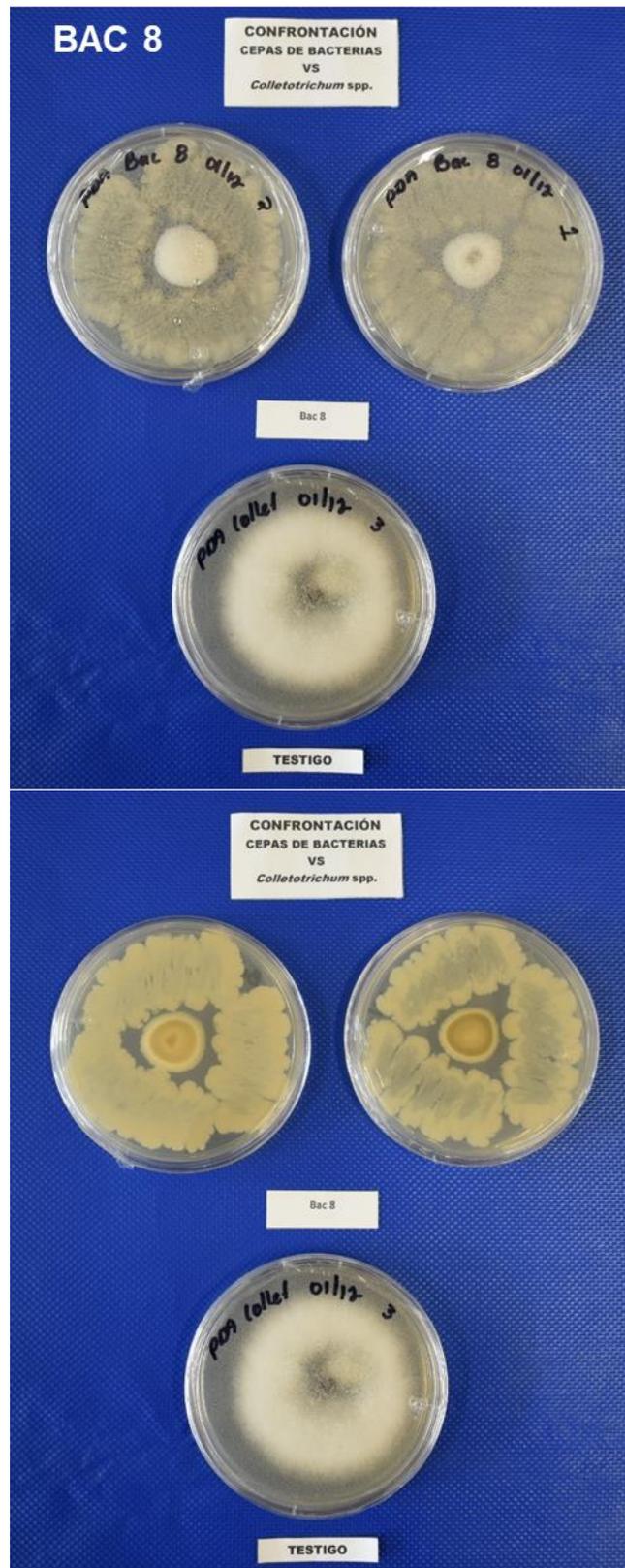


Figura 16. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con una cepa bacteriana antagonista (BAC8)

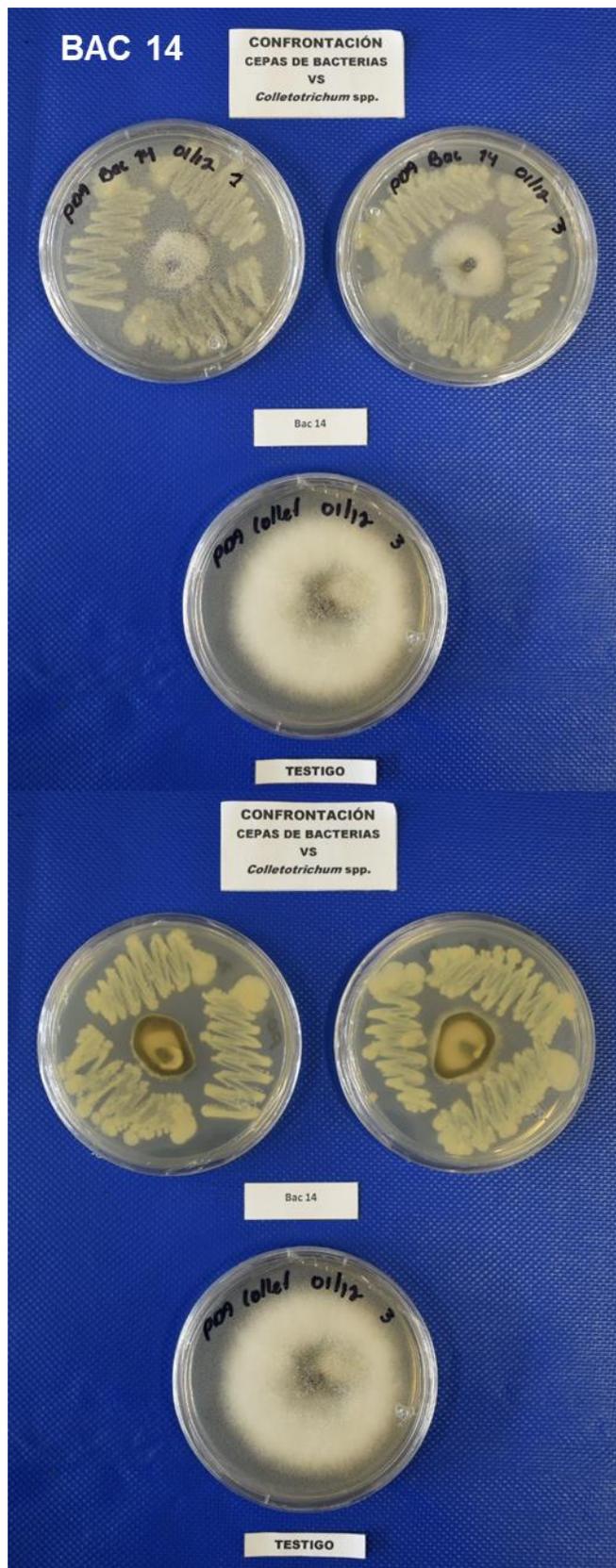


Figura 17. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con una cepa bacteriana antagonista (BAC14)

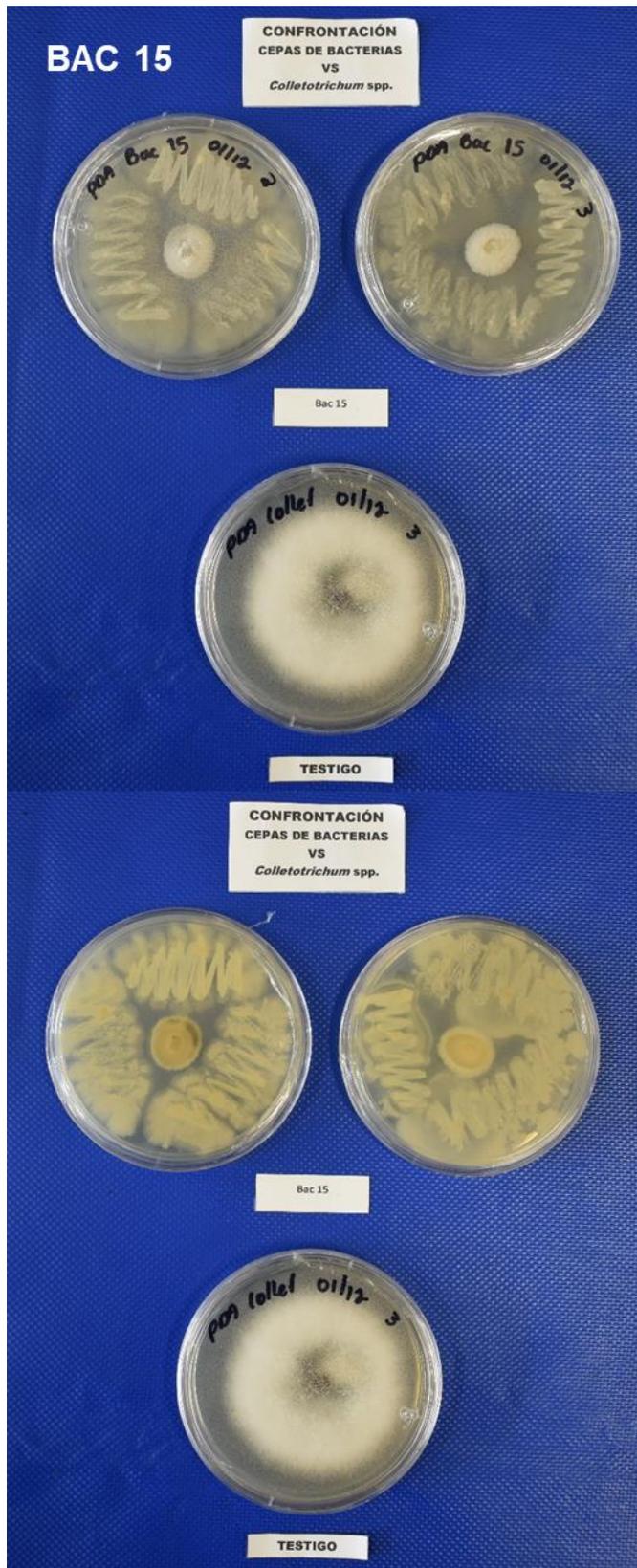


Figura 18. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con una cepa bacteriana antagónica (BAC15)

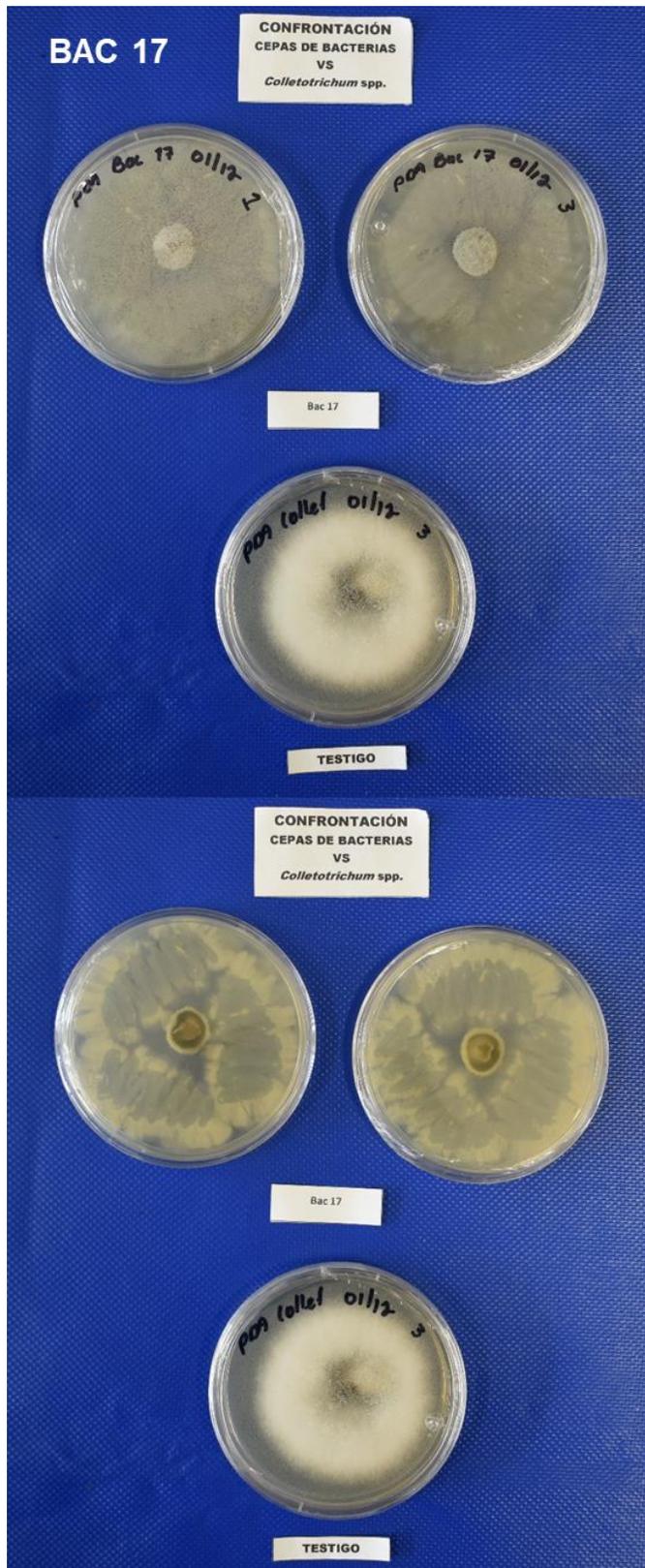


Figura 19. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con una cepa bacteriana antagónica (BAC17)



Figura 20. Inhibición del crecimiento de micelio de *Colletotrichum* spp., al confrontarse con una cepa bacteriana antagónica (BAC20)

4. CONCLUSIONES

1. Se aislaron cepas de bacterias del género *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces* y *Azotobacter* con capacidad antagónica contra cepas virulentas del hongo *Colletotrichum* spp, cuyo fitopatógeno induce la antracnosis en frutos de mango.
2. Fueron aisladas al menos 31 cepas del hongo benéfico *Trichoderma* spp., de las cuales 12 cepas mostraron mayor velocidad de crecimiento, esporulación y capacidad antagónica contra cepas virulentas de *Colletotrichum* spp.
3. Se observó que la mayor diversidad y cantidad de agentes biológicos se encontraron en zonas poco perturbadas, donde la intervención humana era muy limitada.
4. Se determinó que diferentes cepas de bacterias y hongos del género *Trichoderma* tienen capacidad antagónica contra *Colletotrichum*, por lo que podrían ser una alternativa para controlar la antracnosis en el cultivo de mango.

II. APLICACIONES DE AGENTES BIOLÓGICOS EN FASE DE CAMPO Y POSTCOSECHA (CICLO DE PRODUCCIÓN 2021)

1. OBJETIVOS

1. Evaluar la efectividad biológica de agentes biológicos en el control de antracnosis (*Colletotrichum* spp.) de floración a cosecha en huertos de mango de la variedad “Ataulfo”.
2. Evaluar la efectividad biológica de agentes biológicos en el control de antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en postcosecha en frutos de mango de las variedades “Ataulfo, Tommy Atkins, Kent y Keitt”.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Aplicaciones de Agentes Biológicos en Fase de Campo (Ciclo de producción 2021)

2.1.1. Establecimiento del experimento

Se establecieron dos experimentos en huertos comerciales de mango de la variedad “Ataulfo” en la última semana de enero y la primera semana de febrero de 2021. Un huerto se ubicó en el Ejido de Estación Nanchi, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, México, en árboles de 8 años de edad. El otro huerto se localizó en el Ejido de Valle Lerma, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, México, con árboles de 9 años. La selección de los huertos antes mencionados se hizo con base a las incidencias de antracnosis que habían presentado en el ciclo de producción 2020.

2.1.2. Aplicación de tratamientos

Se utilizaron agentes biológicos (bacterias antagónicas y hongos del género *Trichoderma*) con base a los resultados de las pruebas *In vitro*. En los Cuadros 1 y 2 se presentan los tratamientos para cada una de los huertos. Las aplicaciones se realizaron cada 15 días, con un total de 8 aplicaciones de floración a cosecha. Los equipos que se utilizaron fueron aspersoras de motor Hyundai® Líquidos/Polvos HYD4514L.

2.1.3. Evaluaciones y variables

Las evaluaciones se realizaron para determinar la incidencia de antracnosis en panículas y frutos. Las variables a evaluar fueron: a) Incidencia de antracnosis en panículas; b) Incidencia de antracnosis en frutos de entre 3 y 5 cm de longitud; c) Incidencia de antracnosis en frutos de más de 5 cm de longitud; d) Incidencia de antracnosis en frutos con madurez fisiológica listos para cosecha; e) Eficacia de control de los agentes biológicos. Se realizaron cuatro evaluaciones, una en floración y las otras tres durante el desarrollo del fruto. Para determinar la

incidencia de antracnosis se consideraron los frutos que mostraron dos o más lesiones por fruto igual o mayores a 3 milímetros de diámetro.

La incidencia se expresó en porcentaje, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia de antracnosis (\%)} = \frac{\text{Frutos con síntomas de antracnosis}}{\text{Frutos totales}} \times 100 \dots$$

La eficacia de control se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{EC (\%)} = \frac{\text{IAC} - \text{IAt}}{\text{IAC}} \times 100 \dots$$

Donde:

EC = Eficacia del control de los agentes biológicos (%)

IAC = Incidencia de antracnosis en el control

IAt = Incidencia de antracnosis en el tratamiento

Cuadro 1. Tratamientos con agentes biológicos para el control de antracnosis en huerto comercial de mango de la variedad “Ataulfo”, ubicado en el ejido de Estación Nanchi, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, México, en el ciclo de producción 2021.

| NÚMERO | TRATAMIENTO | MICROORGANISMOS |
|--------|---------------|--------------------------|
| T1 | BAC 22 | Bacteria |
| T2 | BAC23 | Bacteria |
| T3 | PS3 | Bacteria |
| T4 | PS7 | Bacteria |
| T5 | PS1 | Bacteria |
| T6 | BAC17 | Bacteria |
| T7 | BAC18 | Bacteria |
| T8 | BSF6A | Bacteria |
| T9 | BAC4 | Bacteria |
| T10 | BAC15 | Bacteria |
| T11 | CESIX | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T12 | PINO | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T13 | 16 LOS MOCHIS | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T14 | 6 VOLCAN | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T15 | CESIX1 | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T16 | FUNGIFREE® | <i>Bacillus subtilis</i> |
| T | CONTROL | No aplicación |

Cuadro 2. Tratamientos con agentes biológicos para el control de antracnosis en huerto comercial de mango de la variedad “Ataulfo”, ubicado en el ejido de Valle Lerma, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, México, en el ciclo de producción 2021.

| NÚMERO | TRATAMIENTOS | MICROORGANISMOS |
|--------|--------------------|-------------------------------|
| T17 | BAC 22 + CESIX | Bacteria + <i>Trichoderma</i> |
| T18 | BAC23 + PINO | Bacteria + <i>Trichoderma</i> |
| T19 | PS3 + LOS MOCHIS16 | Bacteria + <i>Trichoderma</i> |
| T20 | PS7 + VOLCAN6 | Bacteria + <i>Trichoderma</i> |
| T21 | PS1 + CESIX1 | Bacteria + <i>Trichoderma</i> |
| T22 | BAC17 + CESIX2 | Bacteria + <i>Trichoderma</i> |
| T23 | BAC18 + CESIX3 | Bacteria + <i>Trichoderma</i> |
| T24 | BSF6A + CESIX4 | Bacteria + <i>Trichoderma</i> |
| T25 | BAC4 + HULE5 | Bacteria + <i>Trichoderma</i> |
| T26 | BAC15 + HULE6 | Bacteria + <i>Trichoderma</i> |
| T27 | CESIX2 | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T28 | CESIX3 | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T29 | CESIX4 | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T30 | HULE5 | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T31 | HULE6 | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T32 | FUNGIFREE® | <i>Bacillus subtilis</i> |
| T | CONTROL | No aplicación |

2.1.4. Diseño de tratamientos

Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones por tratamiento (cinco árboles). En cada árbol se seleccionaron y marcaron 10 panículas completamente desarrolladas (50 panículas por tratamiento). Para el caso de antracnosis en frutos, se tomaron como muestra la totalidad de los frutos de cada árbol, don la unidad experimental fue un fruto. Se hizo un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias (Tukey; $p \leq 0.05$) usando SAS (SAS Institute, Inc., 2010).

2.2. Aplicaciones de Agentes Biológicos en Fase de Postcosecha (Ciclo de producción 2021)

2.2.1. Agentes biológicos

Se utilizaron agentes biológicos (bacterias antagónicas y hongos del género *Trichoderma*) con base a los resultados de las pruebas In vitro. En el Cuadro 3 se presentan los tratamientos para cada una de las variedades utilizadas. Así mismo, se evaluó la efectividad biológica de agentes biológicos de marcas comerciales disponibles en el mercado (Cuadro 3).

2.2.2. Inoculación, dosis y tiempo de inmersión de formulaciones de biopesticidas

La inoculación de los frutos se realizó haciendo una herida en forma de "X" de 1 mm de profundidad y 3-4 mm de longitud con un bisturí estéril; se hicieron ocho heridas por fruto. En cada herida se inoculó *Colletotrichum* spp., con una suspensión de esporas (1×10^5 esporas mL⁻¹); la inoculación se efectuó con un atomizador de 120 mL, y se asperjó la suspensión de esporas en la cara del fruto donde se hicieron las heridas. Los frutos inoculados fueron incubados por 8 horas en cámara húmeda en bolsas de plástico y papel absorbente estériles. Los frutos fueron tratados por inmersión durante 5 minutos con los tratamientos del cuadro tres. Las dosis que se emplearon fueron 5000 y 10000 ppm (5 y 10 mL/L de agua). Los frutos tratados se incubaron en cámara húmeda a temperatura de 27 ± 1 °C por 10 días.

2.2.3. Pruebas de efectividad biológica en frutos postcosecha de las principales variedades de mango.

Se utilizaron frutos sanos en madurez fisiológica de las variedades "Ataulfo, Keittt, Kent y Tommy Atkins". Los frutos fueron cosechados en diferentes huertos del estado de Nayarit, México, en el periodo de junio a septiembre de 2021. El orden de las evaluaciones con las variedades fue como sigue: "Ataulfo, Tommy Atkins, Kent y Keittt".

2.2.4. Efecto de las formulaciones de biopesticidas sobre antracnosis en frutos de mango:

Se inocularon frutos con las cepas virulentas de *Colletotrichum* en las variedades antes mencionadas. Para cada uno de los tratamientos, incluido el control (frutos tratados con agua destilada estéril), se evaluó la incidencia y la severidad de la enfermedad a los 4, 6 y 8 días posteriores a la inmersión (DPI) de los frutos en los tratamientos. En la variable de eficacia de control de los biopesticidas, se efectuaron dos evaluaciones, a los 6 y 8 DPI de los frutos.

Cuadro 3. Tratamientos con agentes biológicos para el control de antracnosis en condiciones de postcosecha en frutos de mango de las variedades “Ataulfo, Tommy Atkins, Kent y Keitt” cosechados en Nayarit, México, en el ciclo de producción 2021.

| NÚMERO | TRATAMIENTO | MICROORGANISMOS |
|--------|--------------|-----------------------------------|
| T1 | BAC 22 | Bacteria |
| T2 | BAC23 | Bacteria |
| T3 | PS3 | Bacteria |
| T4 | PS7 | Bacteria |
| T5 | PS1 | Bacteria |
| T6 | BAC17 | Bacteria |
| T7 | BAC18 | Bacteria |
| T8 | BSF6A | Bacteria |
| T9 | BAC4 | Bacteria |
| T10 | BAC15 | Bacteria |
| T11 | BAC6 | Bacteria |
| T12 | PS13 | Bacteria |
| T13 | BAC19 | Bacteria |
| T14 | BAC21 | Bacteria |
| T15 | BAC25 | Bacteria |
| T16 | CESIX | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T17 | PINO | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T18 | LOS MOCHIS16 | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T19 | VOLCAN6 | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T20 | CESIX1 | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T21 | CESIX2 | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T22 | CESIX3 | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T23 | CESIX4 | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T24 | HULE5 | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T25 | HULE6 | Hongo <i>Trichoderma</i> |
| T26 | FUNGIFREE® | <i>Bacillus subtilis</i> |
| T27 | SERENADE® | <i>Bacillus subtilis</i> |
| T28 | STARGUS® | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> |
| T | CONTROL | No aplicación |

2.2.5. Variables evaluadas en los frutos

Para determinar la efectividad biológica de los agentes biológicos sobre el control de antracnosis se utilizaron las siguientes variables:

- I. **Incidencia de antracnosis en heridas:** se contó el número de incisiones (heridas) con presencia de antracnosis sobre el fruto, y se expresó en porcentaje. Se consideró incidencia por antracnosis cuando se observaron lesiones de color café oscuro a negro con más de 2 mm de longitud sobre o a lado de las incisiones.
- II. **Diámetro de la lesión por antracnosis:** en las incisiones que presentaron síntomas de antracnosis se realizaron dos mediciones por herida, con un vernier digital, del diámetro de la lesión, cuyo diámetro se expresó en milímetros.
- III. **Número de lesiones de antracnosis fuera de la incisión:** se contó el número de lesiones de color café oscuro a negro con más de 2 mm de longitud que se formaron en la epidermis de los frutos después de haber sido asperjadas con la suspensión de esporas.

2.2.6. Diseño del experimento

Se utilizó un diseño unifactorial completamente aleatorizado con siete repeticiones por tratamiento, teniendo como variables de respuesta la incidencia, diámetro de la lesión por antracnosis y número de lesiones fuera de la incisión, donde una herida fue la unidad experimental. Se hizo un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias (Tukey; $p \leq 0.05$) usando SAS (SAS Institute, Inc., 2010).

3. RESULTADOS

3.1. Pruebas de efectividad biológica in vitro

Se aislaron 10 nuevas cepas de *Trichoderma*, de las cuales seis mostraron abundante crecimiento de micelio y rápida esporulación. Se observó que las cepas de *Trichoderma* presentaron un fuerte antagonismo contra el hongo *Colletotrichum*, dichos resultados indican que el hongo benéfico produce ciertos metabolitos que inhiben el desarrollo del fitopatógeno. Con lo que respecta a bacterias antagonistas, se aislaron 15 nuevas cepas, de las cuales cuatro mostraron fuerte antagonismo (disminución en el crecimiento y desarrollo del fitopatógeno) contra cepas virulentas de *Colletotrichum*.

3.2. Aplicaciones de agentes biológicos en fase de campo en el Ejido de Estación Nanchi (Huerto 1)

En todos los tratamientos evaluados no se observaron síntomas de antracnosis en panículas, la incidencia solo se observó en frutos. En los resultados de la primera evaluación en el ejido de Estación Nanchi, no se observaron incidencias de antracnosis mayores al 9 % en frutos de más de 1.5 cm de diámetro en los frutos control. Los tratamientos con bacterias antagónicas que mostraron menores incidencias (iguales o inferiores al 3 %) fueron T3, T4, T9 y T10. Por otra parte, los tratamientos con el hongo *Trichoderma* que mostraron porcentajes de incidencia similares a la de las bacterias antes mencionadas fueron T13 y T14. Los frutos tratados con el producto comercial Fungifree® presentaron incidencias menores al 3 % (Figura 1). En la segunda evaluación la incidencia en los frutos control fue de alrededor del 12 %. Los frutos tratados con bacterias antagónicas que mostraron incidencias menores al 5 % fueron T3, T4, T6 y T10. Mientras que los tratamientos con *Trichoderma* T14 y T15 presentaron incidencias cercanas al 5 %. Los frutos tratados con el producto Fungifree® presentaron incidencias cercanas al 4 % (Figura 2). Para la tercera evaluación, los frutos control obtuvieron la mayor incidencia con un 14 % de antracnosis (Figura 3). En la evaluación general, los frutos control presentaron incidencia de antracnosis del 9.5 %, mientras que los frutos de los tratamientos con bacterias (T3, T4, T6 y T10), *Trichoderma* (T14 y T15) y Fungifree® mostraron incidencias de antracnosis menores al 5.5 % (Figura 4).

En cuanto a la eficacia de control de antracnosis, se determinó que el tratamiento con bacterias T6 tuvo una eficacia del 70%, mientras que T3, T4 y T10 mostraron eficacias cercanas al 65 %. Por otra parte, los tratamientos con *Trichoderma* T14 y T15 tuvieron eficacias de alrededor del 60 %. En tanto que los frutos tratados con Fungifree® presentaron una eficacia del 67 %. El resto de los tratamientos mostraron eficacias menores al 55 % (Figura 5).

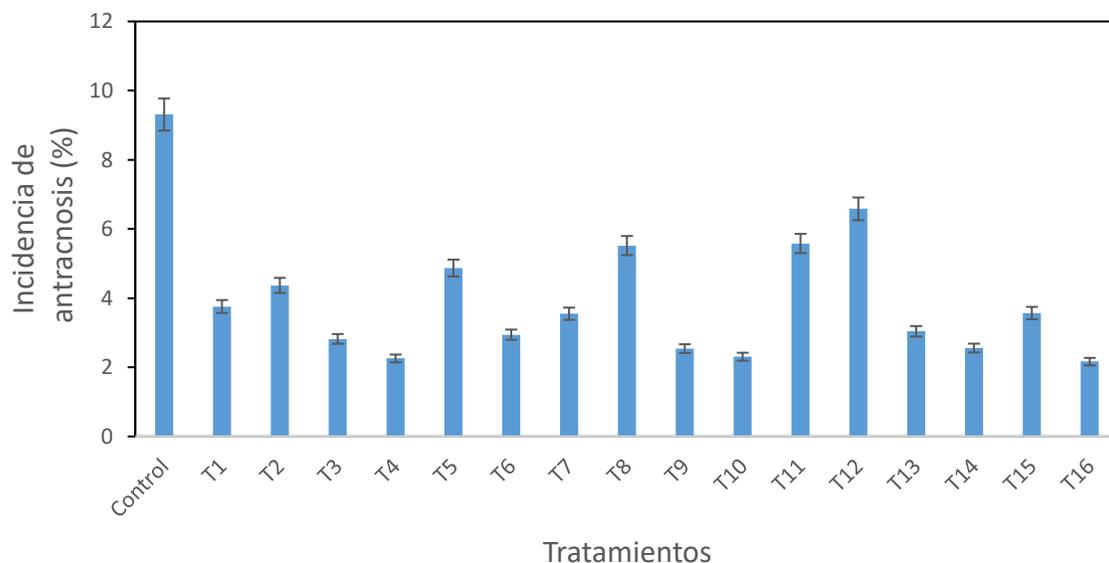


Figura 1. Primera evaluación de la incidencia de antracnosis en frutos de un huerto comercial de mango "Ataulfo" en el ejido de Estación Nanchi, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Huerto 1. Tratamientos: Control; T1= Bac-22 (10 mL/L); T2= Bac-23 (10 mL/L); T3= Bac-Ps3 (10 mL/L); T4= Bac-Ps7 (10 mL/L); T5= Bac-Ps1 (10 mL/L); T6= Bac-17 (10 mL/L); T7= Bac-18 (10 mL/L); T8= Bac-Bsf6a (10 mL/L); T9= Bac-4 (10 mL/L); T10= Bac-15 (10 mL/L); T11= Tricho-Cesix (10 mL/L); T12= Tricho-Pino (10 mL/L); T13= Tricho-16 Los Mochis (10 mL/L); T14= Tricho-6 Volcán (10 mL/L); T15= Tricho-1 Cesix (10 mL/L) T16= Fungifree (10 g/L).

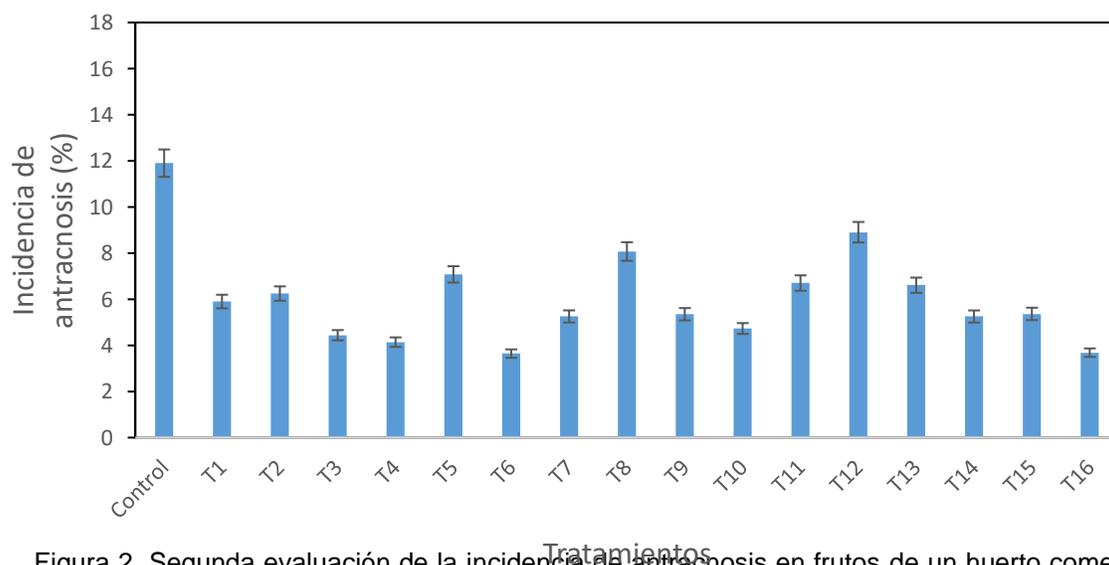


Figura 2. Segunda evaluación de la incidencia de antracnosis en frutos de un huerto comercial de mango "Ataulfo" en el ejido de Estación Nanchi, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Huerto 1. Tratamientos: Control; T1= Bac-22 (10 mL/L); T2= Bac-23 (10 mL/L); T3= Bac-Ps3 (10 mL/L); T4= Bac-Ps7 (10 mL/L); T5= Bac-Ps1 (10 mL/L); T6= Bac-17 (10 mL/L); T7= Bac-18 (10 mL/L); T8= Bac-Bsf6a (10 mL/L); T9= Bac-4 (10 mL/L); T10= Bac-15 (10 mL/L); T11= Tricho-Cesix (10 mL/L); T12= Tricho-Pino (10 mL/L); T13= Tricho-16 Los Mochis (10 mL/L); T14= Tricho-6 Volcán (10 mL/L); T15= Tricho-1 Cesix (10 mL/L) T16= Fungifree (10 g/L).

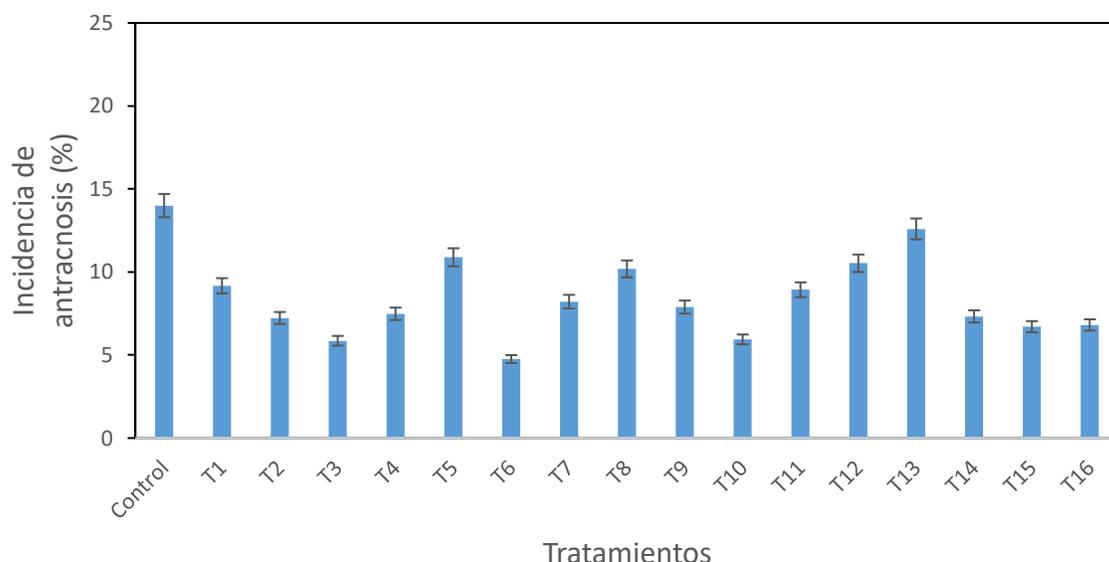


Figura 3. Tercera evaluación de la incidencia de antracnosis en frutos de un huerto comercial de mango "Ataulfo" en el ejido de Estación Nanchi, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Huerto 1. Tratamientos: Control; T1= Bac-22 (10 mL/L); T2= Bac-23 (10 mL/L); T3= Bac-Ps3 (10 mL/L); T4= Bac-Ps7 (10 mL/L); T5= Bac-Ps1 (10 mL/L); T6= Bac-17 (10 mL/L); T7= Bac-18 (10 mL/L); T8= Bac-Bsf6a (10 mL/L); T9= Bac-4 (10 mL/L); T10= Bac-15 (10 mL/L); T11= Tricho-Cesix (10 mL/L); T12= Tricho-Pino (10 mL/L); T13= Tricho-16 Los Mochis (10 mL/L); T14= Tricho-6 Volcán (10 mL/L); T15= Tricho-1 Cesix (10 mL/L) T16= Fungifree (10 g/L).

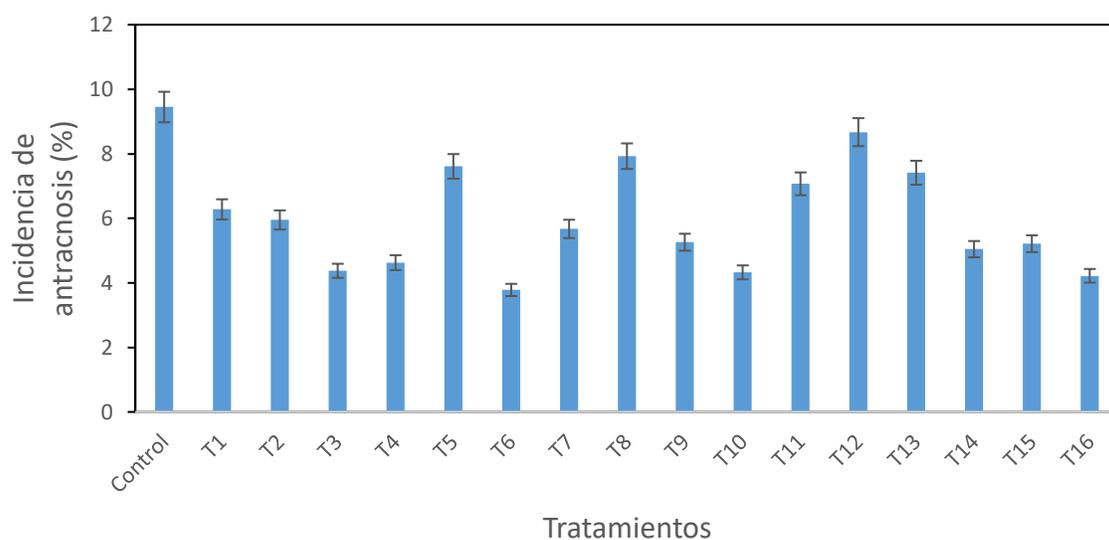


Figura 4. Evaluación general de la incidencia de antracnosis en frutos de un huerto comercial de mango "Ataulfo" en el ejido de Estación Nanchi, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Huerto 1. Tratamientos: Control; T1= Bac-22 (10 mL/L); T2= Bac-23 (10 mL/L); T3= Bac-Ps3 (10 mL/L); T4= Bac-Ps7 (10 mL/L); T5= Bac-Ps1 (10 mL/L); T6= Bac-17 (10 mL/L); T7= Bac-18 (10 mL/L); T8= Bac-Bsf6a (10 mL/L); T9= Bac-4 (10 mL/L); T10= Bac-15 (10 mL/L); T11= Tricho-Cesix (10 mL/L); T12= Tricho-Pino (10 mL/L); T13= Tricho-16 Los Mochis (10 mL/L); T14= Tricho-6 Volcán (10 mL/L); T15= Tricho-1 Cesix (10 mL/L) T16= Fungifree (10 g/L).

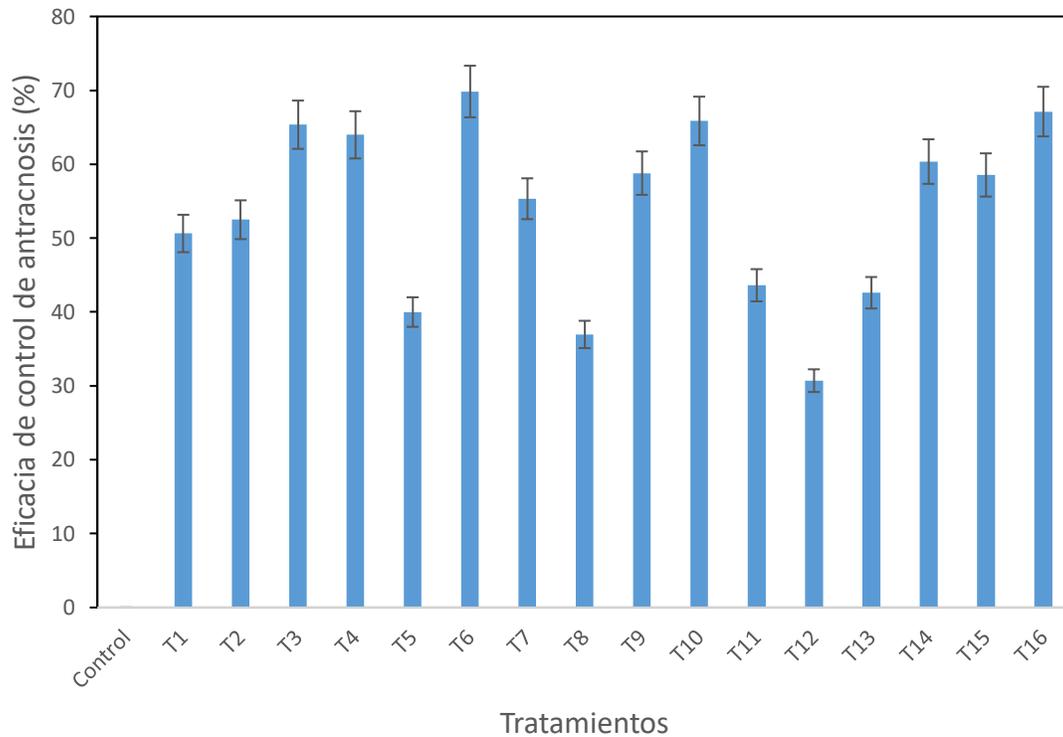


Figura 5. Eficacia de control de antracnosis en frutos de un huerto comercial de mango "Atulfo" en el ejido de Estación Nanchi, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Huerto 1 (evaluación general). Tratamientos: Control; T1= Bac-22 (10 mL/L); T2= Bac-23 (10 mL/L); T3= Bac-Ps3 (10 mL/L); T4= Bac-Ps7 (10 mL/L); T5= Bac-Ps1 (10 mL/L); T6= Bac-17 (10 mL/L); T7= Bac-18 (10 mL/L); T8= Bac-Bsf6a (10 mL/L); T9= Bac-4 (10 mL/L); T10= Bac-15 (10 mL/L); T11= Tricho-Cesix (10 mL/L); T12= Tricho-Pino (10 mL/L); T13= Tricho-16 Los Mochis (10 mL/L); T14= Tricho-6 Volcán (10 mL/L); T15= Tricho-1 Cesix (10 mL/L) T16= Fungifree (10 g/L).

3.3. Aplicaciones de agentes biológicos en fase de campo en el ejido de Valle Lerma (Huerto 2)

En todos los tratamientos evaluados no se observaron síntomas de antracnosis en panículas, la incidencia solo se observó en frutos. En los resultados de la primera evaluación en el ejido de Valle Lerma no se observaron incidencias de antracnosis mayores al 11 % en los frutos control. En Los tratamientos en mezcla con bacterias antagonicas y *Trichodermas* que mostraron menores incidencias (iguales o inferiores al 2 %) fueron T19, T22, T23, T24 y T25. Por otra parte, los tratamientos con el hongo *Trichoderma* que mostraron porcentajes de incidencia similares fueron T27, T28, T29 y T31. Así mismo, los tratamientos con solo bacterias que mostraron incidencias similares a los tratamientos antes citados fueron T33, T34, T35 y T37. Los frutos tratados con Fungifree® presentaron incidencias del 2.4 % (Figura 6). En la segunda evaluación la incidencia en los frutos control fue de alrededor del 14 %. Los frutos tratados con bacterias antagonicas y *Trichoderma* que mostraron incidencias menores al 5 % fueron T17, T19, T20, T21 y T26, mientras que los tratamientos con solo *Trichodermas* T29, T30 y T31 presentaron incidencias cercanas al 5.5 %. Por otra parte, los tratamientos con bacterias T36 y T33 presentaron incidencias de 3.8 y 5.5 % respectivamente. Los frutos tratados con el producto Fungifree® presentaron incidencias cercanas al 7 % (Figura 7). Para la tercera evaluación, los frutos control obtuvieron la mayor incidencia con un 17 % de antracnosis. Los frutos tratados con bacterias antagonicas y *Trichoderma* T17, T20 y T26 presentaron menores incidencias con 5.5, 6.5 y 8.7 % respectivamente. A su vez, los tratamientos con *Trichoderma* T30 y T27 mostraron incidencias de 7.7 a 9.6 %. En tanto que los tratamientos con bacterias T36, T34 y T33 presentaron incidencias de 5.1, 7.7 y 8.0 % respectivamente. Los frutos tratados con el producto Fungifree® presentaron incidencia del 11 % (Figura 8). En la evaluación general, los frutos control presentaron incidencia de antracnosis del 12.5 %. Los frutos de los tratamientos con bacterias y *Trichodermas* (T17, T20 y T26), *Trichodermas* (T29, T30 y T31) y bacterias solas (T36, T33 y T35) mostraron incidencias de antracnosis menores al 6 %. El producto comercial Fungifree® tuvo una incidencia del 7 % (Figura 9).

Con lo que respecta a la eficacia de control de antracnosis, se determinó que el tratamiento con *Trichodermas* T36, y la mezcla de bacterias con *Trichoderma* T36 presentaron eficacias de control de 69 y 70 % respectivamente. Otros tratamientos que tuvieron eficacias de 55 a 60 % fueron T20, T26, T29, T30, T32, T31, T33 y T34. En tanto que los frutos tratados con Fungifree® presentaron una eficacia del 46 %. El resto de los tratamientos mostraron eficacias menores al 53 % (Figura 10).

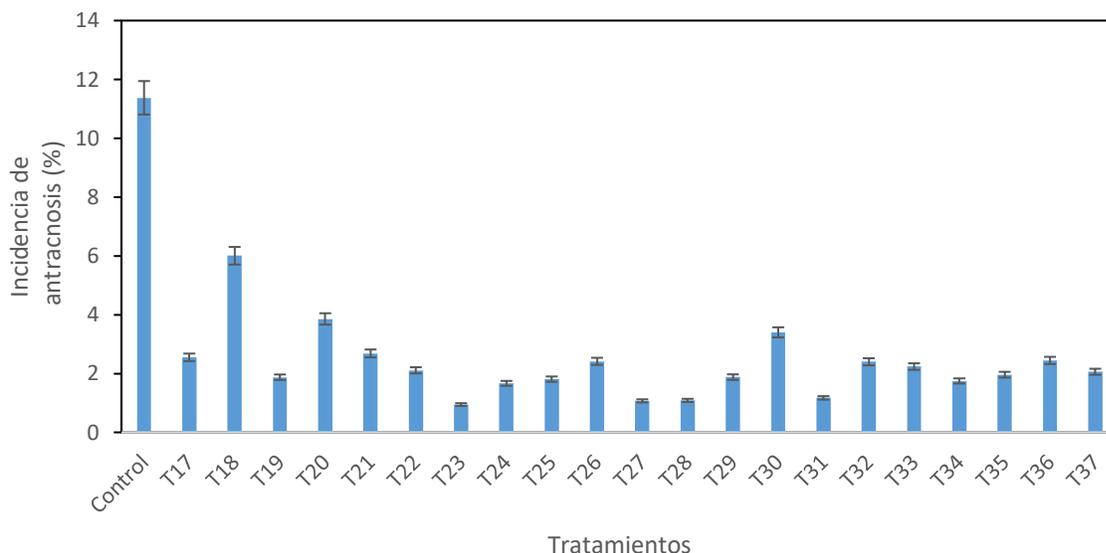


Figura 6. Primera evaluación de la incidencia de antracnosis de un huerto comercial de mango “Ataulfo” en el ejido de Valle Lerma, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Huerto 2. Tratamientos: Control; T17= Bac-22 y Tricho-Cesix (10 + 10 mL/L); T18= Bac-23 y Tricho-Pino (10 + 10 mL/L); T19= Bac-Ps3 y Tricho-16 Los Mochis (10 + 10 mL/L); T20= Bac-Ps7 y Tricho-6 Volcán (10 + 10 mL/L); T21= Bac-Ps1 y Tricho-Cesix 1 (10 + 10 mL/L); T22= Bac-17 y Tricho-Cesix 2 (10 + 10 mL/L); T23= Bac-18 y Tricho-Cesix 3 (10 + 10 mL/L); T24= Bac-Bsf6a y Tricho-Cesix 4 (10 + 10 mL/L); T25= Bac-4 y Tricho-5 hule (10 + 10 mL/L); T26= Bac-15 y Tricho-6 hule (10 + 10 mL/L); T27= Tricho-Cesix 2 (10 mL/L); T28= Tricho-Cesix 3 (10 mL/L); T29= Tricho-Cesix 4 (10 mL/L); T30= Tricho-5 hule (10 mL/L); T31= Tricho-6 hule (10 mL/L) T32= Fungifree (10 g/L) T33= Bac-6 (10 mL/L); T34= Bac-Ps13 (10 mL/L); T35= Bac-19 (10 mL/L); T36= Bac-21 (10 mL/L); T37= Bac-25 (10 mL/L).

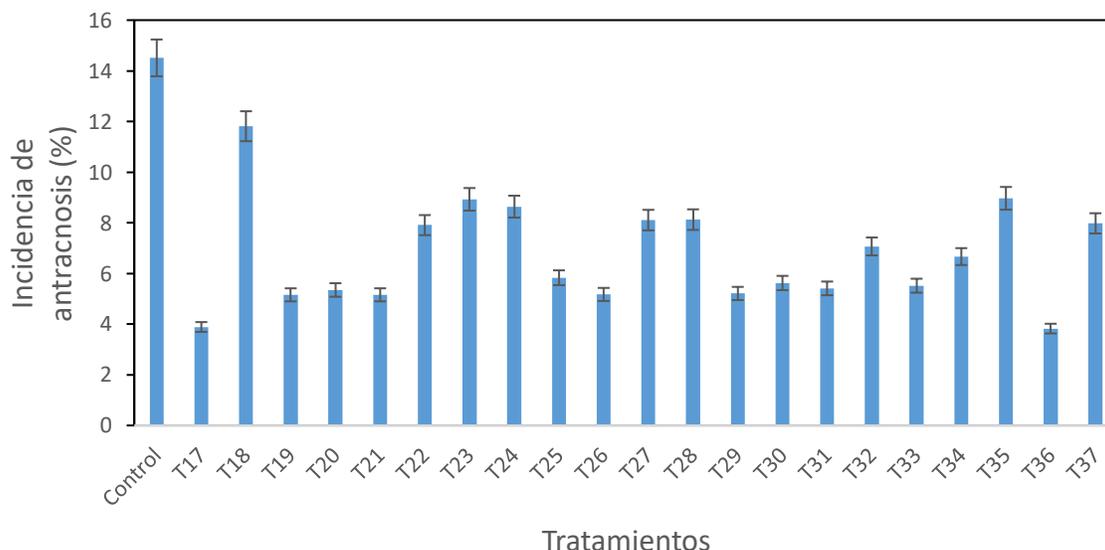


Figura 7. Segunda evaluación de la incidencia de antracnosis de un huerto comercial de mango “Ataulfo” en el ejido de Valle Lerma, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Huerto 2. Tratamientos: Control; T17= Bac-22 y Tricho-Cesix (10 + 10 mL/L); T18= Bac-23 y Tricho-Pino (10 + 10 mL/L); T19= Bac-Ps3 y Tricho-16 Los Mochis (10 + 10 mL/L); T20= Bac-Ps7 y Tricho-6 Volcán (10 + 10 mL/L); T21= Bac-Ps1 y Tricho-Cesix 1 (10 + 10 mL/L); T22= Bac-17 y Tricho-Cesix 2 (10 + 10 mL/L); T23= Bac-18 y Tricho-Cesix 3 (10 + 10 mL/L); T24= Bac-Bsf6a y Tricho-Cesix 4 (10 + 10 mL/L); T25= Bac-4 y Tricho-5 hule (10 + 10 mL/L); T26= Bac-15 y Tricho-6 hule (10 + 10 mL/L); T27= Tricho-Cesix 2 (10 mL/L); T28= Tricho-Cesix 3 (10 mL/L); T29= Tricho-Cesix 4 (10 mL/L); T30= Tricho-5 hule (10 mL/L); T31= Tricho-6 hule (10 mL/L) T32= Fungifree (10 g/L) T33= Bac-6 (10 mL/L); T34= Bac-Ps13 (10 mL/L); T35= Bac-19 (10 mL/L); T36= Bac-21 (10 mL/L); T37= Bac-25 (10 mL/L).

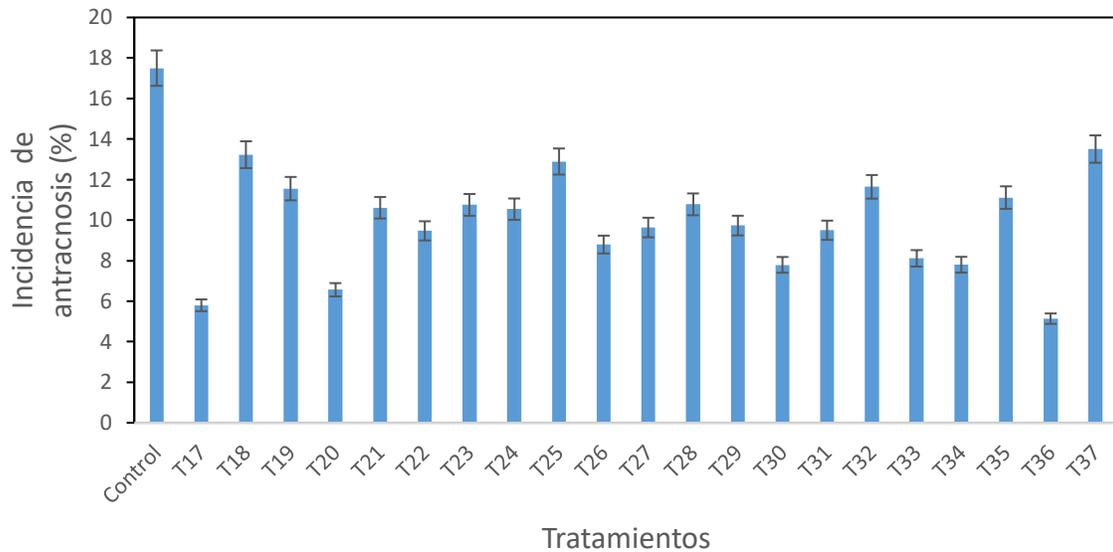


Figura 8. Tercera evaluación de la incidencia de antracnosis de un huerto comercial de mango "Ataulfo" en el ejido de Valle Lerma, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Huerto 2. Tratamientos: Control; T17= Bac-22 y Tricho-Cesix (10 + 10 mL/L); T18= Bac-23 y Tricho-Pino (10 + 10 mL/L); T19= Bac-Ps3 y Tricho-16 Los Mochis (10 + 10 mL/L); T20= Bac-Ps7 y Tricho-6 Volcán (10 + 10 mL/L); T21= Bac-Ps1 y Tricho-Cesix 1 (10 + 10 mL/L); T22= Bac-17 y Tricho-Cesix 2 (10 + 10 mL/L); T23= Bac-18 y Tricho-Cesix 3 (10 + 10 mL/L); T24= Bac-Bsf6a y Tricho-Cesix 4 (10 + 10 mL/L); T25= Bac-4 y Tricho-5 hule (10 + 10 mL/L); T26= Bac-15 y Tricho-6 hule (10 + 10 mL/L); T27= Tricho-Cesix 2 (10 mL/L); T28= Tricho-Cesix 3 (10 mL/L); T29= Tricho-Cesix 4 (10 mL/L); T30= Tricho-5 hule (10 mL/L); T31= Tricho-6 hule (10 mL/L) T32= Fungifree (10 g/L) T33= Bac-6 (10 mL/L); T34= Bac-Ps13 (10 mL/L); T35= Bac-19 (10 mL/L); T36= Bac-21 (10 mL/L); T37= Bac-25 (10 mL/L).

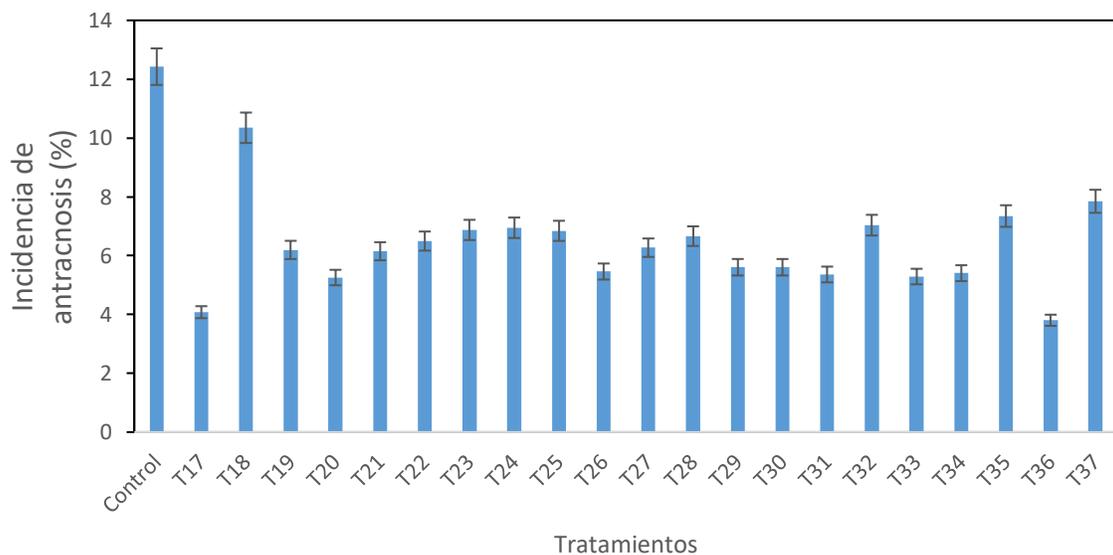


Figura 9. Evaluación general de la incidencia de antracnosis de un huerto comercial de mango "Ataulfo" en el ejido de Valle Lerma, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Huerto 2. Tratamientos: Control; T17= Bac-22 y Tricho-Cesix (10 + 10 mL/L); T18= Bac-23 y Tricho-Pino (10 + 10 mL/L); T19= Bac-Ps3 y Tricho-16 Los Mochis (10 + 10 mL/L); T20= Bac-Ps7 y Tricho-6 Volcán (10 + 10 mL/L); T21= Bac-Ps1 y Tricho-Cesix 1 (10 + 10 mL/L); T22= Bac-17 y Tricho-Cesix 2 (10 + 10 mL/L); T23= Bac-18 y Tricho-Cesix 3 (10 + 10 mL/L); T24= Bac-Bsf6a y Tricho-Cesix 4 (10 + 10 mL/L); T25= Bac-4 y Tricho-5 hule (10 + 10 mL/L); T26= Bac-15 y Tricho-6 hule (10 + 10 mL/L); T27= Tricho-Cesix 2 (10 mL/L); T28= Tricho-Cesix 3 (10 mL/L); T29= Tricho-Cesix 4 (10 mL/L); T30= Tricho-5 hule (10 mL/L); T31= Tricho-6 hule (10 mL/L) T32= Fungifree (10 g/L) T33= Bac-6 (10 mL/L); T34= Bac-Ps13 (10 mL/L); T35= Bac-19 (10 mL/L); T36= Bac-21 (10 mL/L); T37= Bac-25 (10 mL/L).

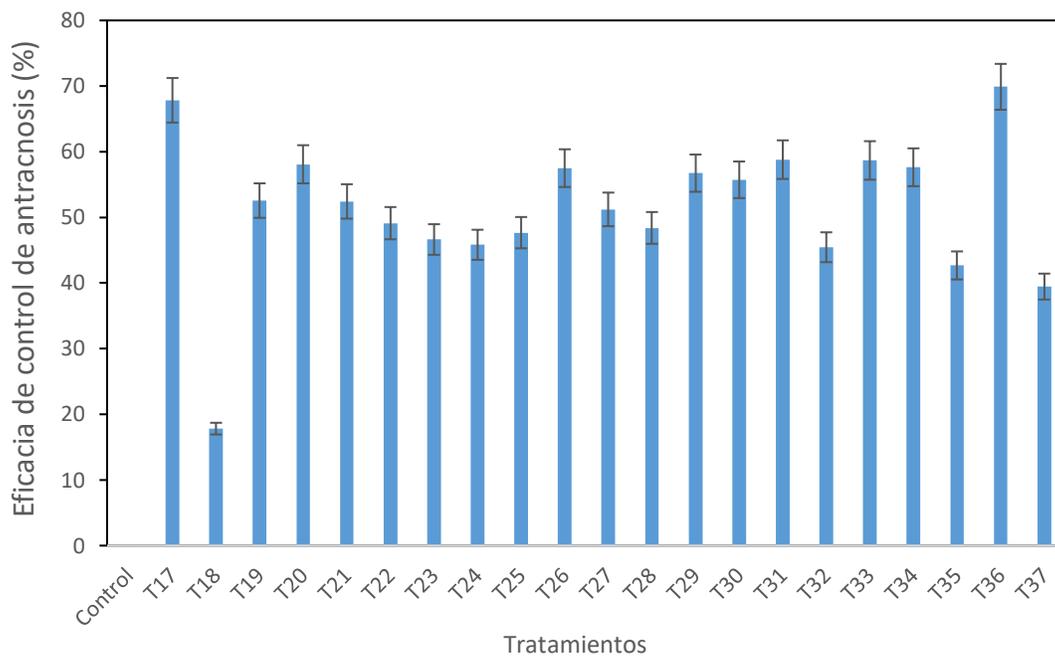


Figura 10. Eficacia de control de antracnosis en frutos de huerto comercial de mango "Ataulfo" en el ejido de Valle Lerma, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Huerto 2. Tratamientos: Control; T17= Bac-22 y Tricho-Cesix (10 + 10 mL/L); T18= Bac-23 y Tricho-Pino (10 + 10 mL/L); T19= Bac-Ps3 y Tricho-16 Los Mochis (10 + 10 mL/L); T20= Bac-Ps7 y Tricho-6 Volcán (10 + 10 mL/L); T21= Bac-Ps1 y Tricho-Cesix 1 (10 + 10 mL/L); T22= Bac-17 y Tricho-Cesix 2 (10 + 10 mL/L); T23= Bac-18 y Tricho-Cesix 3 (10 + 10 mL/L); T24= Bac-Bsf6a y Tricho-Cesix 4 (10 + 10 mL/L); T25= Bac-4 y Tricho-5 hule (10 + 10 mL/L); T26= Bac-15 y Tricho-6 hule (10 + 10 mL/L); T27= Tricho-Cesix 2 (10 mL/L); T28= Tricho-Cesix 3 (10 mL/L); T29= Tricho-Cesix 4 (10 mL/L); T30= Tricho-5 hule (10 mL/L); T31= Tricho-6 hule (10 mL/L); T32= Fungifree (10 g/L); T33= Bac-6 (10 mL/L); T34= Bac-Ps13 (10 mL/L); T35= Bac-19 (10 mL/L); T36= Bac-21 (10 mL/L); T37= Bac-25 (10 mL/L).

3.4. Aplicaciones de agentes biológicos en fase de postcosecha en frutos de mango de la variedad “Ataulfo”.

Incidencia de antracnosis

La mayor incidencia la registraron los frutos control con 98 % de las incisiones con síntomas antracnosis. De los tratamientos con bacterias que mostraron menor incidencia fueron el T2 a 10 mL/L (32 %), T8 a 5 mL/L (37 %) y T12 en ambas dosis (40 y 48 %). En cuanto a *Trichoderma*, las menores incidencias se presentaron en T18 a 5 mL (35 %), T25 en ambas dosis (37 y 38 %) y T19 a 10 mL (43 %). La incidencia en los productos comerciales en ambas dosis (5 y 10 mL) fue de 34 a 37 % para Fungifree[®], de 37-22 % en Serenade[®], y de 50-35 % para Stargus[®] (Figura 11).

Diámetro de la lesión de antracnosis

Los frutos control registraron el mayor diámetro de la lesión con 7.3 mm. Los tratamientos con bacterias que presentaron los menores diámetros fueron T2 a 10 mL/L (2.5 mm), T8 a 5 mL/L (2.8 mm), T12 a 5 mL (2.8 mm) y T7 a 10 mL (3.2 mm). En tanto que los tratamientos con *Trichoderma* que mostraron menores diámetros fueron T18 a 5 mL (2.6 mm) y T25 en ambas dosis (3.3-2.9 mm). Por otra parte, el diámetro de la lesión en productos comerciales en las dos dosis fue de 2.5 a 2.7 mm para Fungifree[®], de 3 a 5 mm en Serenade[®], y de 3.0 a 2.4 cm para Stargus[®] (Figura 12).

Número de lesiones fuera de la incisión

Los frutos control registraron el mayor número de lesiones de antracnosis sobre la epidermis con un promedio de 165 lesiones por fruto. Los tratamientos con bacterias fueron los que presentaron el menor número de lesiones en la dosis de 10 mL/L; T10 (14 lesiones), T12 (26 lesiones), T14 (26 lesiones), T13 (33 lesiones), T8 (44 lesiones) y T9 (45 lesiones). En los frutos tratados con *Trichoderma* los tratamientos T19, T21 y T25 a 10 mL obtuvieron el menor número de lesiones con 65, 74 y 78 respectivamente. Con lo que respecta a los productos comerciales en ambas dosis, Fungifree[®] presentó de 103 a 109 lesiones, Serenade[®] (75 a 137 lesiones) y de 73 a 82 lesiones para Stargus[®] (Figura 13).

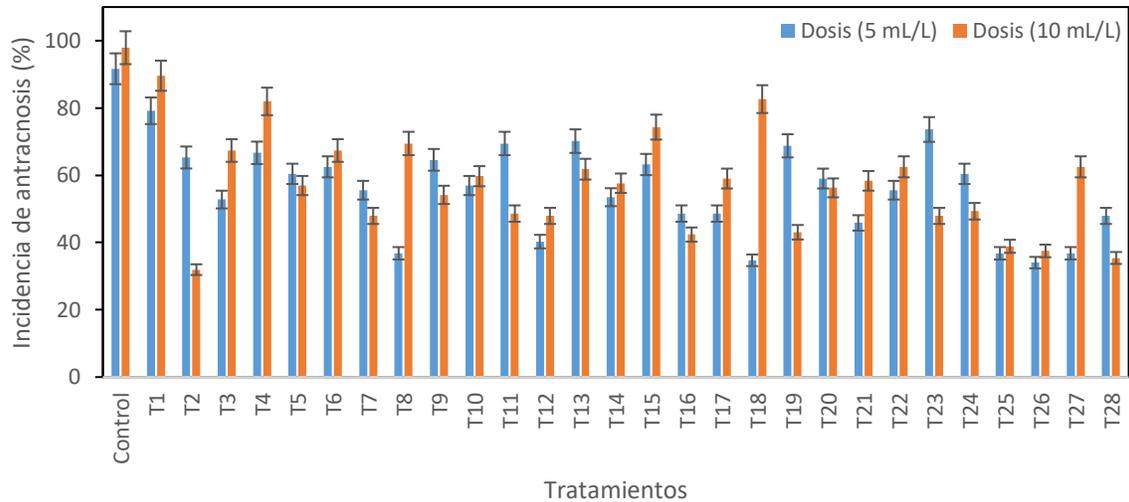


Figura 11. Incidencia de antracnosis en frutos de mango “Ataulfo” en postcosecha. Tratamientos: Control; T1= Bac-22; T2= Bac-23; T3= Bac-Ps3; T4= Bac-Ps7; T5= Bac-Ps1; T6= Bac-17; T7= Bac-18; T8= Bac-Bsf6a; T9= Bac-4; T10= Bac-15; T11= Bac-6; T12= Bac-Ps13; T13= Bac-19; T14= Bac-21; T15= Bac-25; T16= Tricho-Cesix; T17= Tricho-Pino; T18= Tricho-16 Los Mochis; T19= Tricho-6 volcán; T20= Tricho-Cesix 1; T21= Tricho-Cesix 2; T22= Tricho-Cesix 3; T23= Tricho-Cesix 4; T24= Tricho-5 hule; T25= Tricho-6 hule; T26= Fungifree; T27= Serenade; T28= Stargus.

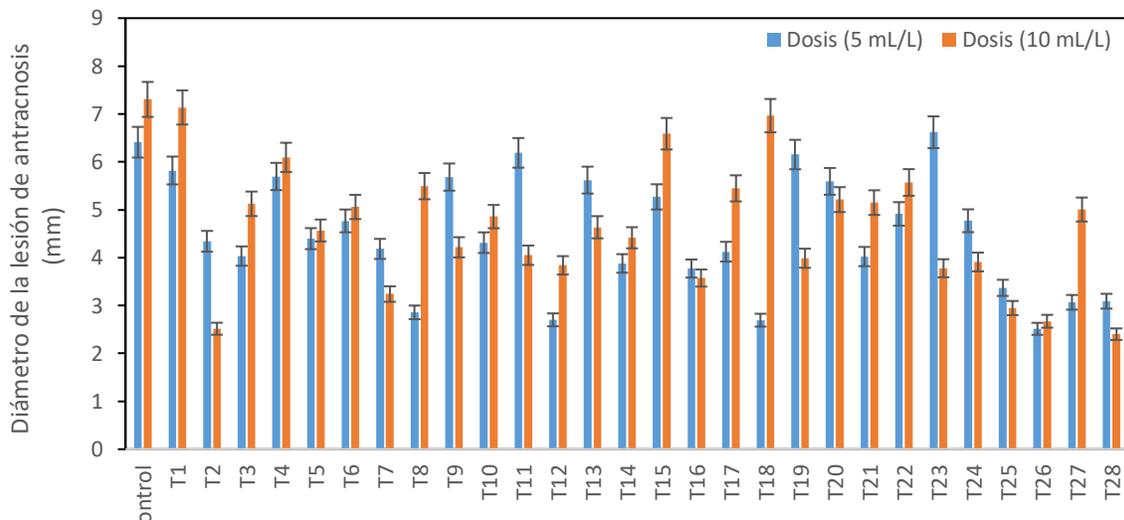


Figura 12. Diámetro de la lesión de antracnosis en frutos de mango “Ataulfo” en postcosecha. Tratamientos: Control; T1= Bac-22; T2= Bac-23; T3= Bac-Ps3; T4= Bac-Ps7; T5= Bac-Ps1; T6= Bac-17; T7= Bac-18; T8= Bac-Bsf6a; T9= Bac-4; T10= Bac-15; T11= Bac-6; T12= Bac-Ps13; T13= Bac-19; T14= Bac-21; T15= Bac-25; T16= Tricho-Cesix; T17= Tricho-Pino; T18= Tricho-16 Los Mochis; T19= Tricho-6 volcán; T20= Tricho-Cesix 1; T21= Tricho-Cesix 2; T22= Tricho-Cesix 3; T23= Tricho-Cesix 4; T24= Tricho-5 hule; T25= Tricho-6 hule; T26= Fungifree; T27= Serenade; T28= Stargus.

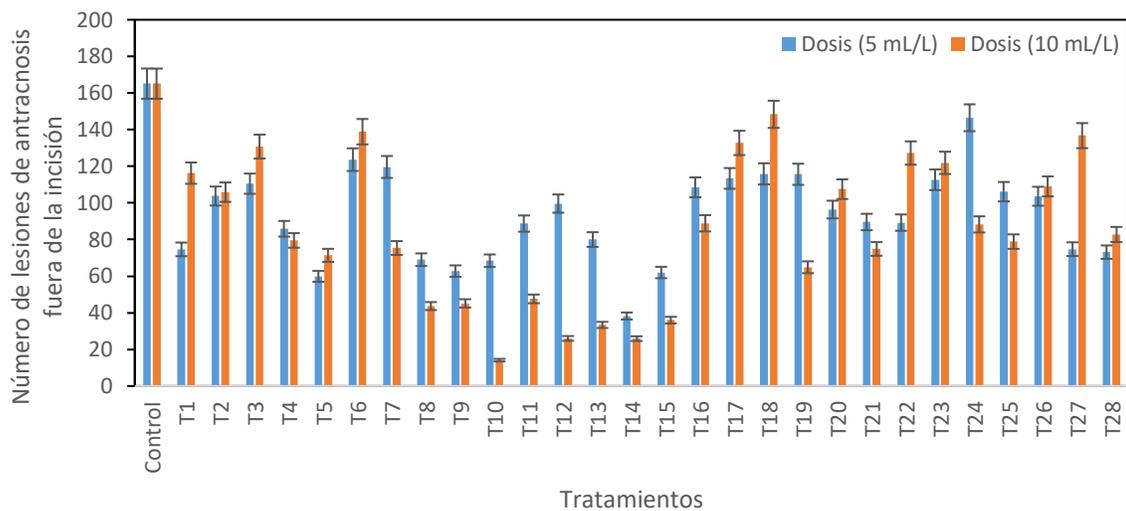


Figura 13. Número de lesiones de antracnosis fuera de la incisión en frutos de mango “Ataulfo” en postcosecha. Tratamientos: Control; T1= Bac-22; T2= Bac-23; T3= Bac-Ps3; T4= Bac-Ps7; T5= Bac-Ps1; T6= Bac-17; T7= Bac-18; T8= Bac-Bsf6a; T9= Bac-4; T10= Bac-15; T11= Bac-6; T12= Bac-Ps13; T13= Bac-19; T14= Bac-21; T15= Bac-25; T16= Tricho-Cesix; T17= Tricho-Pino; T18= Tricho-16 Los Mochis; T19= Tricho-6 volcán; T20= Tricho-Cesix 1; T21= Tricho-Cesix 2; T22= Tricho-Cesix 3; T23= Tricho-Cesix 4; T24= Tricho-5 hule; T25= Tricho-6 hule; T26= Fungifree; T27= Serenade; T28= Stargus.

3.5. Aplicaciones de agentes biológicos en fase de postcosecha en frutos de mango de la variedad “Tommy Atkins”.

Incidencia de antracnosis

La mayor incidencia la registraron los frutos control con 100 % de las incisiones con síntomas antracnosis. De los tratamientos con bacterias que mostraron menor incidencia fueron el T13 a 10 mL/L (35 %), T14 en ambas dosis (46 y 43 %), T8 a 5 mL (52 %) y T9 a 5 mL (52 %). El resto de los tratamientos con bacterias, *Trichoderma* y los productos comerciales Fungifree®, Serenade® y Stargus® mostraron incidencias mayores al 60 % (Figura 14).

Diámetro de la lesión de antracnosis

Los frutos control registraron diámetro de la lesión de 8 mm, no obstante, los tratamientos T16, T22 y T23 presentaron diámetros similares o mayores a los frutos control. Los tratamientos con bacterias que presentaron los menores diámetros fueron T13 a 10 mL/L (1.9 mm), T14 en las dos dosis (2.7 y 2.9 mm), T11 a 10 mL (3 mm), T8 y T9 a 5 mL (3.5 mm) y T10 a 10 mL (3.9 mm). En tanto que los tratamientos con *Trichoderma* que mostraron diámetros menores a 5 mm fueron T22, T24 y T25. Por otra parte, el diámetro de la lesión en productos comerciales en las dos dosis fue de 6.2 a 4.3 mm para Fungifree®, de 7.0 a 6.7 mm en Serenade®, y de 6.0 a 4.0 mm para Stargus® (Figura 15).

Número de lesiones fuera de la incisión

Los frutos control registraron el mayor número de lesiones de antracnosis sobre la epidermis con un promedio de 74 lesiones por fruto, no obstante, los tratamientos T8, T9, T10, T11, T17, T19, T23 y T26 tuvieron más de 60 lesiones por fruto. Por otra parte, los tratamientos que obtuvieron menos de 45 lesiones por fruto fueron los tratamientos con bacterias T13, T14 y T15, y con *Trichoderma* T21 y T24. Con lo que respecta a los productos comerciales en ambas dosis, el número de lesiones fue igual o mayor a 50 (Figura 16).

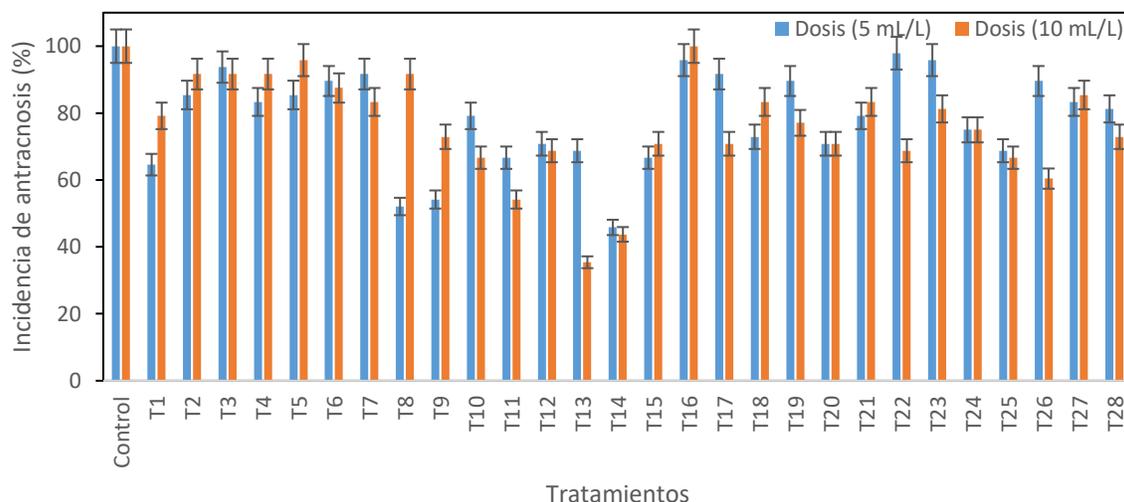


Figura 14. Incidencia de antracnosis en frutos de mango “Tommy Atkins” en postcosecha. Tratamientos: Control; T1= Bac-22; T2= Bac-23; T3= Bac-Ps3; T4= Bac-Ps7; T5= Bac-Ps1; T6= Bac-17; T7= Bac-18; T8= Bac-Bsf6a; T9= Bac-4; T10= Bac-15; T11= Bac-6; T12= Bac-Ps13; T13= Bac-19; T14= Bac-21; T15= Bac-25; T16= Tricho-Cesix; T17= Tricho-Pino; T18= Tricho-16 Los Mochis; T19= Tricho-6 volcán; T20= Tricho-Cesix 1; T21= Tricho-Cesix 2; T22= Tricho-Cesix 3; T23= Tricho-Cesix 4; T24= Tricho-5 hule; T25= Tricho-6 hule; T26= Fungifree; T27= Serenade; T28= Stargus.

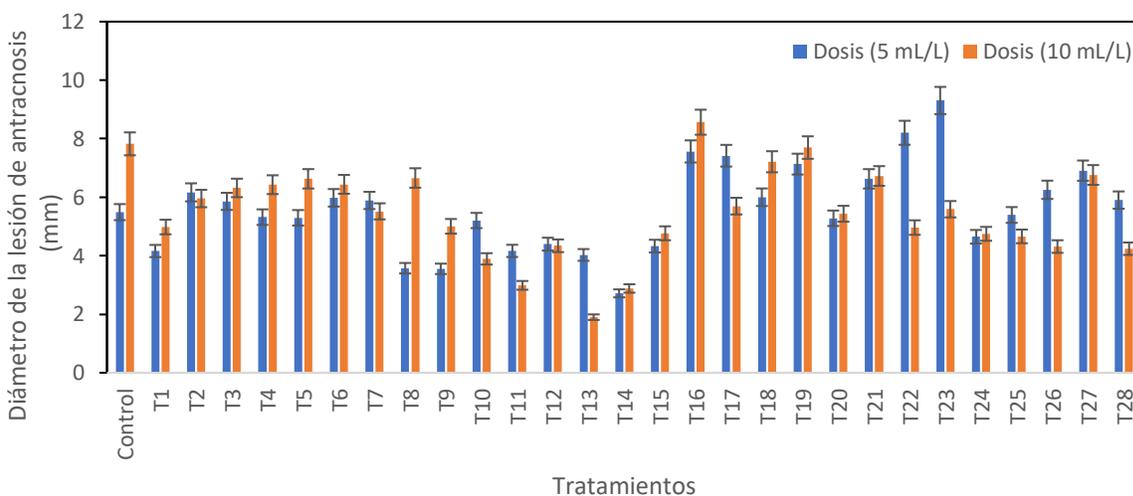


Figura 15. Diámetro de la lesión de antracnosis en frutos de mango “Tommy Atkins” en postcosecha. Tratamientos: Control; T1= Bac-22; T2= Bac-23; T3= Bac-Ps3; T4= Bac-Ps7; T5= Bac-Ps1; T6= Bac-17; T7= Bac-18; T8= Bac-Bsf6a; T9= Bac-4; T10= Bac-15; T11= Bac-6; T12= Bac-Ps13; T13= Bac-19; T14= Bac-21; T15= Bac-25; T16= Tricho-Cesix; T17= Tricho-Pino; T18= Tricho-16 Los Mochis; T19= Tricho-6 volcán; T20= Tricho-Cesix 1; T21= Tricho-Cesix 2; T22= Tricho-Cesix 3; T23= Tricho-Cesix 4; T24= Tricho-5 hule; T25= Tricho-6 hule; T26= Fungifree; T27= Serenade; T28= Stargus.

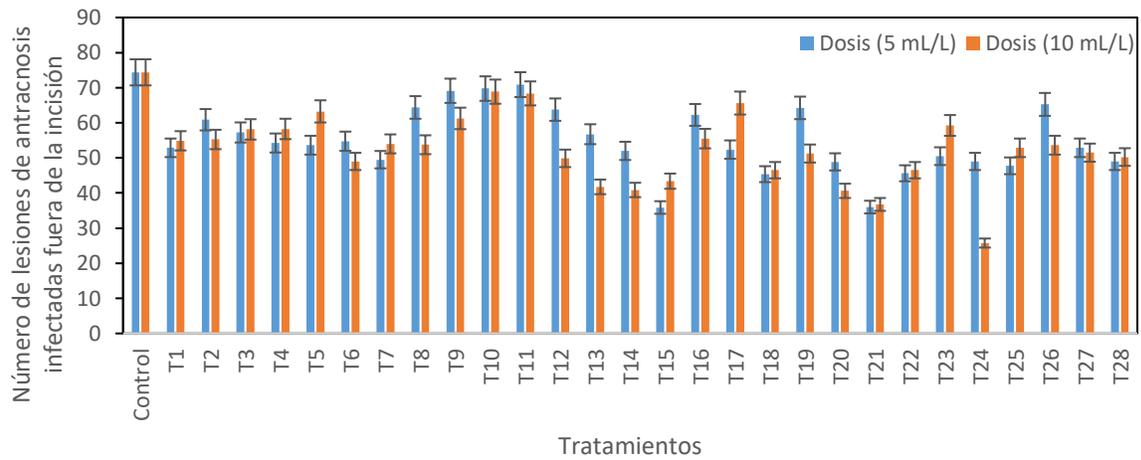


Figura 16. Número de lesiones de antracnosis fuera de la incisión en frutos de mango “Tommy Atkins” en postcosecha. Tratamientos: Control; T1= Bac-22; T2= Bac-23; T3= Bac-Ps3; T4= Bac-Ps7; T5= Bac-Ps1; T6= Bac-17; T7= Bac-18; T8= Bac-Bsf6a; T9= Bac-4; T10= Bac-15; T11= Bac-6; T12= Bac-Ps13; T13= Bac-19; T14= Bac-21; T15= Bac-25; T16= Tricho-Cesix; T17= Tricho-Pino; T18= Tricho-16 Los Mochis; T19= Tricho-6 volcán; T20= Tricho-Cesix 1; T21= Tricho-Cesix 2; T22= Tricho-Cesix 3; T23= Tricho-Cesix 4; T24= Tricho-5 hule; T25= Tricho-6 hule; T26= Fungifree; T27= Serenade; T28= Stargus.

3.6. Aplicaciones de agentes biológicos en fase de postcosecha en frutos de mango de la variedad “Keit”.

Incidencia de antracnosis

La mayor incidencia la registraron los frutos control con más del 80 % de las incisiones con síntomas antracnosis, sin embargo, algunos tratamientos mostraron incidencias iguales o mayores al 70 %, tal es el caso de T6, T7, T17, T18, T19 y T20. De los tratamientos con bacterias que mostraron menor incidencia fueron el T12 a 10 mL/L (14 %) y T15 en 5 mL (41%). El resto de los tratamientos, incluidos bacterias, *Trichoderma* y los productos comerciales Fungifree®, Serenade® y Stargus® mostraron incidencias mayores al 50 % (Figura 17).

Diámetro de la lesión de antracnosis

Los frutos control registraron diámetro de la lesión de 4.5 mm, no obstante, la mayoría de los tratamientos presentaron diámetros de las lesiones iguales o superiores a los frutos control, llegando a un máximo de 7 mm. Exceptuando el tratamiento T12 a 10 mL que presentó 1 mm y T15 a 5 mL con 4 mm de diámetro de las lesiones. Por otra parte, los productos comerciales Fungifree®, Serenade® y Stargus® mostraron diámetros en las lesiones muy similares al de la mayoría de los tratamientos, entre 4 y 5 mm (Figura 18).

Número de lesiones fuera de la incisión

Los frutos control registraron lesiones por antracnosis sobre la epidermis con un promedio de 152 lesiones por fruto, sin embargo, hubo tratamientos que manifestaron igual o más lesiones por fruto que los frutos control, tal es el caso de T13, T16, T17, T18 y T19. Por otra parte, los tratamientos que presentaron el menor número de lesiones fueron los *Trichoderma* T21 a 5 mL/L (57 lesiones), T24 en ambas dosis (59 a 61 lesiones) y T25 a 5 mL (67 lesiones). En el caso de las bacterias que mostraron menor número de lesiones, en al menos alguna de sus dosis, y que estuvieron en el rango de 80 a 100 lesiones fueron T5, T6, T7 y T11. Con lo que respecta a los productos comerciales en ambas dosis, el número de lesiones estuvo en el rango de 90 a 140 lesiones por fruto (Figura 19).

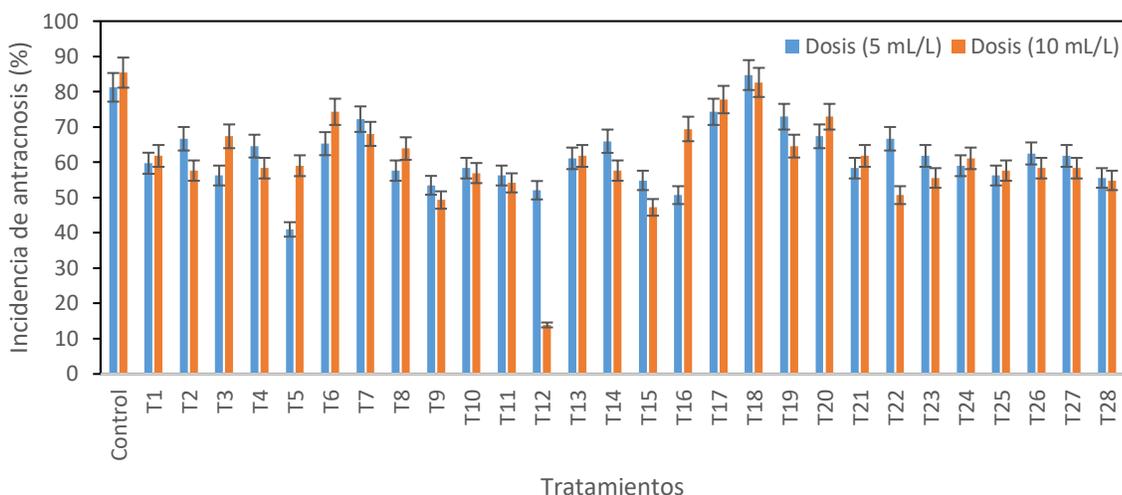


Figura 17. Incidencia de antracnosis en frutos de mango “Keitt” en postcosecha. Tratamientos: Control; T1= Bac-22; T2= Bac-23; T3= Bac-Ps3; T4= Bac-Ps7; T5= Bac-Ps1; T6= Bac-17; T7= Bac-18; T8= Bac-Bsf6a; T9= Bac-4; T10= Bac-15; T11= Bac-6; T12= Bac-Ps13; T13= Bac-19; T14= Bac-21; T15= Bac-25; T16= Tricho-Cesix; T17= Tricho-Pino; T18= Tricho-16 Los Mochis; T19= Tricho-6 volcán; T20= Tricho-Cesix 1; T21= Tricho-Cesix 2; T22= Tricho-Cesix 3; T23= Tricho-Cesix 4; T24= Tricho-5 hule; T25= Tricho-6 hule; T26= Fungifree; T27= Serenade; T28= Stargus.

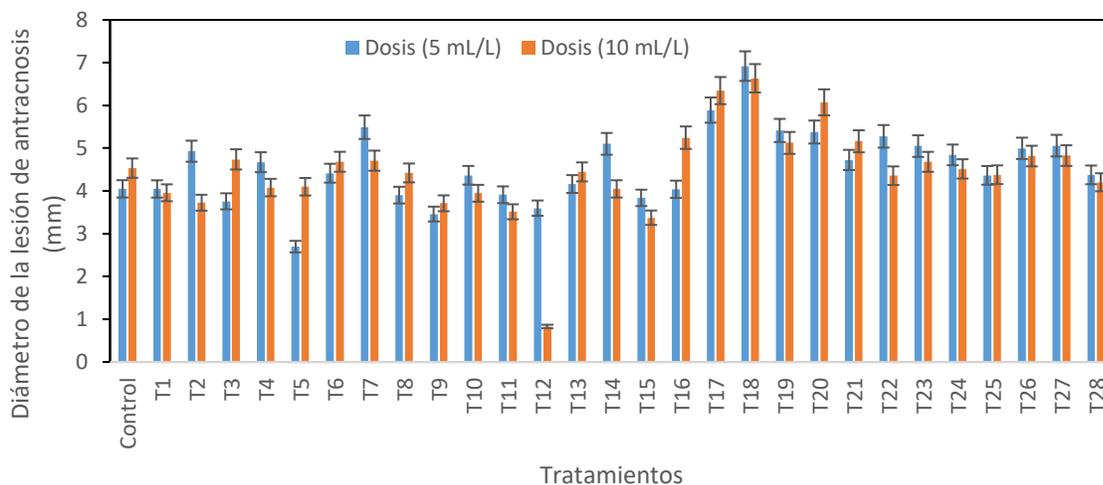


Figura 18. Diámetro de la lesión de antracnosis en frutos de mango “Keitt” en postcosecha. Tratamientos: Control; T1= Bac-22; T2= Bac-23; T3= Bac-Ps3; T4= Bac-Ps7; T5= Bac-Ps1; T6= Bac-17; T7= Bac-18; T8= Bac-Bsf6a; T9= Bac-4; T10= Bac-15; T11= Bac-6; T12= Bac-Ps13; T13= Bac-19; T14= Bac-21; T15= Bac-25; T16= Tricho-Cesix; T17= Tricho-Pino; T18= Tricho-16 Los Mochis; T19= Tricho-6 volcán; T20= Tricho-Cesix 1; T21= Tricho-Cesix 2; T22= Tricho-Cesix 3; T23= Tricho-Cesix 4; T24= Tricho-5 hule; T25= Tricho-6 hule; T26= Fungifree; T27= Serenade; T28= Stargus.

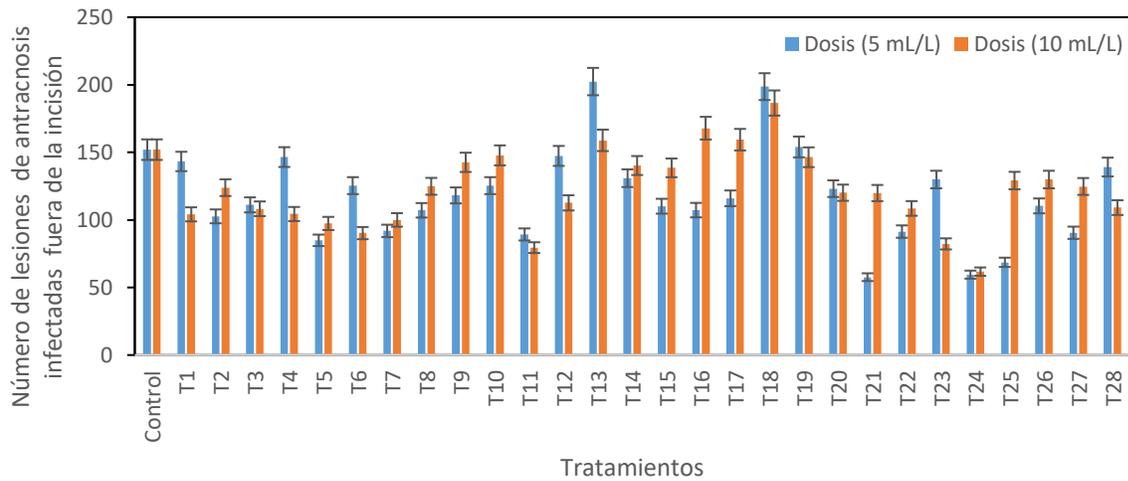


Figura 19.- Número de lesiones de antracnosis fuera de la incisión en frutos de mango “Keitt” en postcosecha. Tratamientos: Control; T1= Bac-22; T2= Bac-23; T3= Bac-Ps3; T4= Bac-Ps7; T5= Bac-Ps1; T6= Bac-17; T7= Bac-18; T8= Bac-Bsf6a; T9= Bac-4; T10= Bac-15; T11= Bac-6; T12= Bac-Ps13; T13= Bac-19; T14= Bac-21; T15= Bac-25; T16= Tricho-Cesix; T17= Tricho-Pino; T18= Tricho-16 Los Mochis; T19= Tricho-6 volcán; T20= Tricho-Cesix 1; T21= Tricho-Cesix 2; T22= Tricho-Cesix 3; T23= Tricho-Cesix 4; T24= Tricho-5 hule; T25= Tricho-6 hule; T26= Fungifree; T27= Serenade; T28= Stargus.

3.7. Aplicaciones de agentes biológicos en fase de postcosecha en frutos de mango de la variedad “Kent”.

Incidencia de antracnosis

Los frutos control mostraron una incidencia cercana al 100 % de las incisiones con síntomas antracnosis, sin embargo, la mayoría de los tratamientos mostraron incidencias iguales o mayores al 80 %. De los tratamientos que mostraron menor incidencia fueron el tratamiento con *Trichoderma* T22 en ambas dosis (5 y 10 mL/L) con 68 y 70 % respectivamente. T12 a 10 mL/L (14 %) y T15 en 5 mL (41%). Por otra parte, las incidencias en los productos comerciales en ambas dosis fueron Fungifree® (47 a 70 %), Serenade® (79 a 68 %) y Stargus® (94 a 85 %) (Figura 20).

Diámetro de la lesión de antracnosis

Los frutos control registraron el mayor diámetro de la lesión con 10 mm, no obstante, la mayoría de los tratamientos presentaron diámetros de las lesiones en los rangos de 6 a 8 mm. Exceptuando algunos tratamientos con bacterias y *Trichoderma* que registraron diámetros de las lesiones entre 5 y 6 mm en al menos alguna de sus dos dosis, tal es el caso de T8, T10, T11, T12 y T14 (bacterias), y T18 y T22 (*Trichoderma*). Por otra parte, los productos comerciales Fungifree®, Serenade® y Stargus® mostraron diámetros en las lesiones muy similares al de la mayoría de los tratamientos, excepto Fungifree® a 5 mL, cuyo diámetro de la lesión fue de 3.5 mm (Figura 21).

Número de lesiones fuera de la incisión

Los frutos control registraron el mayor número de lesiones por antracnosis sobre la epidermis con un promedio de 278. Por otra parte, los tratamientos con bacterias que presentaron el menor número de lesiones fueron T9 a 10 mL/L (80 lesiones), T13 en ambas dosis (5 y 10 mL) con 76 y 94 lesiones respectivamente, T12 a 5 mL (92 lesiones), T14 en ambas dosis (103 y 98 lesiones). Por otra parte, los *Trichoderma* con menor número de lesiones fueron T19 a 5 mL (66 lesiones), T22 5 mL (78 lesiones), T18 a 10 mL (89 lesiones) y T24 en ambas dosis con 108 y 110 lesiones respectivamente. Dentro de los tratamientos con productos comerciales, el Fungifree® a dosis de 5 mL registró el menor número de lesiones con 93, el resto de los tratamientos y dosis mostraron un promedio de 112 a 176 lesiones por fruto (Figura 22).

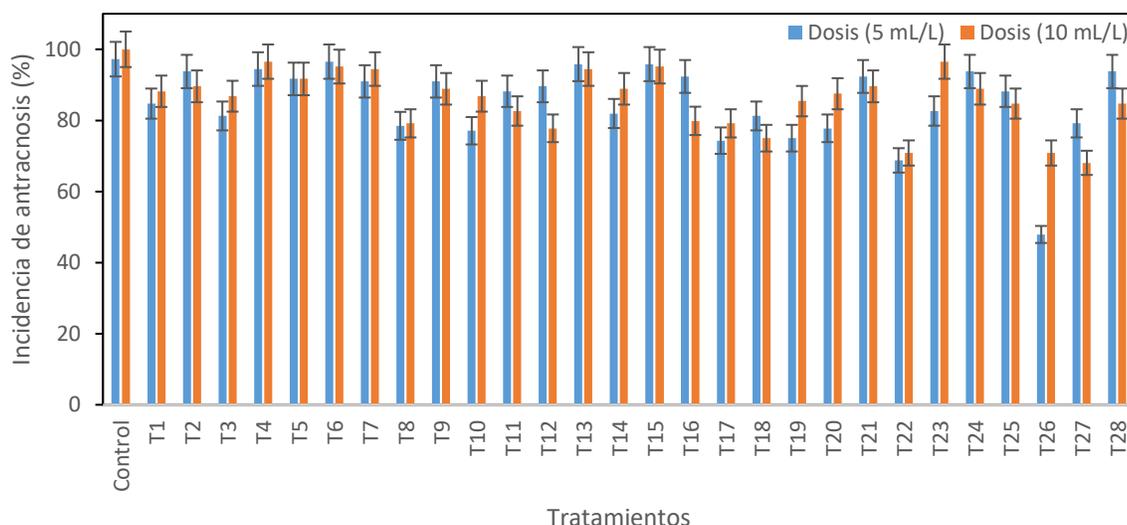


Figura 21. Incidencia de antracnosis en frutos de mango “Kent” en postcosecha. Tratamientos: Control; T1= Bac-22; T2= Bac-23; T3= Bac-Ps3; T4= Bac-Ps7; T5= Bac-Ps1; T6= Bac-17; T7= Bac-18; T8= Bac-Bsf6a; T9= Bac-4; T10= Bac-15; T11= Bac-6; T12= Bac-Ps13; T13= Bac-19; T14= Bac-21; T15= Bac-25; T16= Tricho-Cesix; T17= Tricho-Pino; T18= Tricho-16 Los Mochis; T19= Tricho-6 volcán; T20= Tricho-Cesix 1; T21= Tricho-Cesix 2; T22= Tricho-Cesix 3; T23= Tricho-Cesix 4; T24= Tricho-5 hule; T25= Tricho-6 hule; T26= Fungifree; T27= Serenade; T28= Stargus.

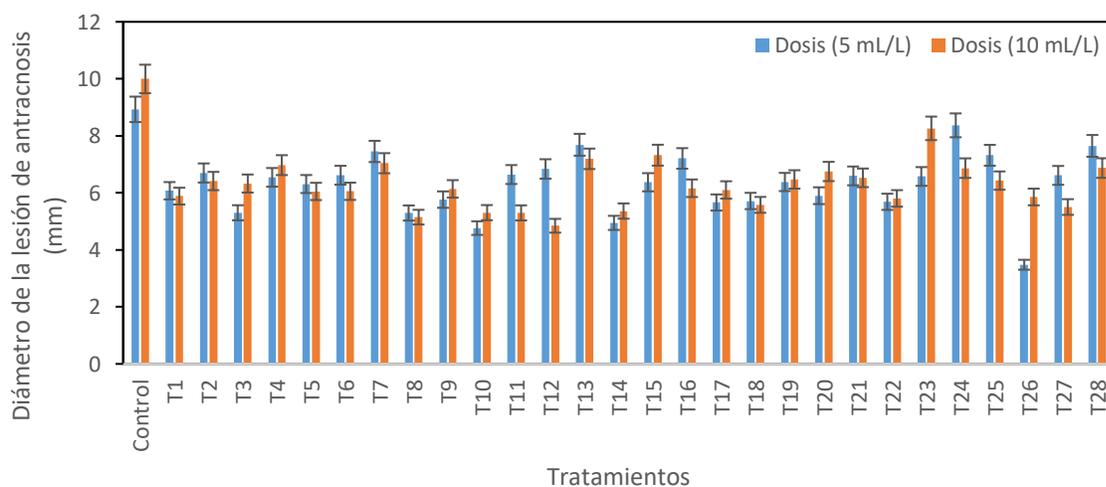


Figura 22. Diámetro de la lesión de antracnosis en frutos de mango “Kent” en postcosecha. Tratamientos: Control; T1= Bac-22; T2= Bac-23; T3= Bac-Ps3; T4= Bac-Ps7; T5= Bac-Ps1; T6= Bac-17; T7= Bac-18; T8= Bac-Bsf6a; T9= Bac-4; T10= Bac-15; T11= Bac-6; T12= Bac-Ps13; T13= Bac-19; T14= Bac-21; T15= Bac-25; T16= Tricho-Cesix; T17= Tricho-Pino; T18= Tricho-16 Los Mochis; T19= Tricho-6 volcán; T20= Tricho-Cesix 1; T21= Tricho-Cesix 2; T22= Tricho-Cesix 3; T23= Tricho-Cesix 4; T24= Tricho-5 hule; T25= Tricho-6 hule; T26= Fungifree; T27= Serenade; T28= Stargus.

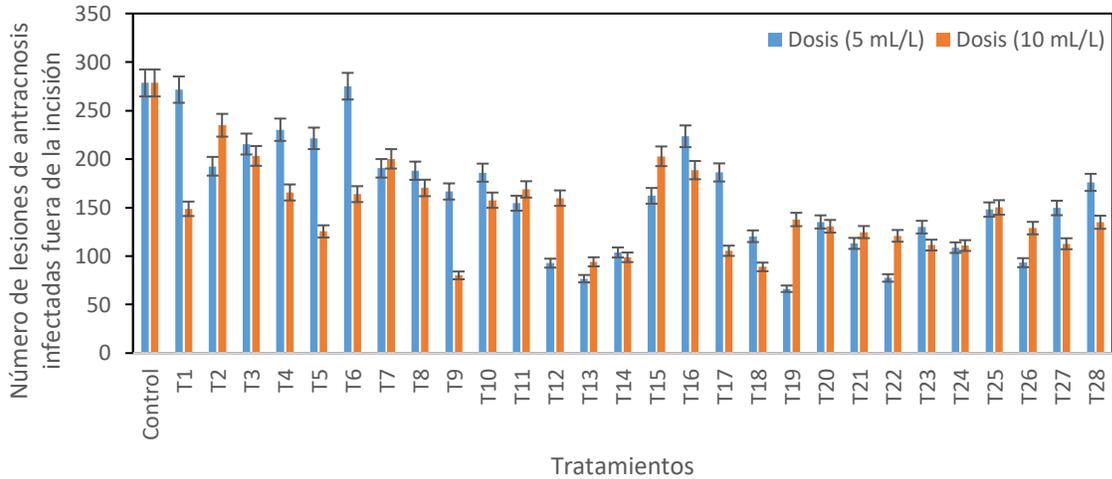


Figura 23. Número de lesiones de antracnosis fuera de la incisión en frutos de mango “Kent” en postcosecha. Tratamientos: Control; T1= Bac-22; T2= Bac-23; T3= Bac-Ps3; T4= Bac-Ps7; T5= Bac-Ps1; T6= Bac-17; T7= Bac-18; T8= Bac-Bsf6a; T9= Bac-4; T10= Bac-15; T11= Bac-6; T12= Bac-Ps13; T13= Bac-19; T14= Bac-21; T15= Bac-25; T16= Tricho-Cesix; T17= Tricho-Pino; T18= Tricho-16 Los Mochis; T19= Tricho-6 volcán; T20= Tricho-Cesix 1; T21= Tricho-Cesix 2; T22= Tricho-Cesix 3; T23= Tricho-Cesix 4; T24= Tricho-5 hule; T25= Tricho-6 hule; T26= Fungifree; T27= Serenade; T28= Stargus.

4. CONCLUSIONES

1. Las condiciones climatológicas que prevalecieron en los huertos de mango “Ataulfo” seleccionados, no fueron las más idóneas para que se presentara una alta incidencia de antracnosis sobre los frutos en sus diferentes etapas fenológicas. Debido a lo anterior, no se pudo observar el máximo potencial de los tratamientos formulados con cepas de bacterias antagonicas, cepas de *Trichoderma* y una mezcla de bacterias más *Trichoderma*.
2. No se encontró presencia de antracnosis en las inflorescencias en árboles de los tratamientos, incluidos los árboles control.
3. A pesar de que la incidencia de antracnosis no fue alta, se pudo observar que frutos testigo mostraron mayor incidencia de antracnosis. Se observó que algunas cepas de bacterias y *Trichoderma* pudieran tener potencial para el control de antracnosis en etapa de precosecha. También se pudo notar que no hubo diferencias entre las aplicaciones con las formulaciones de agentes biológicos y el producto comercial Fungifree®.
4. Las formulaciones de biopesticidas en sus distintas concentraciones en etapa de postcosecha, no tuvieron efecto significativo en detener la incidencia y severidad (diámetro de la lesión) de antracnosis en heridas, así como en el número de heridas fuera de las incisiones. Por tanto, se concluye que ninguno de los tratamientos con agentes biológicos, incluidos los fungicidas comerciales Fungifree®, Serenade® y Stargus®, detienen el proceso de infección por completo una vez que el patógeno ya está dentro del fruto.
5. A pesar de que ninguno de los tratamientos detuvo el avance de antracnosis en postcosecha sobre los frutos en las distintas variedades de mango, si se pudo determinar que algunas cepas de bacterias y *Trichoderma* tuvieron efecto de control sobre la enfermedad al comparar con los frutos control.
6. Algunas cepas de bacterias antagonicas y cepas de *Trichoderma* mostraron mayor efectividad biológica en el control de antracnosis en postcosecha que los productos comerciales Fungifree®, Serenade® y Stargus®.

5. ÁPENDICE FOTOGRÁFICO



Figura 24. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango "Ataulfo" en postcosecha, tratados con cepas del hongo antagonista *Trichoderma* spp. Tratamientos: (1) T19= Tricho-6 volcán; (2) T20= Tricho-Cesix 1; (3) T21= Tricho-Cesix 2; (4) T22= Tricho-Cesix 3; (5) T23= Tricho-Cesix 4; (6) T24= Tricho-5 hule; (7) T25= Tricho-6 hule; (8) T16= Tricho-Cesix; (9) T17= Tricho-Pino; (10) T18= Tricho-16 Los Mochis.

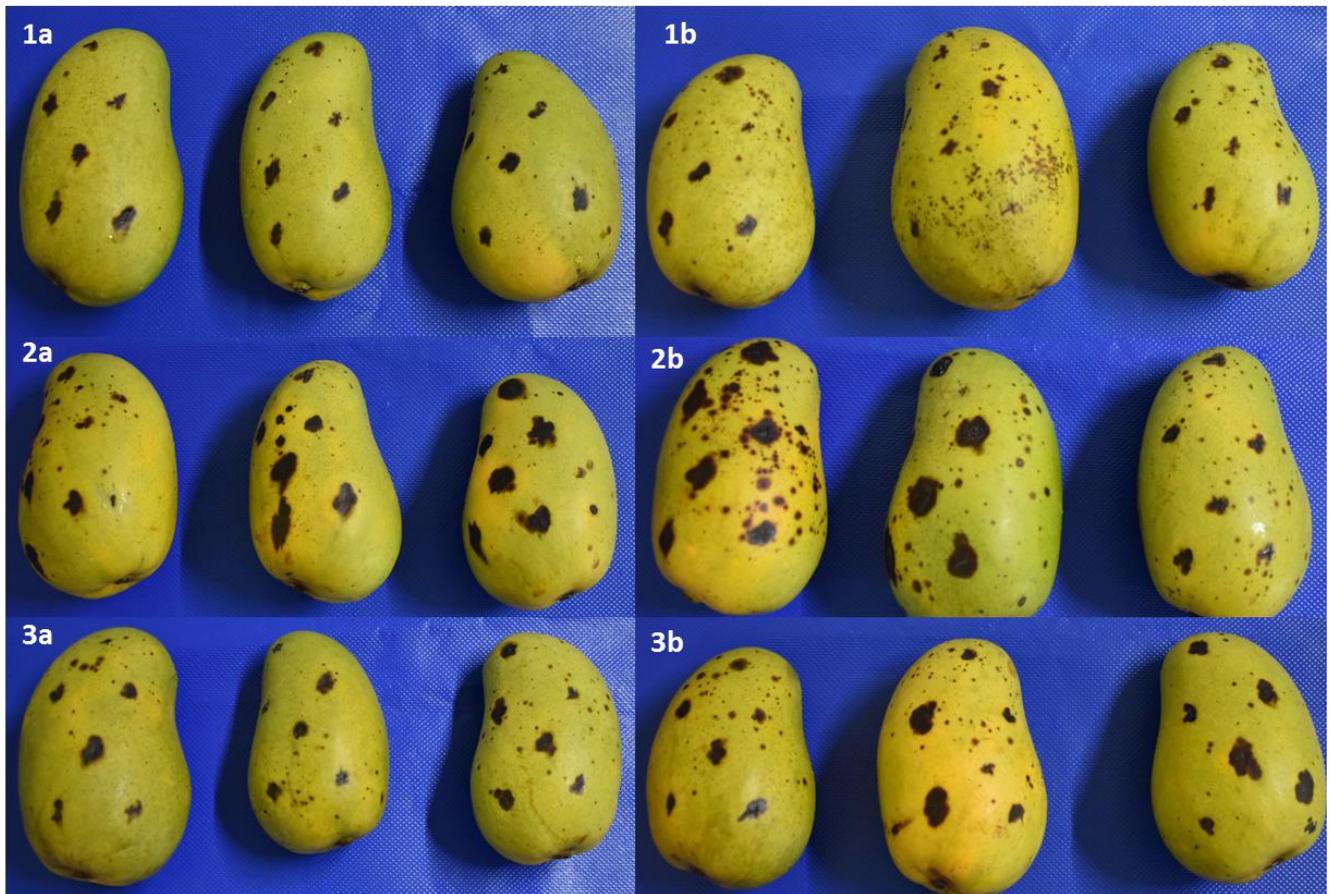


Figura 25. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango "Ataulfo" en postcosecha, tratados con bacterias comerciales. Tratamientos: (1a y 1b) T26= Fungifree; (2a y 2b) T27= Serenade; (3a y 3b) T28= Stargus.



Figura 26. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos control de mango "Ataulfo" en postcosecha.



Figura 27. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango "Ataulfo" en postcosecha, tratados con cepas de bacterias antagónicas. Tratamientos: (1) T1= Bac-22; (2) T2= Bac-23; (3) T3= Bac-Ps3; (4) T4= Bac-Ps7; (5) T5= Bac-Ps1; (6) T6= Bac-17; (7) T7= Bac-18; (8) T8= Bac-Bsf6a.

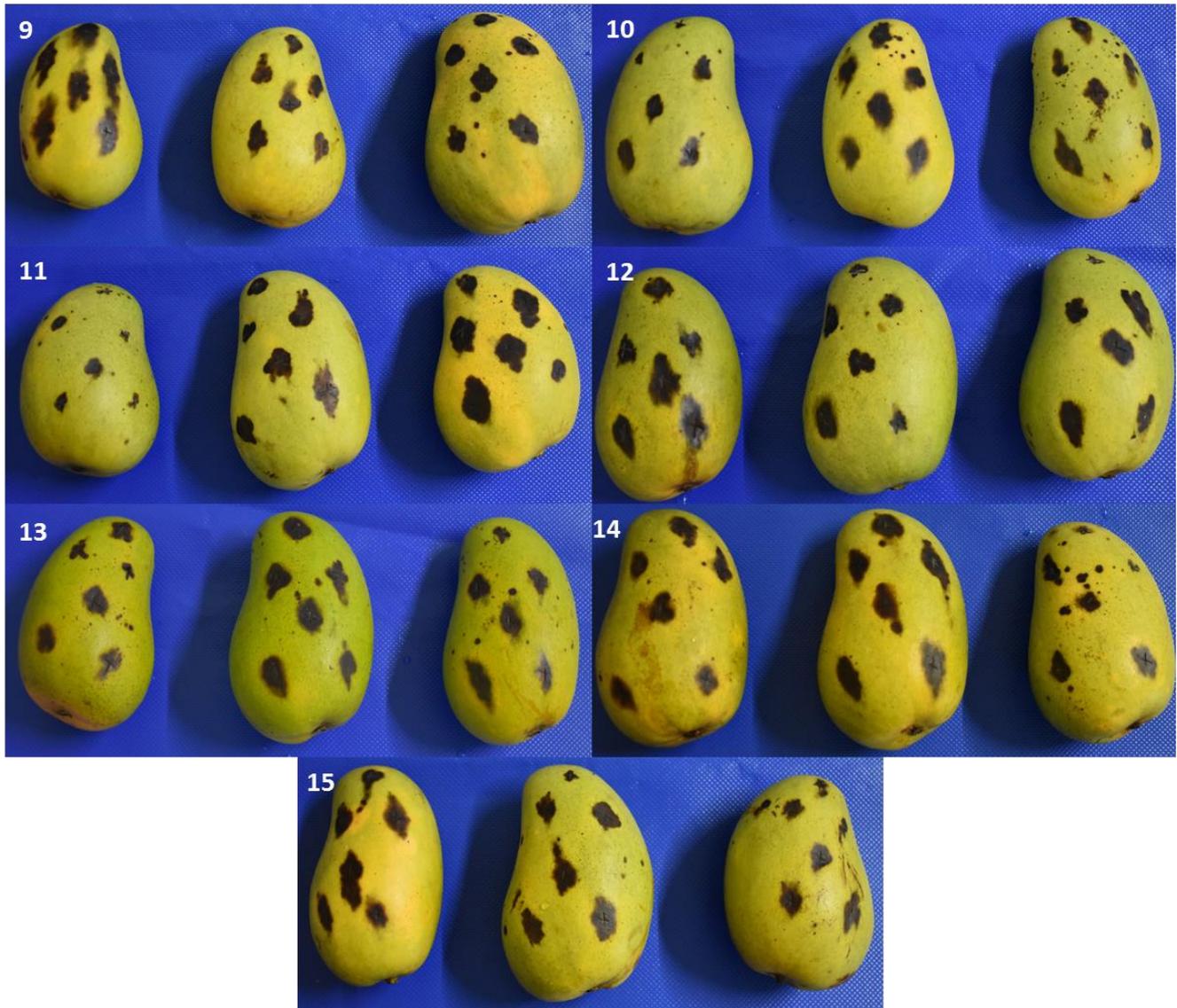


Figura 28. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango "Ataulfo" en postcosecha, tratados con cepas de bacterias antagónicas. Tratamientos: (9) T9= Bac-4; (10) T10= Bac-15; (11) T11= Bac-6; (12) T12= Bac-Ps13; (13) T13= Bac-19; (14) T14= Bac-21; (15) T15= Bac-25.



Figura 29. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango "Keiit" en postcosecha, tratados con cepas del hongo antagonista *Trichoderma* spp. Tratamientos: (1) T19= Tricho-6 volcán; (2) T20= Tricho-Cesix 1; (3) T21= Tricho-Cesix 2; (4) T22= Tricho-Cesix 3; (5) T23= Tricho-Cesix 4; (6) T24= Tricho-5 hule; (7) T25= Tricho-6 hule; (8) T16= Tricho-Cesix; (9) T17= Tricho-Pino; (10) T18= Tricho-16 Los Mochis.

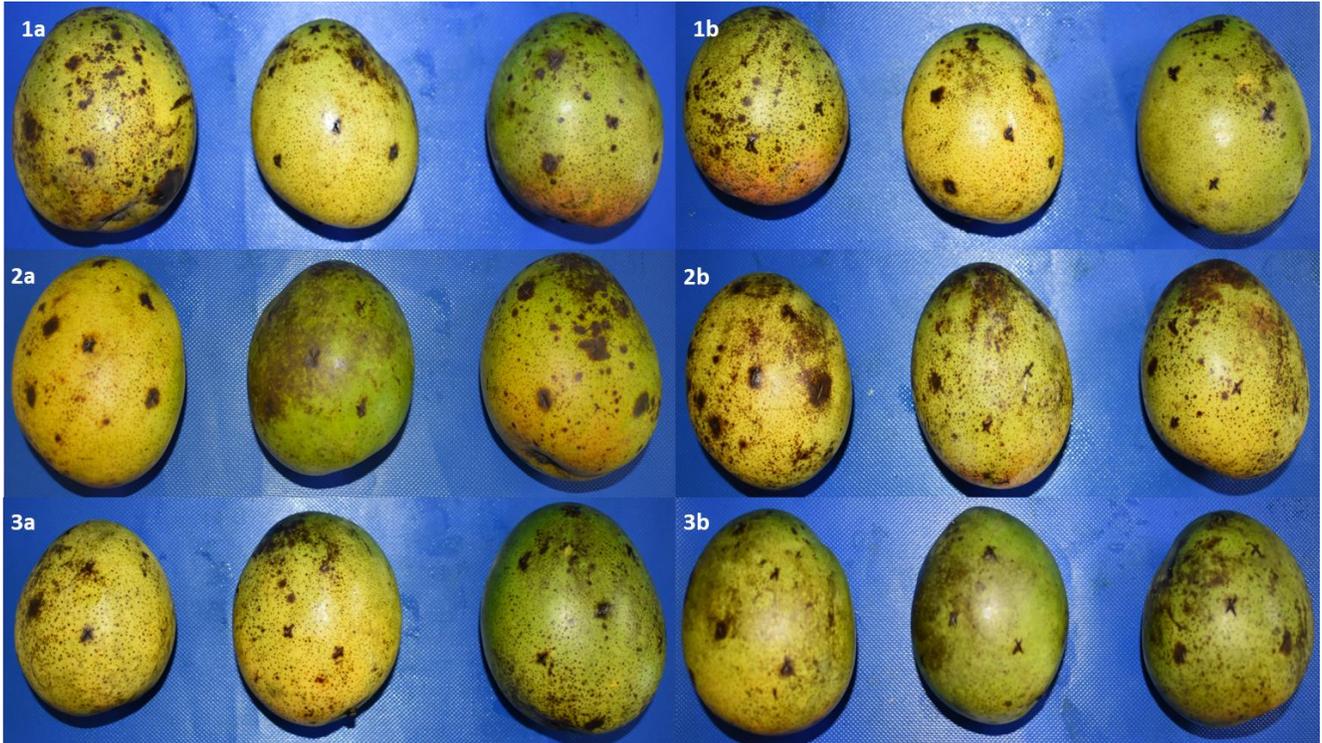


Figura 30. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango “Keiit” en postcosecha, tratados con bacterias comerciales. Tratamientos: (1a y 1b) T26= Fungifree; (2a y 2b) T27= Serenade; (3a y 3b) T28= Stargus.



Figura 31. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos control de mango "Keiit" en postcosecha;



Figura 32. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango “Keiit” en postcosecha, tratados con cepas de bacterias antagónicas. Tratamientos: (1) T1= Bac-22; (2) T2= Bac-23; (3) T3= Bac-Ps3; (4) T4= Bac-Ps7; (5) T5= Bac-Ps1; (6) T6= Bac-17; (7) T7= Bac-18; (8) T8= Bac-Bsf6a.

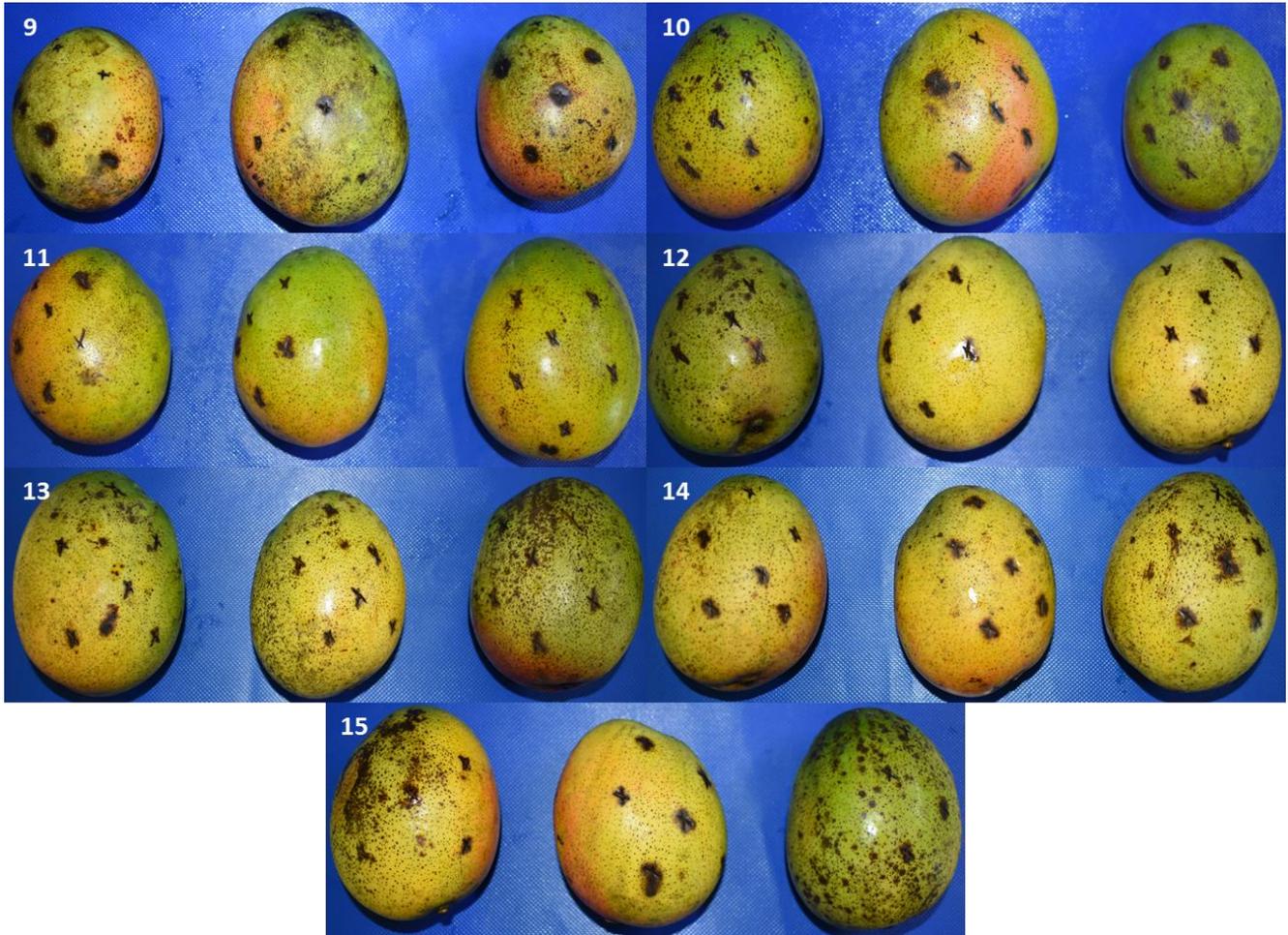


Figura 33. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango “Keiit” en postcosecha, tratados con cepas de bacterias antagónicas. Tratamientos: (9) T9= Bac-4; (10) T10= Bac-15; (11) T11= Bac-6; (12) T12= Bac-Ps13; (13) T13= Bac-19; (14) T14= Bac-21; (15) T15= Bac-25.



Figura 34. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango "Kent" en postcosecha, tratados con cepas del hongo antagonista *Trichoderma* spp. Tratamientos: (1) T19= Tricho-6 volcán; (2) T20= Tricho-Cesix 1; (3) T21= Tricho-Cesix 2; (4) T22= Tricho-Cesix 3; (5) T23= Tricho-Cesix 4; (6) T24= Tricho-5 hule; (7) T25= Tricho-6 hule; (8) T16= Tricho-Cesix; (9) T17= Tricho-Pino; (10) T18= Tricho-16 Los Mochis.

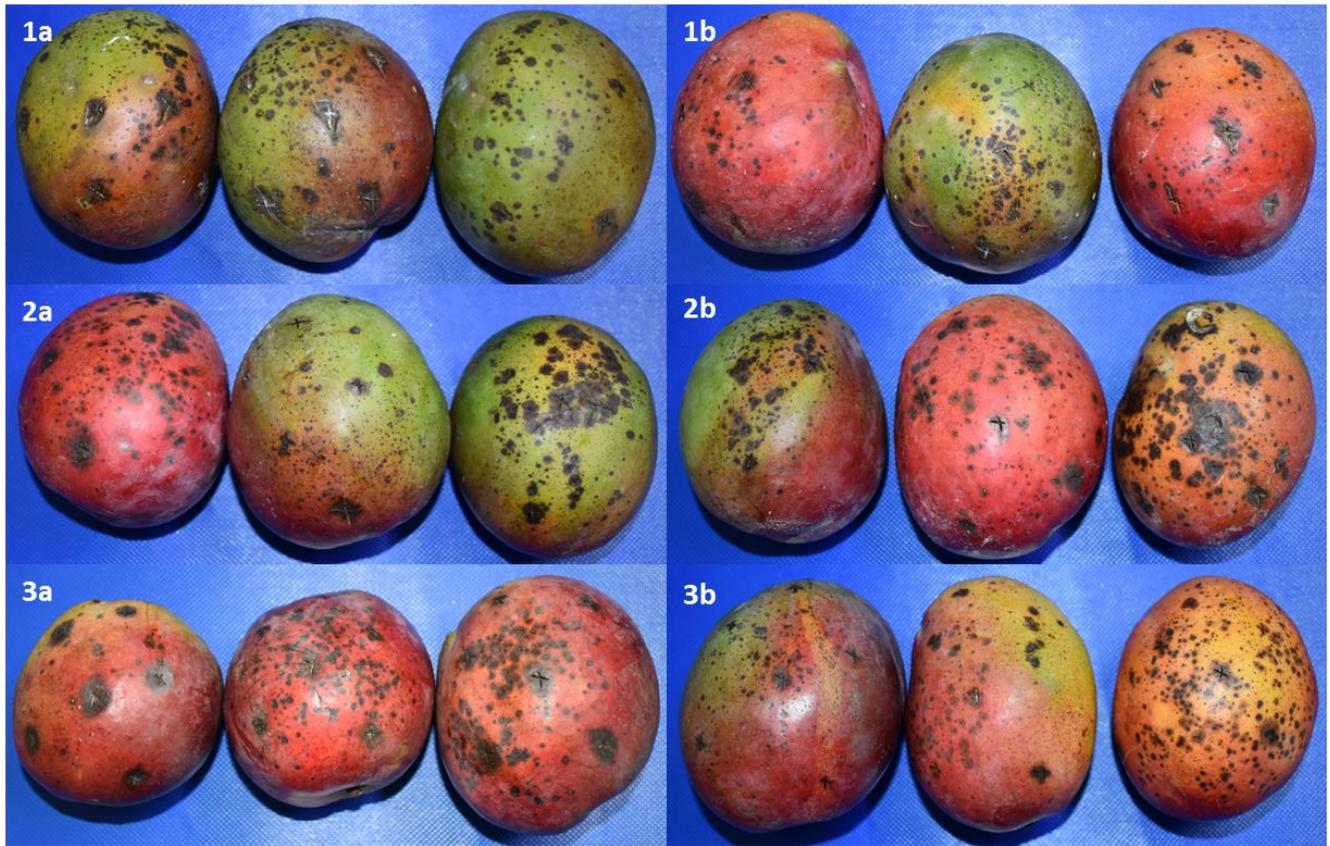


Figura 35. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango "Kent" en postcosecha, tratados con bacterias comerciales. Tratamientos: (1a y 1b) T26= Fungifree; (2a y 2b) T27= Serenade; (3a y 3b) T28= Stargus.



Figura 36. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos control de mango "Kent" en postcosecha;

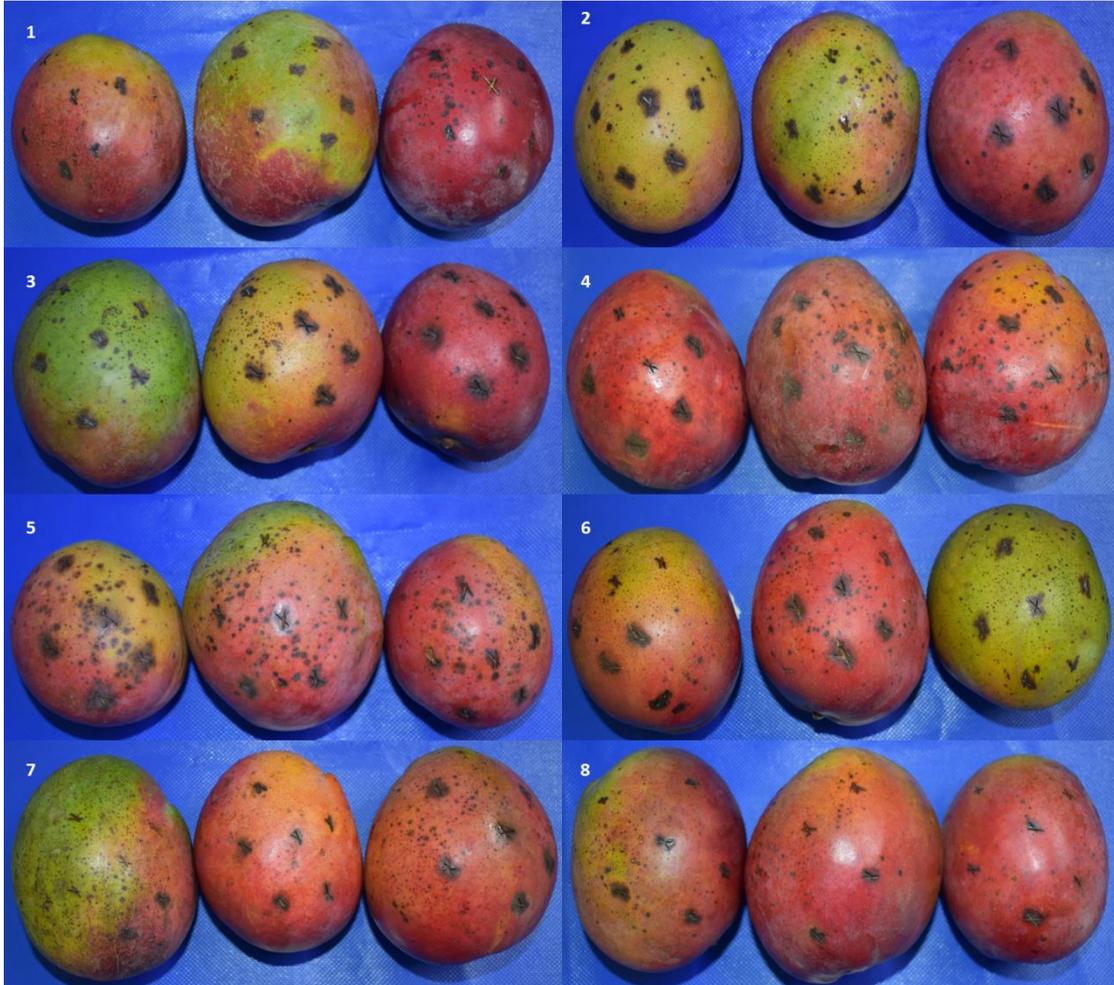


Figura 37. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango "Kent" en postcosecha, tratados con cepas de bacterias antagónicas. Tratamientos: (1) T1= Bac-22; (2) T2= Bac-23; (3) T3= Bac-Ps3; (4) T4= Bac-Ps7; (5) T5= Bac-Ps1; (6) T6= Bac-17; (7) T7= Bac-18; (8) T8= Bac-Bsf6a.

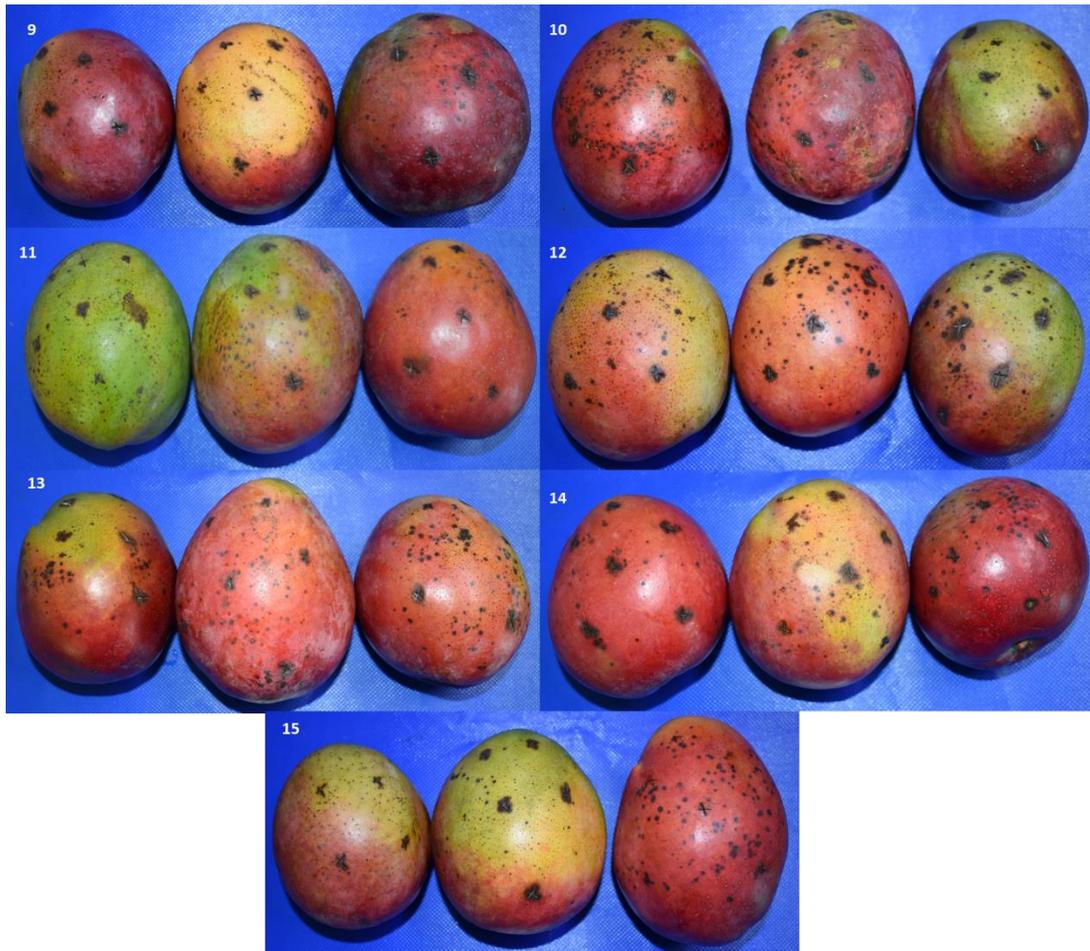


Figura 38. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango "Kent" en postcosecha, tratados con cepas de bacterias antagónicas. Tratamientos: (9) T9= Bac-4; (10) T10= Bac-15; (11) T11= Bac-6; (12) T12= Bac-Ps13; (13) T13= Bac-19; (14) T14= Bac-21; (15) T15= Bac-25.

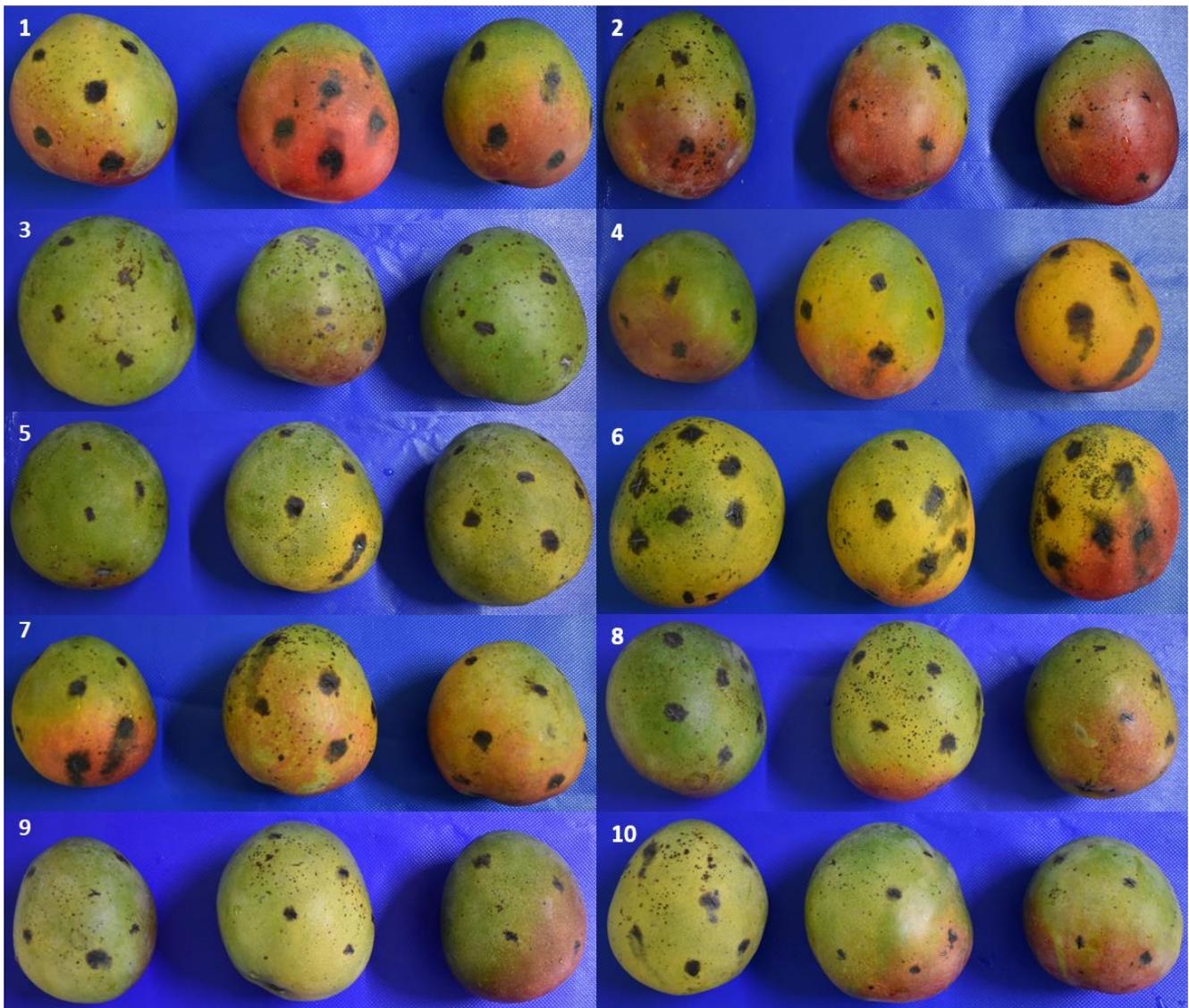


Figura 39. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango "Tommy Atkins" en postcosecha, tratados con cepas del hongo antagonista *Trichoderma* spp. Tratamientos: (1) T19= Tricho-6 volcán; (2) T20= Tricho-Cesix 1; (3) T21= Tricho-Cesix 2; (4) T22= Tricho-Cesix 3; (5) T23= Tricho-Cesix 4; (6) T24= Tricho-5 hule; (7) T25= Tricho-6 hule; (8) T16= Tricho-Cesix; (9) T17= Tricho-Pino; (10) T18= Tricho-16 Los Mochis.

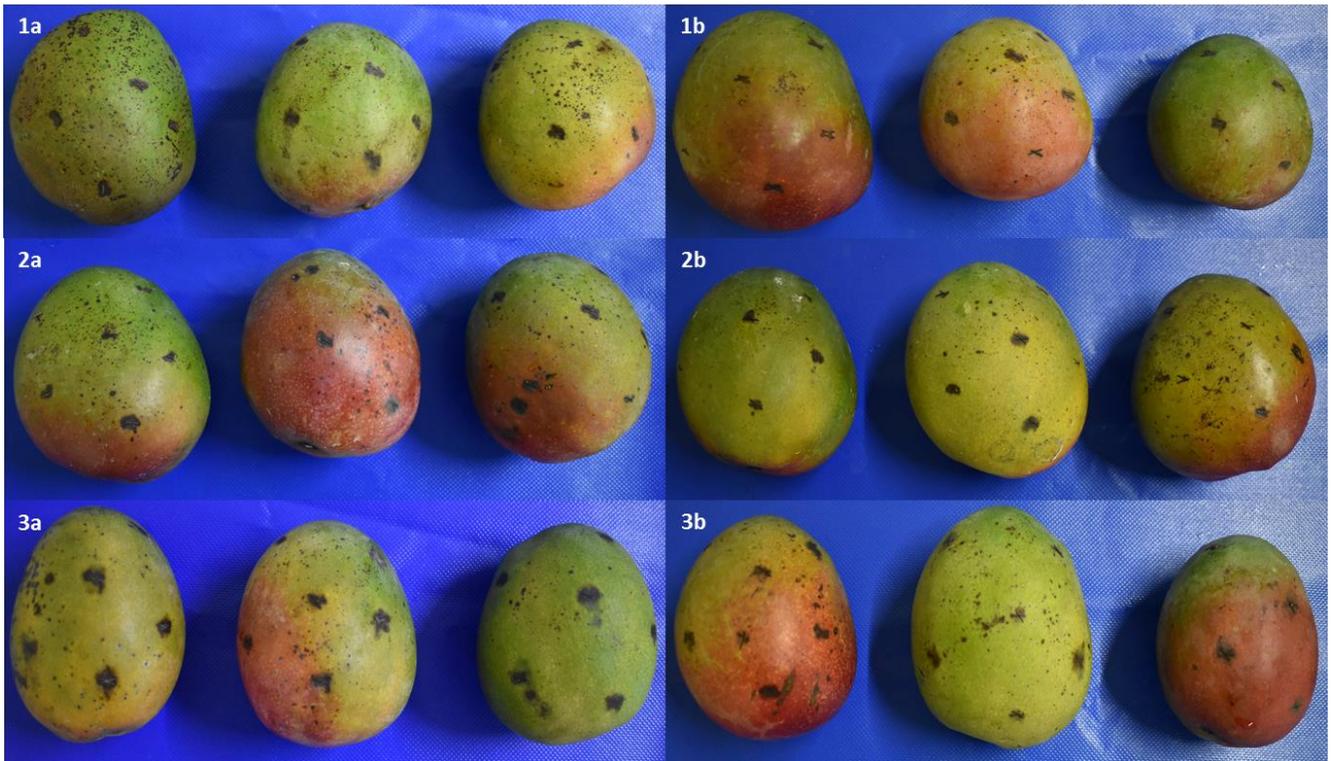


Figura 40. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango "Tommy Atkins" en postcosecha, tratados con bacterias comerciales. Tratamientos: (1a y 1b) T26= Fungifree; (2a y 2b) T27= Serenade; (3a y 3b) T28= Stargus



Figura 41. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos control de mango "Tommy Atkins" en postcosecha.

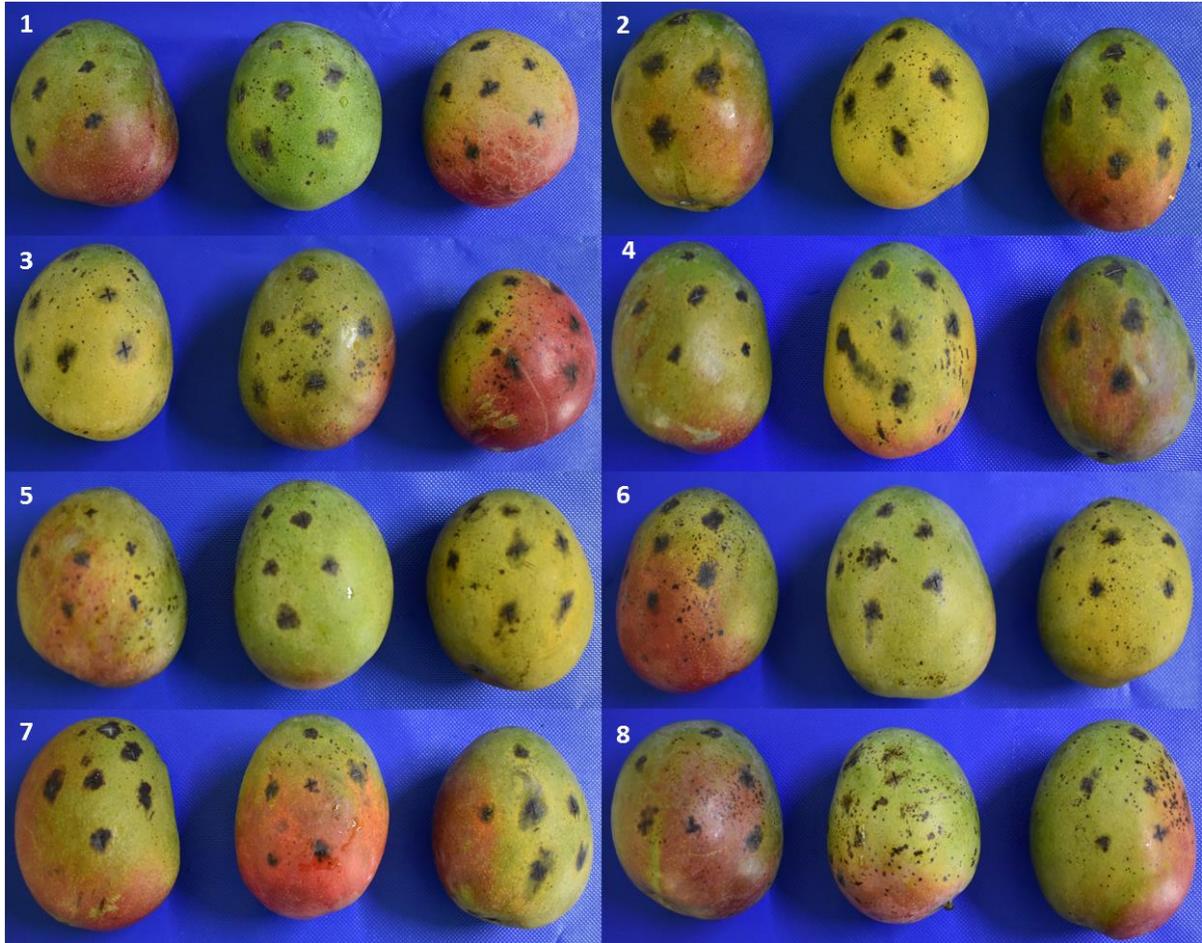


Figura 42. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango "Tommy Atkins" en postcosecha, tratados con cepas de bacterias antagonicas. Tratamientos: (1) T1= Bac-22; (2) T2= Bac-23; (3) T3= Bac-Ps3; (4) T4= Bac-Ps7; (5) T5= Bac-Ps1; (6) T6= Bac-17; (7) T7= Bac-18; (8) T8= Bac-Bsf6a.

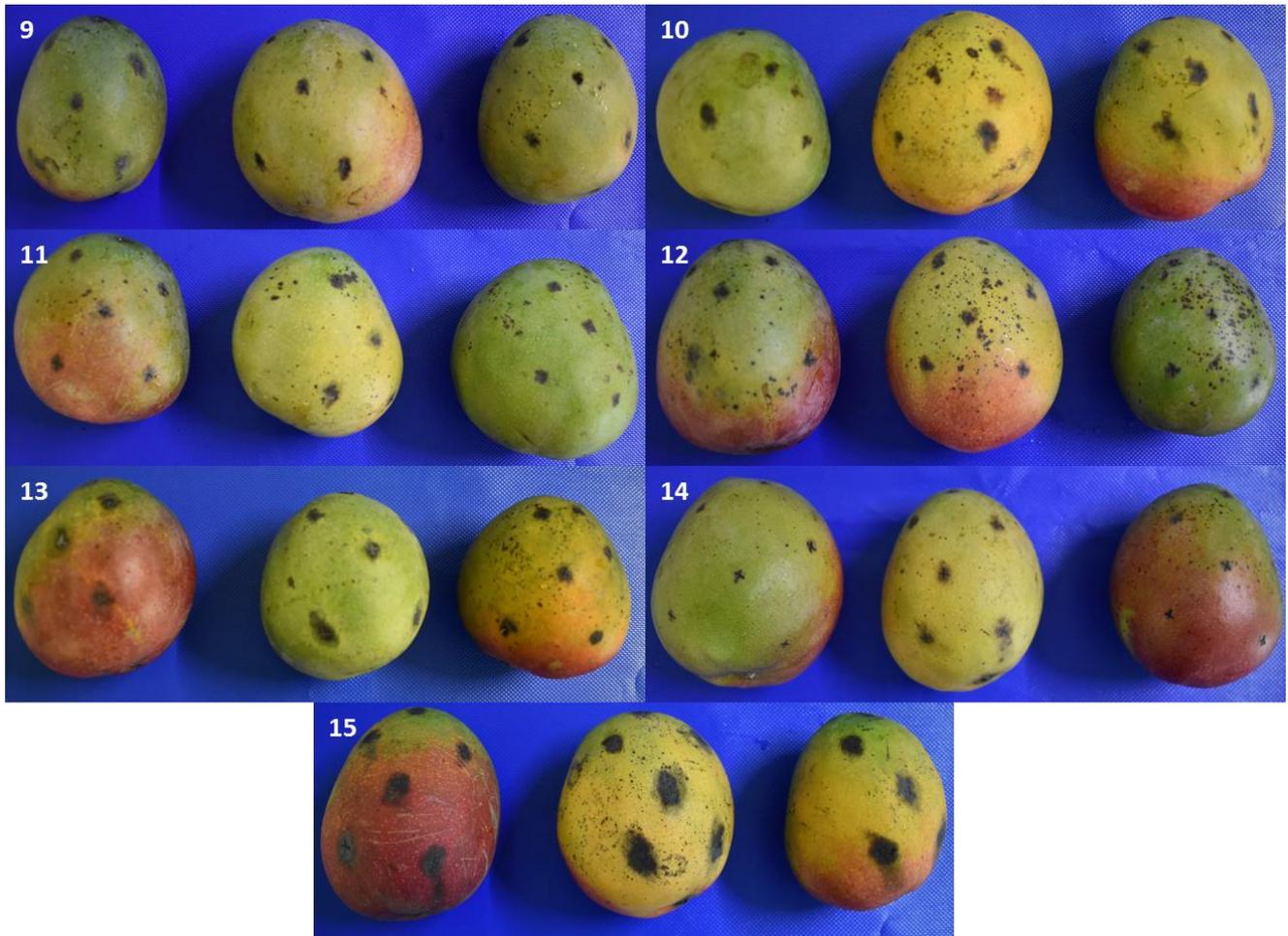


Figura 43. Incidencia y severidad de antracnosis en frutos de mango "Tommy Atkins" en postcosecha, tratados con cepas de bacterias antagónicas. Tratamientos: (9) T9= Bac-4; (10) T10= Bac-15; (11) T11= Bac-6; (12) T12= Bac-Ps13; (13) T13= Bac-19; (14) T14= Bac-21; (15) T15= Bac-25.

III. APLICACIONES DE AGENTES BIOLÓGICOS EN FASE DE CAMPO (CICLO DE PRODUCCIÓN 2022)

1. OBJETIVO

1. Evaluar la efectividad biológica de agentes biológicos en el control de antracnosis (*Colletotrichum* spp.) de floración a cosecha en huertos de mango de la variedad “Ataulfo”.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Establecimiento del experimento

Se establecieron dos experimentos en huertos comerciales de mango de la variedad “Ataulfo” en la última semana de enero y la primera semana de febrero de 2022. Un huerto se ubicó en el ejido de Huaristemba, Municipio de San Blas, Nayarit, y el otro en el ejido de El Corte, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, en árboles de 9 y 10 años de edad, respectivamente. La selección de los huertos antes mencionados se hizo con base a las incidencias de antracnosis que habían presentado en el ciclo de producción 2021.

2.2. Aplicación de tratamientos

Se utilizaron agentes biológicos (bacterias antagónicas y hongos del género *Trichoderma*) con base a los resultados de las pruebas In vitro. En el Cuadro 2 se presentan los tratamientos para cada una de los huertos. Las aplicaciones se realizaron cada 15 días, con un total de 8 aplicaciones de floración a cosecha. Los equipos que se utilizaron fueron aspersoras de motor Hyundai® Líquidos/Polvos HYD4514L.

2.3. Evaluaciones y variables

Las evaluaciones se realizaron para determinar la incidencia de antracnosis en panículas y frutos. Las variables a evaluar fueron: a) Incidencia de antracnosis en panículas; b) Incidencia de antracnosis en frutos de entre 3 y 5 cm de longitud; c) Incidencia de antracnosis en frutos de más de 5 cm de longitud; d) Incidencia de antracnosis en frutos con madurez fisiológica listos para cosecha; e) Severidad de antracnosis en frutos; f) Eficacia de control de los agentes biológicos. Se realizaron cuatro evaluaciones, una en floración y las otras tres durante el desarrollo del fruto. Para determinar la incidencia de antracnosis se consideraron los frutos que mostraron dos o más lesiones por fruto igual o mayores a 3 milímetros de diámetro.

- ❖ La incidencia se expresó en porcentaje, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia de antracnosis (\%)} = \frac{\text{Frutos con síntomas de antracnosis}}{\text{Frutos totales}} \times 100 \dots$$

- ❖ La severidad se determinó mediante una escala logarítmica diagramática, y los valores escalares se expresaron en porcentaje de tejido dañado.

Cuadro 1. Escala para determinar la severidad de antracnosis en frutos de mango en la variedad “Ataulfo”.

| Clase | Severidad de la enfermedad (%) |
|-------|--------------------------------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0-3 |
| 2 | 3-6 |
| 3 | 6-12 |
| 4 | 12-25 |
| 5 | 25-50 |
| 6 | 50-75 |
| 7 | 75-87 |
| 8 | 87-94 |
| 9 | 94-97 |
| 10 | 97-100 |
| 11 | 100 |

- ❖ La eficacia de control se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{EC (\%)} = \frac{\text{IAC} - \text{IAt}}{\text{IAC}} \times 100 \dots$$

Donde:

EC = Eficacia del control de los agentes biológicos (%)

IAC = Incidencia de antracnosis en el control

IAt = Incidencia de antracnosis en el tratamiento

Cuadro 2. Tratamientos con agentes biológicos para el control de antracnosis en huerto comercial de mango de la variedad “Ataulfo”, ubicados en el ejido Huaristemba, Municipio de San Blas, Nayarit, y en el ejido El Corte, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, en el ciclo de producción 2022.

| NÚMERO | TRATAMIENTO | ORGANISMO |
|--------|---------------|-------------------------------------|
| T1 | Tricho 6 hule | <i>Trichoderma</i> spp. |
| T2 | BAC 5-Chi | <i>Bacillus subtilis</i> cepa 2 |
| T3 | BAC 4 | <i>B. subtilis</i> |
| T4 | BAC 2-Chi | <i>Azotobacter chroococcum</i> |
| T5 | BAC 6 | <i>B. subtilis</i> |
| T6 | BAC 3- Chi | <i>B. mucilaginosus</i> |
| T7 | BAC 17 | <i>B. subtilis</i> |
| T8 | BAC 4-Chi | <i>Pseudomonas fluorescens</i> |
| T9 | BAC 21 | <i>B. subtilis</i> |
| T10 | BAC 6- Chi | <i>B. amyloliquefasciens</i> cepa 2 |
| T11 | BAC 23 | <i>B. subtilis</i> |
| T12 | BAC 7-Chi | <i>B. licheniformis</i> |
| T13 | BAC 9-café | <i>B. subtilis</i> |
| T14 | Tricho-Cesix | <i>Trichoderma</i> spp. |
| T15 | BAC-10-café | <i>B. subtilis</i> |
| T16 | BAC 8-Chi | <i>Streptomyces microflavus</i> |
| T17 | BAC 13-café | <i>B. subtilis</i> |
| T18 | Fungifree | <i>B. subtilis</i> |
| T19 | Tricho pino | <i>Trichoderma</i> spp. |

2.4. Diseño de tratamientos

Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones por tratamiento (cinco árboles). En cada árbol se seleccionaron y marcaron 10 panículas completamente desarrolladas (50 panículas por tratamiento). Para el caso de antracnosis en frutos, se tomaron como muestra la totalidad de los frutos de cada árbol, don la unidad experimental fue un fruto. Se hizo un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias (Tukey; $p \leq 0.05$) usando SAS (SAS Institute, Inc., 2010).

3. RESULTADOS

3.1. Incidencia de antracnosis en frutos

3.1.1. Huerto en el ejido Huaristemba

La incidencia se incrementó en todos los tratamientos a medida que transcurrieron los tiempos de evaluaciones. Los frutos control mostraron la mayor incidencia. Iniciaron con una incidencia cercana al 18 % en la primera evaluación. En la segunda evaluación aumentó a 34 %, y para la tercera y última evaluación la incidencia se incrementó hasta un 44 % (Figura 1). En el caso de los tratamientos con bacterias antagonicas y *Trichoderma*, la incidencia en la primera evaluación fue menor al 9 % en todos los tratamientos, mientras que en la segunda evaluación fue menor al 17 %. Para la tercera evaluación no se incrementó de manera significativa, y la incidencia estuvo por debajo del 18 % (Figura 1). En la última evaluación, los frutos tratados con los tratamientos T16 y T18 mostraron la menor incidencia con 11 %, seguido de los tratamientos T1, T6, T8 y T12 con 12 %. Por su parte los tratamientos T4, T9, T17 y T19 registraron 13 % de incidencia. El resto de los tratamientos estuvieron en el rango de 14 a 19 % de incidencia para su tercera evaluación (Figura 2). La incidencia promedio de los frutos control en las tres evaluaciones fue del 32 %, mientras que en el resto de los tratamientos fue menor al 14 %, incluidos las bacterias antagonicas, *Trichoderma* y el producto comercial (Figura 3).

3.1.2. Huerto en el ejido El Corte

Al igual que en el ejido de Huaristemba, la incidencia se incrementó en todos los tratamientos a medida que transcurrieron las evaluaciones. Los frutos control mostraron la mayor incidencia. Iniciaron con una incidencia cercana al 16 % en la primera evaluación. En la segunda evaluación aumentó a 37 %, y para la tercera y última evaluación la incidencia se incrementó hasta un 43 % (Figura 4). En el caso de los tratamientos con bacterias antagonicas y *Trichoderma*, la incidencia en la primera evaluación fue menor al 15 % en todos los tratamientos, mientras que en la segunda evaluación aumentó al 18 %. Para la tercera evaluación se incrementó de manera significativa, y la incidencia estuvo por debajo del 28 % (Figura 4). En la última evaluación, los frutos tratados con los tratamientos T3 y T7 mostraron la menor incidencia con 15 %, seguido de los tratamientos T15, T16 y T17 con 16 %. El resto de los tratamientos estuvieron en el rango de 18 a 29 % de incidencia para su tercera evaluación (Figura 5). La incidencia promedio de los frutos control en las tres evaluaciones fue del 32 %, mientras que en el resto de los tratamientos fue menor al 1 %, incluidos las bacterias antagonicas, *Trichoderma* y el producto comercial (Figura 6).

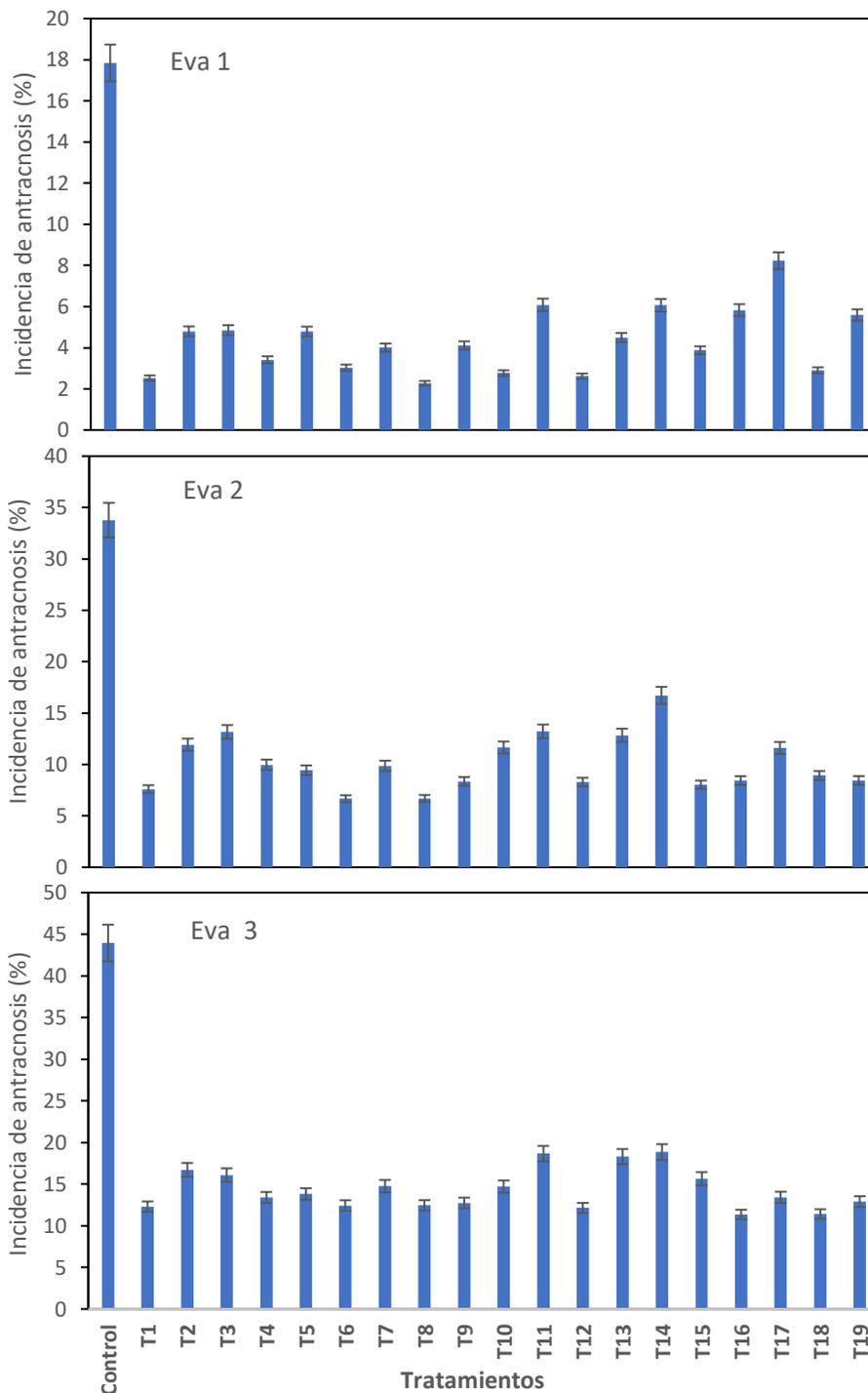


Figura 1. Incidencia de antracnosis en tres evaluaciones, en un huerto de mango “Ataulfo” en el ejido de Huaristemba, Municipio de San Blas, Nayarit. Tratamientos: Control; T1= Tricho-6 hule (*Trichoderma*); T2= Bac-5 Ch (*Bacillus subtilis*); T3= Bac-4 (*B. subtilis*); T4= Bac-2 Ch (*Azotobacter chroococcum*); T5= Bac-6 (*B. subtilis*); T6= Bac-3 Ch (*B. mucilaginosus*); T7= Bac-17 (*B. subtilis*); T8= Bac-7 Ch (*Pseudomonas fluorescens*); T9= Bac-21 (*B. subtilis*); T10= Bac-6 Ch (*B. amyloliquefasciens*); T11= Bac-23 (*B. subtilis*); T12= Bac-7 Ch (*B. licheniformis*); T13= Bac-9 café (*B. subtilis*); T14= Tricho-Cesix (*Trichoderma*); T15= Bac-10 Café (*B. subtilis*); T16= Bac-8 Ch (*Streptomyces microflavus*); T17= Bac-13 Café (*B. subtilis*); T18= Fungifree (*B. subtilis*); T19= Tricho-Pino (*Trichoderma*).

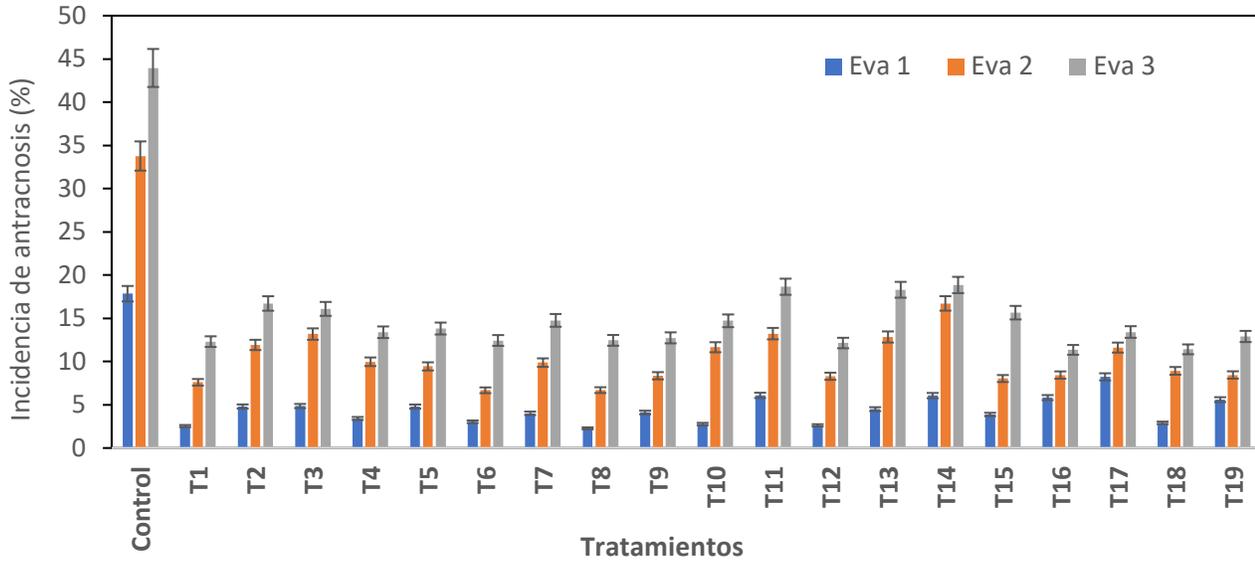


Figura 2. Comparación de la incidencia de antracnosis en tres evaluaciones, en un huerto de mango “Ataulfo” en el ejido de Huaristemba, Municipio de San Blas, Nayarit. Tratamientos: Control; T1= Tricho-6 hule (*Trichoderma*); T2= Bac-5 Ch (*Bacillus subtilis*); T3= Bac-4 (*B. subtilis*); T4= Bac-2 Ch (*Azotobacter chroococcum*); T5= Bac-6 (*B. subtilis*); T6= Bac-3 Ch (*B. mucilaginosus*); T7= Bac-17 (*B. subtilis*); T8= Bac-7 Ch (*Pseudomonas fluorescens*); T9= Bac-21 (*B. subtilis*); T10= Bac-6 Ch (*B. amyloliquefasciens*); T11= Bac-23 (*B. subtilis*); T12= Bac-7 Ch (*B. licheniformis*); T13= Bac-9 café (*B. subtilis*); T14= Tricho-Cesix (*Trichoderma*); T15= Bac-10 Café (*B. subtilis*); T16= Bac-8 Ch (*Streptomyces microflavus*); T17= Bac-13 Café (*B. subtilis*); T18= Fungifree (*B. subtilis*); T19= Tricho-Pino (*Trichoderma*).

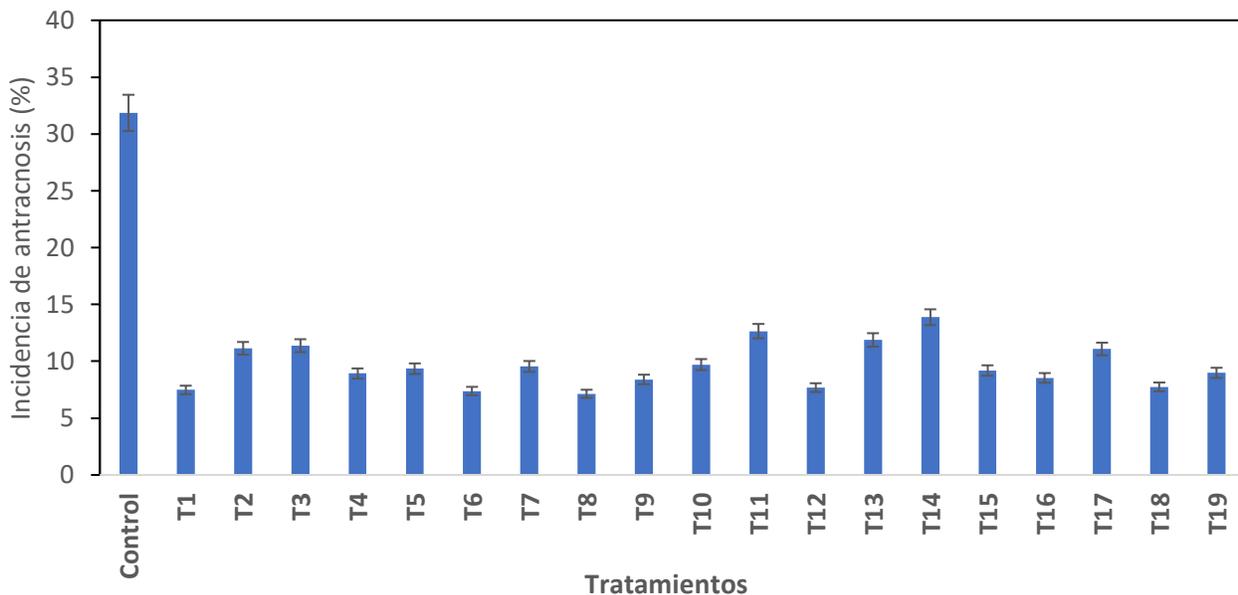


Figura 3. Incidencia promedio de antracnosis en tres evaluaciones, en un huerto de mango “Ataulfo” en el ejido de Huaristemba, Municipio de San Blas, Nayarit. Tratamientos: Control; T1= Tricho-6 hule (*Trichoderma*); T2= Bac-5 Ch (*Bacillus subtilis*); T3= Bac-4 (*B. subtilis*); T4= Bac-2 Ch (*Azotobacter chroococcum*); T5= Bac-6 (*B. subtilis*); T6= Bac-3 Ch (*B. mucilaginosus*); T7= Bac-17 (*B. subtilis*); T8= Bac-7 Ch (*Pseudomonas fluorescens*); T9= Bac-21 (*B. subtilis*); T10= Bac-6 Ch (*B. amyloliquefasciens*); T11= Bac-23 (*B. subtilis*); T12= Bac-7 Ch (*B. licheniformis*); T13= Bac-9 café (*B. subtilis*); T14= Tricho-Cesix (*Trichoderma*); T15= Bac-10 Café (*B. subtilis*); T16= Bac-8 Ch (*Streptomyces microflavus*); T17= Bac-13 Café (*B. subtilis*); T18= Fungifree (*B. subtilis*); T19= Tricho-Pino (*Trichoderma*).

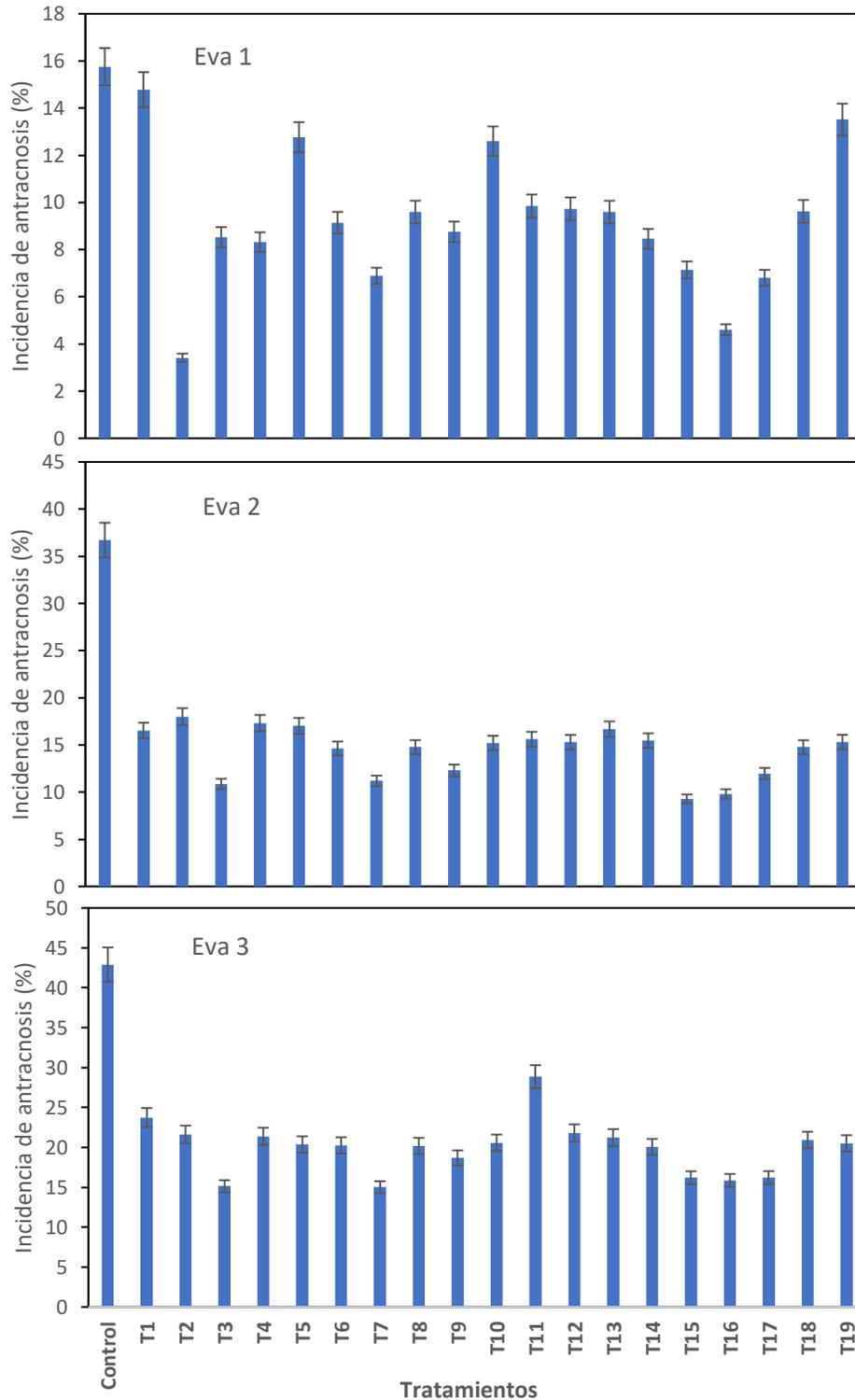


Figura 4. Incidencia de antracnosis en tres evaluaciones, en un huerto de mango “Ataulfo” en el ejido de El Corte, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Tratamientos: Control; T1= Tricho-6 hule (*Trichoderma*); T2= Bac-5 Ch (*Bacillus subtilis*); T3= Bac-4 (*B. subtilis*); T4= Bac-2 Ch (*Azotobacter chroococcum*); T5= Bac-6 (*B. subtilis*); T6= Bac-3 Ch (*B. mucilaginosus*); T7= Bac-17 (*B. subtilis*); T8= Bac-7 Ch (*Pseudomonas fluorescens*); T9= Bac-21 (*B. subtilis*); T10= Bac-6 Ch (*B. amyloliquefasciens*); T11= Bac-23 (*B. subtilis*); T12= Bac-7 Ch (*B. licheniformis*); T13= Bac-9 café (*B. subtilis*); T14= Tricho-Cesix (*Trichoderma*); T15= Bac-10 Café (*B. subtilis*) T16= Bac-8 Ch (*Streptomyces microflavus*); T17= Bac-13 Café (*B. subtilis*); T18= Fungifree (*B. subtilis*); T19= Tricho-Pino (*Trichoderma*).

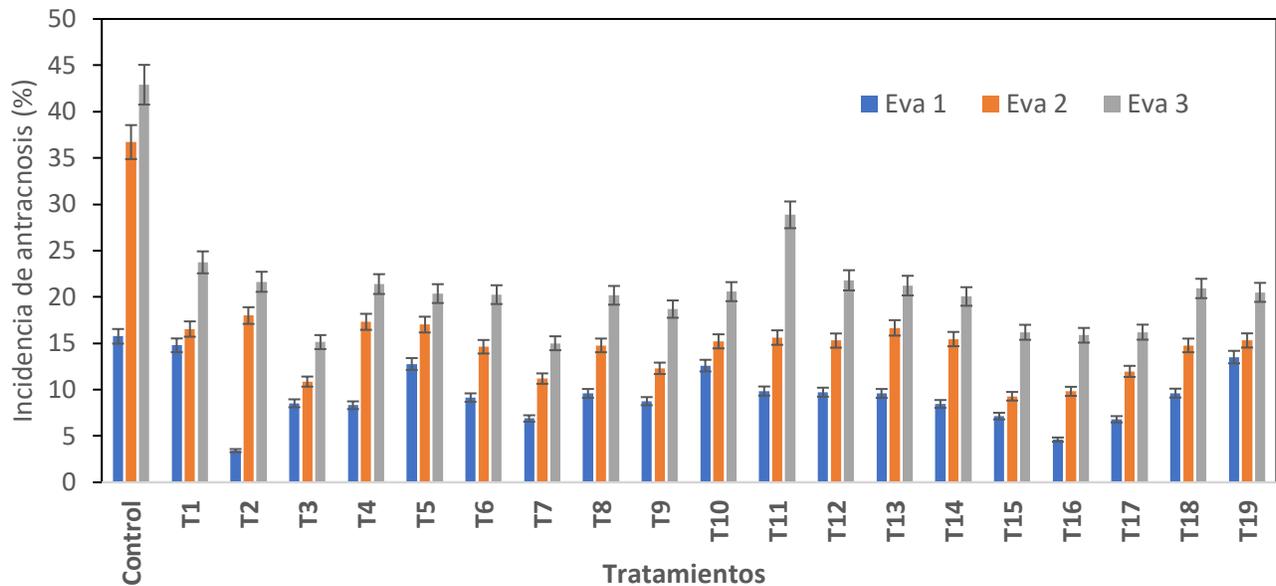


Figura 5. Comparación de la incidencia de antracnosis en tres evaluaciones, en un huerto de mango “Ataulfo” en el ejido de El Corte, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Tratamientos: Control; T1= Tricho-6 hule (*Trichoderma*); T2= Bac-5 Ch (*Bacillus subtilis*); T3= Bac-4 (*B. subtilis*); T4= Bac-2 Ch (*Azotobacter chroococcum*); T5= Bac-6 (*B. subtilis*); T6= Bac-3 Ch (*B. mucilaginosus*); T7= Bac-17 (*B. subtilis*); T8= Bac-7 Ch (*Pseudomonas fluorescens*); T9= Bac-21 (*B. subtilis*); T10= Bac-6 Ch (*B. amyloliquefasciens*); T11= Bac-23 (*B. subtilis*); T12= Bac-7 Ch (*B. licheniformis*); T13= Bac-9 café (*B. subtilis*); T14= Tricho-Cesix (*Trichoderma*); T15= Bac-10 Café (*B. subtilis*); T16= Bac-8 Ch (*Streptomyces microflavus*); T17= Bac-13 Café (*B. subtilis*); T18= Fungifree (*B. subtilis*); T19= Tricho-Pino (*Trichoderma*).

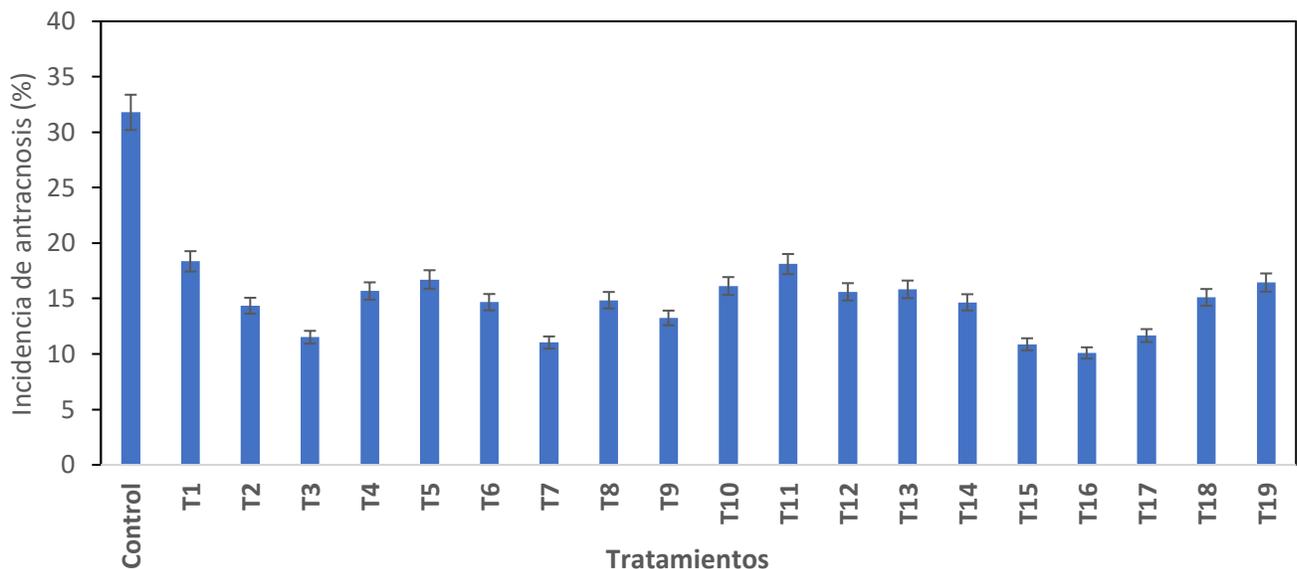


Figura 6. Incidencia promedio de antracnosis en tres evaluaciones, en un huerto de mango “Ataulfo” en el ejido de El Corte, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Tratamientos: Control; T1= Tricho-6 hule (*Trichoderma*); T2= Bac-5 Ch (*Bacillus subtilis*); T3= Bac-4 (*B. subtilis*); T4= Bac-2 Ch (*Azotobacter chroococcum*); T5= Bac-6 (*B. subtilis*); T6= Bac-3 Ch (*B. mucilaginosus*); T7= Bac-17 (*B. subtilis*); T8= Bac-7 Ch (*Pseudomonas fluorescens*); T9= Bac-21 (*B. subtilis*); T10= Bac-6 Ch (*B. amyloliquefasciens*); T11= Bac-23 (*B. subtilis*); T12= Bac-7 Ch (*B. licheniformis*); T13= Bac-9 café (*B. subtilis*); T14= Tricho-Cesix (*Trichoderma*); T15= Bac-10 Café (*B. subtilis*); T16= Bac-8 Ch (*Streptomyces microflavus*); T17= Bac-13 Café (*B. subtilis*); T18= Fungifree (*B. subtilis*); T19= Tricho-Pino (*Trichoderma*).

3.2. Severidad de antracnosis en frutos

3.2.1. Huerto en el ejido Huaristemba

La severidad se incrementó en todos los tratamientos a medida que transcurrieron los tiempos de evaluaciones. Los frutos control mostraron la mayor severidad en la última evaluación. En la primera evaluación los frutos control registraron severidades cercanas al 8 %, sin embargo, en la segunda evaluación esta se incrementó significativamente hasta un 24 % (Figura 7). En la primera evaluación, la mayoría de los tratamientos mostraron severidades por debajo del 10 %, no obstante, solo los tratamientos T2, T6, T10 y T14 presentaron severidades arriba del 10 %. Para la segunda evaluación, los frutos de los tratamientos T1, T4 y T15 obtuvieron las menores severidades con valores cercanos al 8 %, seguidos de los tratamientos T18 (9 %), T8 y T17 (10 %), T19 (11%), T3 (12%), T11 y T9 (13 %). El resto de los tratamientos tuvieron severidades entre 14 y 18 % (Figura 7). En la severidad promedio de las dos evaluaciones, los tratamientos T15, T4, T8, T17, T1, T18 y T19 mostraron las menores severidades en un rango de 5 a 7 %. El resto de los tratamientos tuvieron severidades por arriba del 9 %. Los frutos control presentaron un promedio de severidad del 16 % (Figura 8).

3.2.2. Huerto en el ejido El Corte

La severidad se incrementó en todos los tratamientos a medida que transcurrieron los tiempos de evaluaciones. Los frutos de los tratamientos T5 y T10 mostraron la mayor severidad con 21 y 20 % respectivamente, mientras que los frutos control presentaron severidades del 18 %. En la primera evaluación los frutos control registraron severidades cercanas al 6 %, sin embargo, en la segunda evaluación esta se incrementó significativamente hasta un 18 % (Figura 9). En la primera evaluación, más de la mitad de los tratamientos mostraron severidades por debajo del 10 %, no obstante, los tratamientos T2, T6, T8, T9, T10, T11, T17 y T19 presentaron severidades arriba del 10 %. Para la segunda evaluación, los frutos que mostraron severidades más bajas fueron T15 (8 %), T3 y T7 (10 %), T13 y T14 (11 %) y T9 (12 %). El resto de los tratamientos tuvieron severidades entre 14 y 21 % (Figura 9). En la severidad promedio de las dos evaluaciones, los tratamientos T3, T7, T13, T14, T15 y T17 mostraron las menores severidades en un rango de 6 a 7 %. El resto de los tratamientos tuvieron severidades por arriba del 9 %. Los frutos control presentaron un promedio de severidad del 12 % (Figura 10).

3.3. Eficacia de control de antracnosis en frutos

En el huerto del ejido de Huaristemba se determinó que el tratamiento T16 mostró eficacias de control del 74 %. Otros tratamientos que tuvieron eficacias iguales o mayores al 70 % fueron T1, T6 y T8 (72 %), T9 (71 %), T4, T17 y T19 (70 %). En tanto que los frutos tratados con Fungifree® (T18) presentó una eficacia del 74 % (Figura 11). Por otra parte, en el huerto del ejido de El Corte se observó que las eficacias de control en todos los tratamientos fueron menores al 70 %. Los tratamientos que presentaron mayores eficacias fueron T3 y T7 (65 %), T16 (63 %), T15 y T17 (62 %), y T9 (57 %). El producto comercial Fungifree® (T18) mostró una eficacia del 51 % (Figura 12).

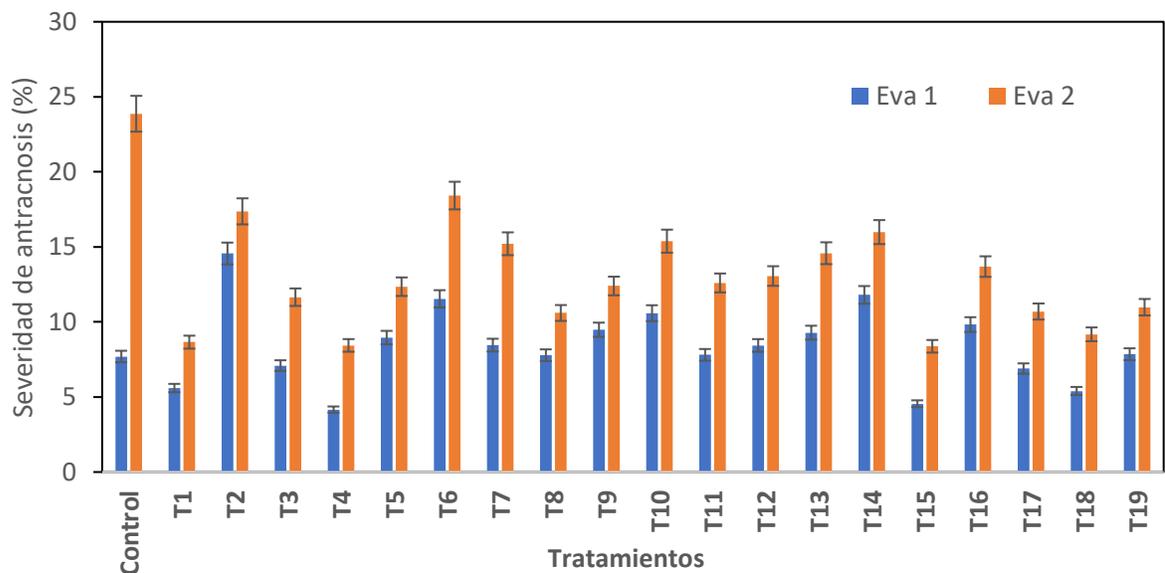


Figura 7. Severidad de antracnosis en dos evaluaciones, en un huerto de mango “Ataulfo” en el ejido de Huaristemba, Municipio de San Blas, Nayarit. Tratamientos: Control; T1= Tricho-6 hule (*Trichoderma*); T2= Bac-5 Ch (*Bacillus subtilis*); T3= Bac-4 (*B. subtilis*); T4= Bac-2 Ch (*Azotobacter chroococcum*); T5= Bac-6 (*B. subtilis*); T6= Bac-3 Ch (*B. mucilaginosus*); T7= Bac-17 (*B. subtilis*); T8= Bac-7 Ch (*Pseudomonas fluorescens*); T9= Bac-21 (*B. subtilis*); T10= Bac-6 Ch (*B. amyloliquefasciens*); T11= Bac-23 (*B. subtilis*); T12= Bac-7 Ch (*B. licheniformis*); T13= Bac-9 café (*B. subtilis*); T14= Tricho-Cesix (*Trichoderma*); T15= Bac-10 Café (*B. subtilis*) T16= Bac-8 Ch (*Streptomyces microflavus*); T17=Bac-13 Café (*B. subtilis*); T18= Fungifree (*B. subtilis*); T19= Tricho-Pino (*Trichoderma*).

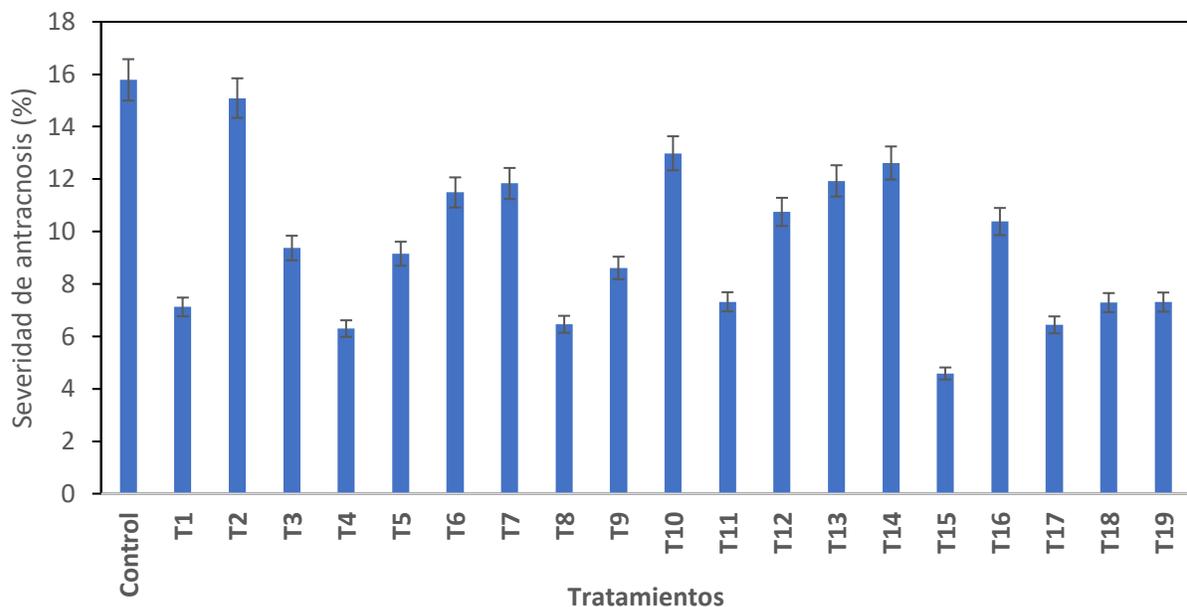


Figura 8. Severidad promedio de antracnosis en dos evaluaciones, en un huerto de mango “Ataulfo” en el ejido de Huaristemba, Municipio de San Blas, Nayarit. Tratamientos: Control; T1= Tricho-6 hule (*Trichoderma*); T2= Bac-5 Ch (*Bacillus subtilis*); T3= Bac-4 (*B. subtilis*); T4= Bac-2 Ch (*Azotobacter chroococcum*); T5= Bac-6 (*B. subtilis*); T6= Bac-3 Ch (*B. mucilaginosus*); T7= Bac-17 (*B. subtilis*); T8= Bac-7 Ch (*Pseudomonas fluorescens*); T9= Bac-21 (*B. subtilis*); T10= Bac-6 Ch (*B. amyloliquefasciens*); T11= Bac-23 (*B. subtilis*); T12= Bac-7 Ch (*B. licheniformis*); T13= Bac-9 café (*B. subtilis*); T14= Tricho-Cesix (*Trichoderma*); T15= Bac-10 Café (*B. subtilis*) T16= Bac-8 Ch (*Streptomyces microflavus*); T17=Bac-13 Café (*B. subtilis*); T18= Fungifree (*B. subtilis*); T19= Tricho-Pino (*Trichoderma*).

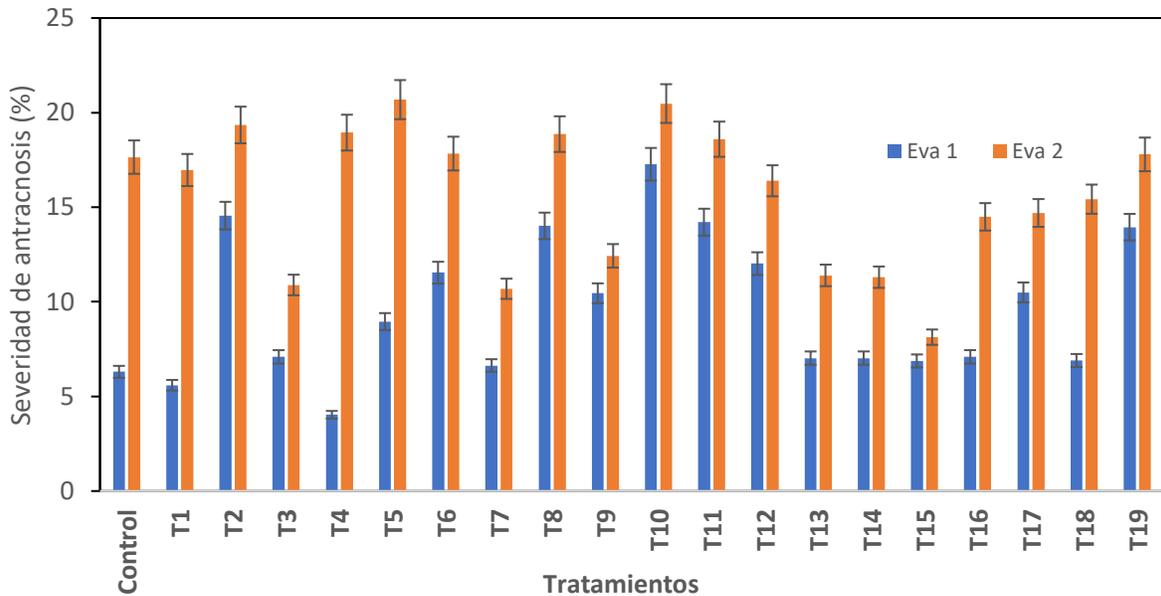


Figura 9. Severidad de antracnosis en dos evaluaciones, en un huerto de mango “Ataulfo” en el ejido de El Corte, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Tratamientos: Control; T1= Tricho-6 hule (*Trichoderma*); T2= Bac-5 Ch (*Bacillus subtilis*); T3= Bac-4 (*B. subtilis*); T4= Bac-2 Ch (*Azotobacter chroococcum*); T5= Bac-6 (*B. subtilis*); T6= Bac-3 Ch (*B. mucilaginosus*); T7= Bac-17 (*B. subtilis*); T8= Bac-7 Ch (*Pseudomonas fluorescens*); T9= Bac-21 (*B. subtilis*); T10= Bac-6 Ch (*B. amyloliquefasciens*); T11= Bac-23 (*B. subtilis*); T12= Bac-7 Ch (*B. licheniformis*); T13= Bac-9 café (*B. subtilis*); T14= Tricho-Cesix (*Trichoderma*); T15= Bac-10 Café (*B. subtilis*) T16= Bac-8 Ch (*Streptomyces microflavus*); T17=Bac-13 Café (*B. subtilis*); T18= Fungifree (*B. subtilis*); T19= Tricho-Pino (*Trichoderma*).

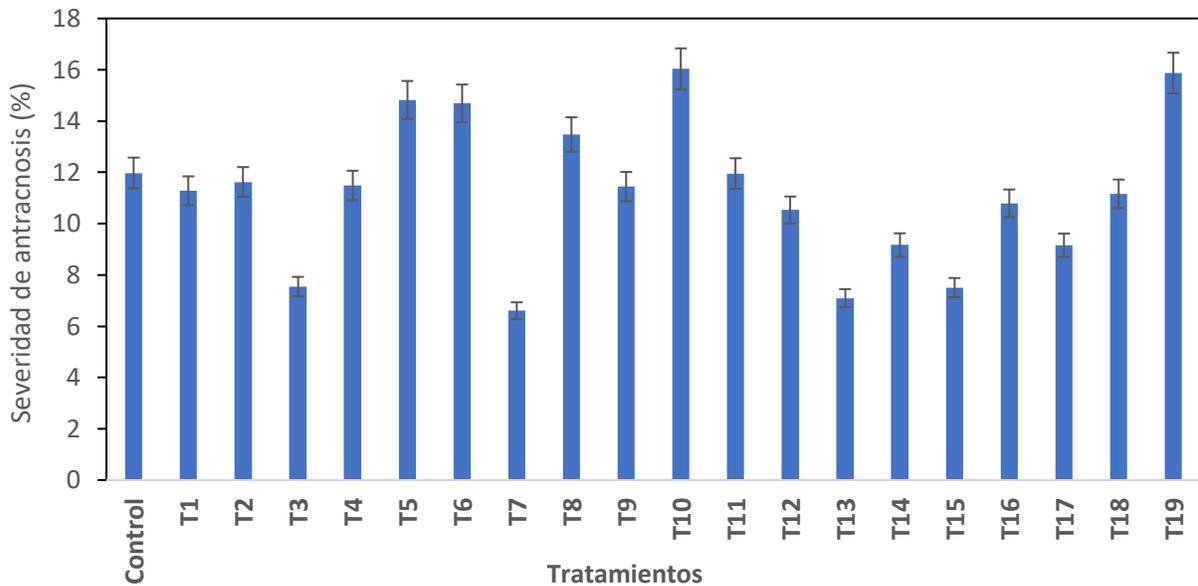


Figura 10. Severidad promedio de antracnosis en dos evaluaciones, en un huerto de mango “Ataulfo” en el ejido de El Corte, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Tratamientos: Control; T1= Tricho-6 hule (*Trichoderma*); T2= Bac-5 Ch (*Bacillus subtilis*); T3= Bac-4 (*B. subtilis*); T4= Bac-2 Ch (*Azotobacter chroococcum*); T5= Bac-6 (*B. subtilis*); T6= Bac-3 Ch (*B. mucilaginosus*); T7= Bac-17 (*B. subtilis*); T8= Bac-7 Ch (*Pseudomonas fluorescens*); T9= Bac-21 (*B. subtilis*); T10= Bac-6 Ch (*B. amyloliquefasciens*); T11= Bac-23 (*B. subtilis*); T12= Bac-7 Ch (*B. licheniformis*); T13= Bac-9 café (*B. subtilis*); T14= Tricho-Cesix (*Trichoderma*); T15= Bac-10 Café (*B. subtilis*) T16= Bac-8 Ch (*Streptomyces microflavus*); T17=Bac-13 Café (*B. subtilis*); T18= Fungifree (*B. subtilis*); T19= Tricho-Pino (*Trichoderma*).

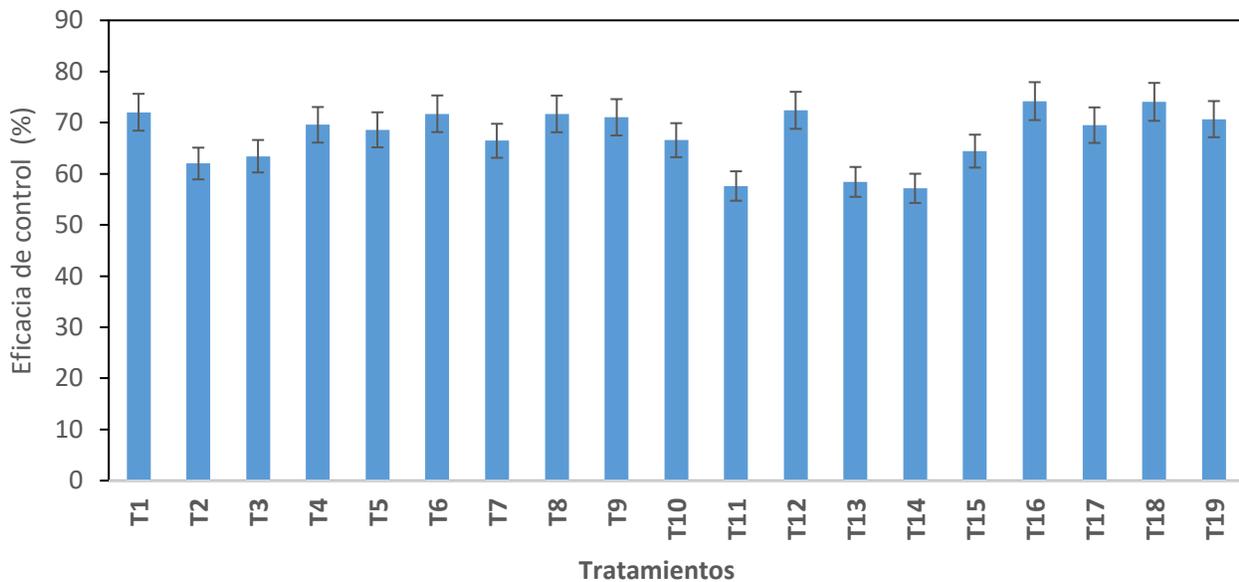


Figura 11. Eficacia de control de antracnosis en frutos, en un huerto de mango “Ataulfo” en el ejido de Huaristamba, Municipio de San Blas, Nayarit. Tratamientos: Control; T1= Tricho-6 hule (*Trichoderma*); T2= Bac-5 Ch (*Bacillus subtilis*); T3= Bac-4 (*B. subtilis*); T4= Bac-2 Ch (*Azotobacter chroococcum*); T5= Bac-6 (*B. subtilis*); T6= Bac-3 Ch (*B. mucilaginosus*); T7= Bac-17 (*B. subtilis*); T8= Bac-7 Ch (*Pseudomonas fluorescens*); T9= Bac-21 (*B. subtilis*); T10= Bac-6 Ch (*B. amyloliquefasciens*); T11= Bac-23 (*B. subtilis*); T12= Bac-7 Ch (*B. licheniformis*); T13= Bac-9 café (*B. subtilis*); T14= Tricho-Cesix (*Trichoderma*); T15= Bac-10 Café (*B. subtilis*); T16= Bac-8 Ch (*Streptomyces microflavus*); T17= Bac-13 Café (*B. subtilis*); T18= Fungifree (*B. subtilis*); T19= Tricho-Pino (*Trichoderma*).

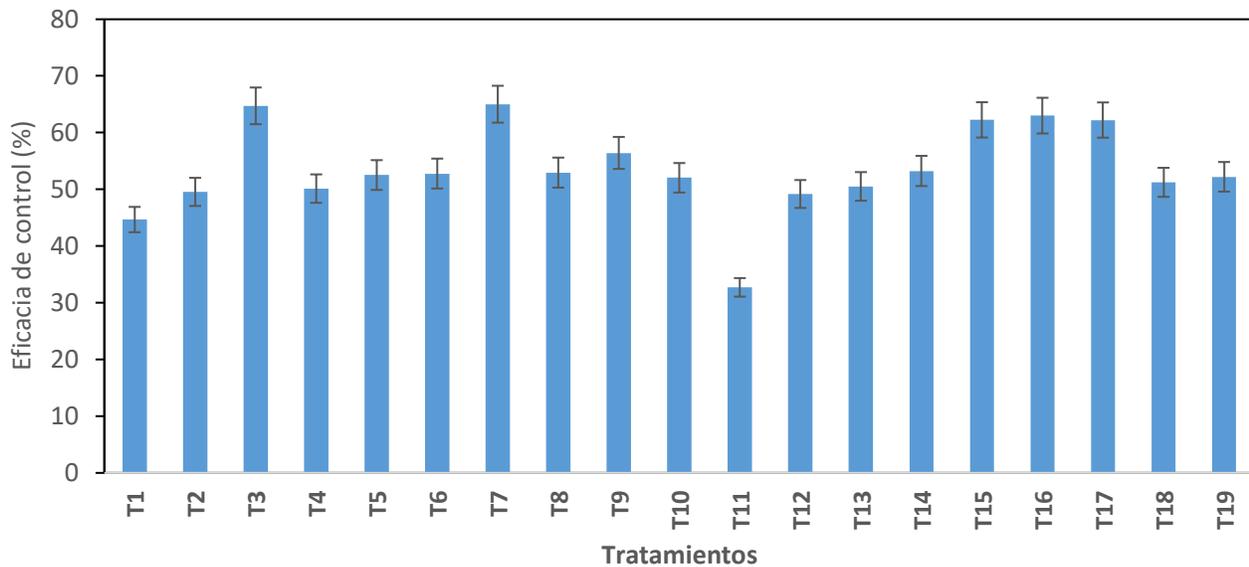


Figura 12. Eficacia de control de antracnosis en frutos, en un huerto de mango “Ataulfo” en el ejido de El Corte, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Tratamientos: Control; T1= Tricho-6 hule (*Trichoderma*); T2= Bac-5 Ch (*Bacillus subtilis*); T3= Bac-4 (*B. subtilis*); T4= Bac-2 Ch (*Azotobacter chroococcum*); T5= Bac-6 (*B. subtilis*); T6= Bac-3 Ch (*B. mucilaginosus*); T7= Bac-17 (*B. subtilis*); T8= Bac-7 Ch (*Pseudomonas fluorescens*); T9= Bac-21 (*B. subtilis*); T10= Bac-6 Ch (*B. amyloliquefasciens*); T11= Bac-23 (*B. subtilis*); T12= Bac-7 Ch (*B. licheniformis*); T13= Bac-9 café (*B. subtilis*); T14= Tricho-Cesix (*Trichoderma*); T15= Bac-10 Café (*B. subtilis*); T16= Bac-8 Ch (*Streptomyces microflavus*); T17= Bac-13 Café (*B. subtilis*); T18= Fungifree (*B. subtilis*); T19= Tricho-Pino (*Trichoderma*).

4. CONCLUSIONES

1. No se encontró presencia de antracnosis en las inflorescencias en árboles de los tratamientos, incluidos los árboles control.
2. Se determinó que los frutos control mostraron la mayor incidencia y severidad de antracnosis en los dos huertos. En el huerto uno ubicado en huaristemba, la incidencia fue del 44 % de frutos enfermos con antracnosis. En el caso del huerto dos (El Corte), la incidencia de antracnosis fue del 43 %. En cuanto a la severidad de antracnosis en frutos, el huerto uno tuvo una severidad del 24 %. Es decir, del área total del fruto, el 24 % presentó antracnosis. Por otra parte, el huerto dos mostró una severidad del 18 %.
3. En la incidencia de antracnosis en los frutos tratados con los agentes biológico (bacterias y hongos) y el producto comercial Fungifree® (*Bacillus subtilis*), se observó que hubo diferencias entre tratamientos. Los tratamientos que mostraron menores incidencias en los dos huertos (Huaristemba y El Corte) fueron los tratamientos T15, T16 y T17 con incidencias del 11 al 16 %, seguido de T3 y T7 con una incidencia de 15 % en ambos huertos. El Fungifree® mostro una incidencia del 11 % en el huerto uno, y del 20 % en el huerto dos.
4. Los tratamientos que mostraron menor severidad en los dos huertos (uno y dos) fueron T15 (4.5-7.5 %), T17 (6.4-7.5 %), T4 (6-11 %), T1 (7-11 %), y T16 (10-11 %). La severidad en el huerto uno estuvo en el rango del 8 al 24 %, mientras que en el huerto dos fue del 8 al 21 %. El Fungifree® mostro una severidad del 7 % en el huerto uno, y del 11 % en el huerto dos.
5. En la eficacia de control, el huerto uno estuvo en el rango de 57 y 72 % de eficacia, mientras que en el huerto dos fue de 32 a 65 %. Los tratamientos que mostraron mejor eficacia promedio en los dos huertos fueron T16 (69 %), T7 y T17 (66 %), T3 y T9 (64 %) y T15 (63 %). Para el caso del Fungifree®, la eficacia promedio de ambos huertos fue de 62 %.
6. Se determinó que los frutos testigo mostraron la mayor incidencia y severidad de antracnosis. Se observó que algunos tratamientos con los agentes biológicos mostraron mejor efectividad de control de la antracnosis que el producto comercial Fungifree®. No obstante, ninguno de los tratamientos mostró incidencias menores al 5 % o eficacias de control arriba del 85 %.

5. ÁPENDICE FOTOGRÁFICO



Figura 13. Aplicación de bacterias antagónicas y hongos del género *Trichoderma* para el control de antracnosis en frutos, en huertos de mango “Ataulfo” en los ejidos de Huaristemba, Municipio de San Blas, Nayarit, y El Corte, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit.



Figura 14. Frutos de mango "Ataulfo" con síntomas asociados a antracnosis, en huertos comerciales de los ejidos de Huaristemba, Municipio de San Blas, Nayarit, y El Corte, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit.