



AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SENASICA

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

**Dirección General de
Sanidad Vegetal**

Dirección de Protección Fitosanitaria

Subdirección de Campañas

Departamento de Campañas de Importancia Económica

Nº de Oficio B00.01.02.01.02.- **03672** /2023.

Ciudad de México, a **21 ABR 2023**

DR. ANTONIO ORTÍZ GONZÁLEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD
VEGETAL DE MICHOACÁN
presidente@cesavemich.org.mx
PRESENTE

Hago referencia a la problemática en la producción de fresa en México, derivado de la presencia del hongo fitopatógeno *Neopestalotiopsis rosae*, y al seguimiento de las acciones comprometidas en el marco de las políticas de trabajo competencia de la Dirección General de Sanidad Vegetal.

Al particular, remito informe final del proyecto "Investigación, Difusión y Transferencia de Tecnología para el Manejo de *Neopestalotiopsis rosae* en el cultivo de fresa", realizado por el Dr. Ángel Rebollar Alviter, Profesor Investigador del Centro Regional Universitario Centro Occidente (CRUCO) de la Universidad Autónoma Chapingo.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
El Director General de Sanidad Vegetal



Ing. Francisco Ramírez y Ramírez

Cc.p. ING. FRANCISCO JAVIER CALDERÓN ELIZALDE. - DIRECTOR EN JEFE DEL SENASICA. - gestion@senasica.gob.mx
ING. ROBERTO ALVARADO MOLINA. - TITULAR DE LA UNIDAD DE COORDINACIÓN Y ENLACE DEL SENASICA. - gestion.uce@senasica.gob.mx
MVZ. LUIS ANTONIO GÓMEZ MENDIETA. - ENCARGADO DE LA REPRESENTACIÓN ESTATAL FITOZOOSANITARIO Y DE INOCUIDAD AGROPECUARIA Y ACUÍCOLA EN MICHOACÁN. - luis.gomez@senasica.gob.mx

JMGR / GSM / JCF / FMS / MGS

Insurgentes Sur No. 489, P-7, Col. Hipódromo, Cuauhtémoc, CP. 06100, CDMX
Tel: 55 5905 1000 Ext. 51326 gestion.dgsv@senasica.gob.mx www.gob.mx/senasica





**CONSEJO NACIONAL CONSULTIVO
FITOSANITARIO
(CONACOFI)**

**Investigación, Difusión y Transferencia de Tecnología para
el Manejo de *Neopestalotiopsis rosae* en el Cultivo de Fresa**

INFORME FINAL

Dr. Ángel Rebollar Alviter

Morelia, Mich. marzo del 2023

Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de
México, C.P. 56230 Tel: +52 01 (595) 95 11570. Correo:
presidencia.conacofi@gmail.com; presidencia@conaco

1. RESUMEN EJECUTIVO

En los últimos 5 años a partir de la temporada de producción 2017-2018, la pudrición de corona y tizón de hoja de la fresa causada por el hongo *Neopestalotiopsis rosae* ha sido una de las principales limitantes de la producción de este cultivo en México. Este hongo puede ocasionar manchas foliares que derivan en tizones y daños en peciolo y estolones que pueden resultar en la muerte de la planta, en especial en condiciones lluviosas. Sin embargo, también puede dañar raíces y corona, daño que en México resulta más difícil de controlar, debido a que el patógeno se mueve por material propagativo y plántula a partir de viveros contaminados. El presente proyecto tuvo como objetivo realizar un análisis regional de la distribución y daños ocasionados por la pudrición de corona por *N. rosae*, investigación aplicada y llevar a cabo actividades de difusión para contribuir a la reducción del impacto económico de la enfermedad en productores de fresa. El estudio de diagnóstico regional realizado en el valle de Zamora, Maravatío e Irapuato Gto. Indicó que en comparación con los años anteriores, el impacto de la enfermedad en la temporada actual 2022-2023, se ha reducido significativamente, pues el promedio de mortalidad de plantas considerando las 3 zonas estudiadas fue del 10%, siendo el valle de Zamora (Incluyendo Tangancícuaro, Zamora y Jacona). Sin embargo, aún existe un grupo de productores en lo que la mortalidad de plantas puede alcanzar el 67%, en especial en la zona de Maravatío e Irapuato. Los resultados obtenidos en este estudio que en parte explican esta reducción de pérdidas se asocian a: El uso de variedades con mayor tolerancia a la enfermedad, Mayor conciencia de los viveros reproductores de planta, La adopción de prácticas como los tratamientos pre-transplante, La adopción de resultados de investigación que evidencian la eficacia de tratamientos de manejo integrado que inician en pre-transplante, Mayor conocimiento de los mecanismos de dispersión del patógeno, la difusión y capacitación por parte de las instituciones públicas. Adicionalmente, se realizó la capacitación de productores y técnicos en 3 regiones productoras de fresa (Valle de Zamora, Valle de Maravatío, Irapuato, Villa Guerrero Edo de Méx. Con una asistencia aproximada de 400 personas. Como producto final se elaboró un manual para el manejo de la enfermedad con la finalidad de brindar apoyo al técnico y productor en el diagnóstico, epidemiología y manejo integrado de la enfermedad.

2. ANTECEDENTES

El tizón de hoja y pudrición de la corona causada por *N. rosae* es una enfermedad emergente en varios países. Essa *et al.*, (2018) realizó el primer reporte mundial de *N. rosae* como agente causal de la pudrición de raíz y corona. El segundo reporte a nivel global fue realizado por en México por Rebollar-Alviter *et al.*, (2020) quienes lo reportaron como agente causal de pudrición de raíz y corona, además como agente causal de la mancha, tizón foliar y pudrición de frutos que en conjunto, estos síntomas han sido responsables de pérdidas que superan el 80% en los peores escenarios. En Estados Unidos Baggio *et al.*, (2021) reportó la enfermedad causando tizón de foliar y pudrición de frutos, pero no ha sido relevante la pudrición de corona como si lo ha sido en México. Además de *N. rosae*, Baggio *et al.* (2021) hace referencia a una nueva especie de *Neopestalotiopsis* sp., a la cual hacen referencia como una de las más agresivas en Florida causante de manchas foliares y pudrición de frutos. Después de estos reportes, el patógeno ha sido reportado en diferentes países de Europa, Asia y América, incluyendo Canadá. En estados de Estados Unidos ha sido reportado en los estados de California, Florida, Ohio, Carolina del Norte entre otros. Actualmente, el problema ha sido reportado, prácticamente en todos los países donde se cultiva fresa, por lo que se encuentra ampliamente distribuida, no por ello las pérdidas no se consideran relevantes.

Dada la importancia de la enfermedad, la difusión de las mejores alternativas de manejo entre los productores, tomando en cuenta información epidemiológica para definir las mejores estrategias de manejo ha demostrado ser la mejor alternativa para reducir las pérdidas económicas. Recientemente, Baggio *et al.* (2022) resumen el efecto de diferentes herramientas con efecto en el *Neopestalotiopsis* spp. en fresa que proveen de información para tomar mejores decisiones en el campo en integración con herramientas biológicas.

Desde la temporada de producción 2017-2018, en el Centro Regional Universitario Centro Occidente (CRUCO) de la Universidad Autónoma Chapingo, se ha realizado investigación dirigida hacia conocer la etiología, Epidemiología y Manejo Integrado de la Enfermedad en las principales zonas productoras de fresa del centro de México. Esta serie de estudios se ha enfocado a la generación de información que brinde los elementos para el manejo integrado de la enfermedad y contribuya a resolver el problema. Los avances obtenidos se han difundido en múltiples eventos y recorridos de campo con productores, técnicos, funcionarios, así como estudiantes de diferentes

universidades. Buena parte de esta información ha sido adoptada por productores, viveros y en general en la industria de fresa que, sumada a la experiencia y su propia innovación, ha permitido que las pérdidas por esta enfermedad vayan cada vez más a la baja.

3. OBJETIVOS

Objetivo General. Realizar un análisis regional de la distribución y daños ocasionados por la pudrición de corona por *N. rosae*, investigación aplicada y realizar actividades de difusión para contribuir a la reducción del impacto económico de la enfermedad en productores de fresa.

Objetivos Particulares

- 1.1.1 Ampliar el Diagnóstico Regional de la intensidad epidémica de la pudrición de corona de la fresa en zonas productoras de Michoacán.
- 1.1.2 Desarrollar investigación aplicada dirigida hacia la generación de alternativas para reducir el impacto del tizón de la hoja y pudrición de la corona.
- 1.1.3 Elaboración de una Manual de Productores para el manejo del Tizón foliar y Pudrición causada por *N. rosae*.
- 1.1.4 Capacitar Técnicos y Productores en el manejo de la enfermedad desde la obtención de planta madre, vivero hasta el manejo integrado en campo.

4. JUSTIFICACIÓN E IMPACTO

Dado el alto impacto de la enfermedad desde que evidenció de manera masiva el problema, se estima que las pérdidas, entre 2018 y 2021 superaban los 1500 millones de pesos anualmente. Lo anterior, sin considerar el impacto indirecto en la pérdida de empleo, endeudamiento de productores y otros efectos indirectos. Con la generación de información acerca de la biología, distribución, información epidemiológica y de manejo integrado, el impacto en los ciclos 2021-2022 se ha disminuido considerablemente. Los resultados de estos estudios desarrollados por la UACH-Morelia en los últimos 5 años han contribuido significativamente a la reducción del impacto económico de la enfermedad. La continuación de la difusión del conocimiento ya

generado y la conclusión de algunos estudios en proceso con el financiamiento del Senasica, sin duda reducirán aun más el impacto negativo de la enfermedad entre los pequeños productores.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ampliación del Diagnóstico Regional de la Intensidad Epidémica de *N. rosae* en zonas productoras de fresa en Michoacán.

Durante el ciclo 2019-2020, se realizó un diagnóstico regional para conocer el estado y la intensidad de la mancha foliar y pudrición de corona por *N. rosae* en el valle de Zamora. Para complementar la información se realizó otro diagnóstico en el ciclo 2022-2023, con la finalidad de determinar qué tan dispersa se encuentra la enfermedad ampliando el muestreo en el estado de Michoacán. Para ello se realizarán recorridos en el valle de Zamora-Jacona, Guanajuato y Maravatío. El muestreo se inició y desarrolló entre diciembre del 2022 y marzo del 2023 y se visitaron 110 unidades de producción con una superficie variable. En tres otras variables, se determinó Incidencia, severidad (basada en una escala de severidad), mortalidad, variedades, aplicación de productos. A partir de las variables incidencia y severidad, se ajustaron modelos de semivariogramas y se seleccionó el más adecuado para posteriormente realizar un Kriging ordinario y realizar mapas predictivos regionales en la zona de muestreo. Dada la importancia de las variedades de fresa y su comportamiento ante la enfermedad, también se realizó la comparación de estas ante el nivel de incidencia y severidad al momento de la evaluación.

Otra de las variables que se consideró importante evaluar fue la realización de tratamientos pre- y post-transplante. Esta información resulta importante, pues desde el ciclo 2017-2018 muy pocos productores realizaban tratamientos pre-transplante.

5.2 Desarrollo de investigación aplicada dirigida a la generación de alternativas para reducir el impacto del tizón de la hoja y pudrición de la corona.

5.2.1 Efecto de sanitizantes en la desinfestación de suelos y sustrato infestado con *N. rosae*

Para complementar los resultados que se han generado en años anteriores, en este ciclo se evaluó el efecto de compuestos sanitizantes sobre la densidad de inóculo de *N. rosae* en diferentes tipos de sustrato. Debido a que el patógeno puede contaminar los sustratos durante la producción de plántula los viveros, es importante determinar si algunas moléculas que se ofertan de manera comercial tienen efecto en la reducción del inóculo para ello se evaluaron las sales cuaternarias de amonio, ácido hipocloroso, dióxido de hidrógeno + ácido peracético, hipoclorito de sodio y dióxido de cloro en 3 diferentes sustratos (tezontle, peat moss y fibra de coco) y un control. Los sustratos se colocaron en bolsas de polietileno de 15 x 25. Previamente se preparó una suspensión de conidios de 1×10^6 . Las bolsas con el sustrato, previamente regadas a capacidad de campo, se inocularon con 60 mL de esta suspensión, se dejaron por 12 días. Después de este tiempo, se tomó una muestra a fin de determinar la sobrevivencia de los conidios antes de aplicar el sanitizante. Después de aplicado el sanitizante, nuevamente se realizó el muestreo del sustrato para determinar la densidad de inóculo. El propósito de esperar por 12 días fue determinar si el sustrato influía en la densidad de inóculo.



Figura 1. Experimento para evaluar el efecto de sanitizantes sobre la desinfestación de sustratos contra *N. rosae*.

5.2.2 Tratamientos biológicos e inductores de resistencia para prevención de la pudrición de corona de la fresa por *N. rosae*

Otros de los temas que constantemente surge como interrogante entre los técnicos es el efecto de inductores de resistencia y productos biológicos con múltiples modos de acción. Para dar respuesta dichas preguntas se estableció un experimento para evaluar el efecto de inductores de resistencia y consorcios microbianos a base de hongos y bacterias. El estudio se encuentra actualmente en proceso debido a la falta de planta en el tiempo en el que se contó con el recurso económico (Fig. 1). Se espera que aproximadamente en 45 días se tengan resultados de este experimento. Sin embargo, se avanzó con estudios in vitro sobre el efecto de bacterias del género *Bacillus* sp. en la inhibición del crecimiento de *N. rosae*.

5.3 Manual de Productores para el manejo del Tizón foliar y Pudrición causada por *N. rosae*

El manual se elaboró a partir de la información que ya ha sido generada en este Centro Regional de la UACH en los últimos 5 años complementado con la información disponible en otros países. En ese documento se resume la información más relevante sobre el agente causal y las condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad y las herramientas disponibles y su integración para el diseño de estrategias de manejo integrado de la enfermedad con una visión sostenible, reduciendo al mínimo el uso de fungicidas químicos.

5.4 Capacitación de Técnicos y Productores en el manejo de la enfermedad incluyendo desde la obtención de planta madre, vivero y manejo en campo.

En coordinación con SENASICA, Aneberries, Comités Estatales de Sanidad Vegetal de los estados participantes, se programarán al menos un curso por cada región productora de fresa. Se propone que los cursos tengan un enfoque teórico-práctico con una combinación de aula y campo. Por lo avanzado de la temporada, se propone que los cursos de capacitación vayan dirigidos a reducir los riesgos de introducción de planta madre enferma y en la preparación de parcelas de incremento (viveros).

6. RESULTADOS

6.1 Ampliación del Diagnóstico Regional de la Intensidad Epidémica de *N. rosae* en zonas productoras de fresa en Michoacán.

En la figura 2 se presentan los síntomas de más comunes de la enfermedad observados durante la exploración regional y ya han sido previamente reportados en otros estudios realizados. En resumen, los síntomas de pudrición de corona se presentan inicialmente como una coloración púrpura en el margen de las hojas que avanza hacia la lámina de la hoja; mientras tanto, se nota un aclaramiento de nervaduras y amarillamiento que contrasta con el color púrpura de las hojas que posteriormente se necrosan y colapsan. Aunque aún no está bien definido, es posible que estos síntomas varíen dependiendo de la presencia de otros patógenos asociados a la corona o a las raíces.



Figura 2. Algunos síntomas asociados a pudriciones de raíz y corona observados en la exploración regional en zonas productoras de fresa del centro de México.

En esta tercera exploración, se confirmó que *Neopestalotiopsis* spp. puede estar causando muerte de plantas por pudrición de corona, además de las demás partes de la planta en las que puede estar atacando. Además, es muy común encontrar otros hongos y oomycetos que pueden estar solos o en mezcla. Sin embargo, como se observa en la figura, el hecho de este *Neopestalotiopsis* spp. aparezca como uno de los más frecuentes junto con *Fusarium* spp. evidencia la necesidad de continuar los estudios para evaluar de manera experimental cómo estas diferentes combinaciones en raíz y corona manifiestan los síntomas e influyen en la intensidad de la enfermedad a fin de optimizar el manejo de la enfermedad con un enfoque de complejo. Estos estudios se les dará continuidad en las siguientes temporadas y se realizará la identificación de las especies asociadas mediante la amplificación de regiones específicas por medio de PCR y posterior secuenciación. Adicionalmente se realizarán estudios enfocados al diseño de estrategias integradas para el manejo sostenible de la enfermedad.

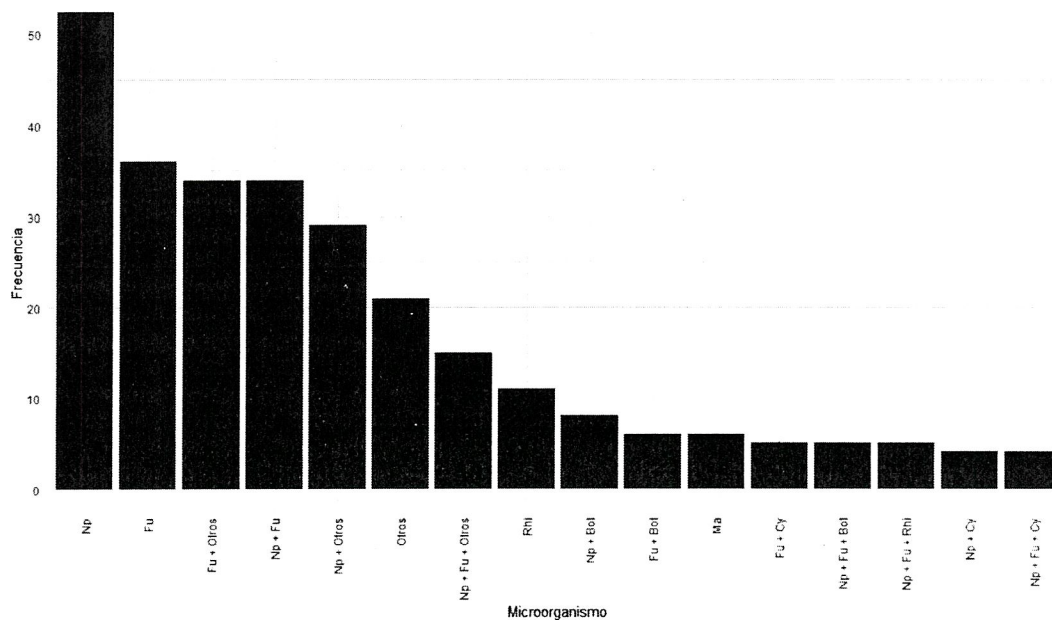


Figura 3. Frecuencia de aislamiento de diferentes géneros solos y en mezclas de síntomas de pudrición de raíz y corona de la fresa. NP= *Neopestalotiopsis*; Fu: *Fusarium* sp.; Rhi= *Rhizoctonia*; Bot= *Botrytis*; Ma= *Macrophomina phaseolina*; Cy= *Cyindrocarpon destructans*. En el Fig. 4 se observa que en la temporada 2020-2021, al menos 15 variedades se establecieron, pero las de mayor frecuencia fueron Albión, Fortuna, Sayulita y Camino real. En esta temporada como se puede notar, la mortalidad en algunas parcelas llegó hasta el 50% en las variedades Albión y Fortuna, aunque la distribución de esta variable fue amplia, seguida de estas estuvo la variedad Camino Real y Sayulita. En esta temporada fue interesante notar que prácticamente la variedad Festival ya no se estaba cultivando. En estudios previos, en la temporada 2018-2019, esta variedad fue una de las más susceptibles a la enfermedad en condiciones de campo, razón por la que su frecuencia se redujo significativamente en esta temporada.

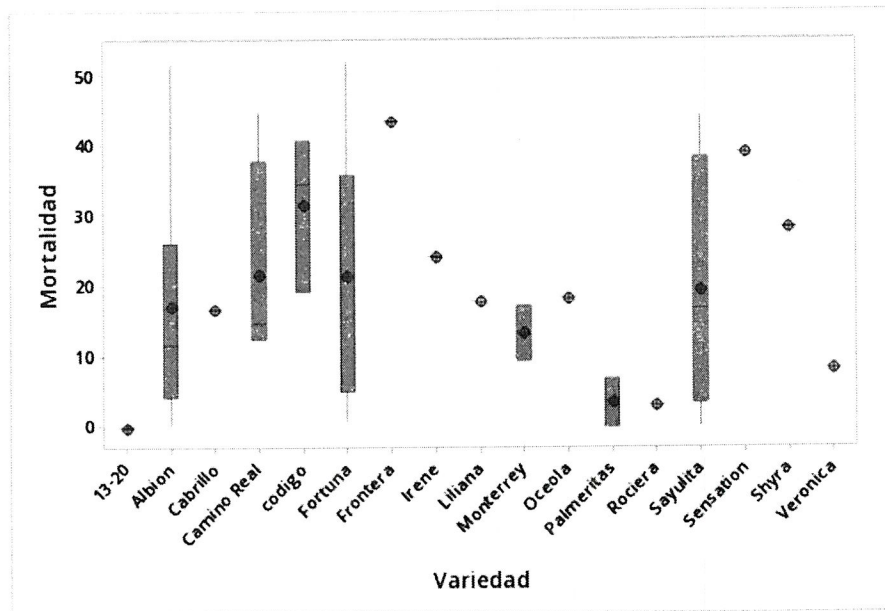


Figura 4. Distribución de la mortalidad de las variedades en la temporada 2020-2021. Algunas variedades se encontraron en baja frecuencia. n=60 parcelas de los valles de Zamora, Maravatío y sur de Guanajuato (Tarandacuao).

Al realizar la comparación con la distribución de la mortalidad de plantas en el ciclo 2022-2023 (Fig.7) , fue notorio la aparición de nuevas variedades y prácticamente la desaparición de otras, lo que claramente refleja el dinamismo de la industria y la rápida respuesta con genética con mayor tolerancia a la enfermedad. Sin embargo, dicha adaptación en general ocurre más rápidamente entre los medianos y grandes productores, quienes tienen acceso a información más actualizada respecto a las respuestas de las variedades a las enfermedades. Por ejemplo, a pesar de que las variedades Albión y Camino real claramente fueron las que más fueron afectadas por la enfermedad, los pequeños productores continuaron estableciéndolas por al menos dos temporadas más. El caso más claro es el Irapuato, donde los pequeños productores tienden a tardar más en realizar los cambios de las variedades, pues a pesar de que la variedad Camino real es una de las más susceptibles con base en estudio previos y experimentos en campo aun en el 2023, en los viveros establecidos es una de las más frecuentes, aunque es importante resaltar que las variedades como Fronteras, la cual, en campo y estudios de laboratorio ha resultado con un nivel intermedio de resistencia a la enfermedad, tiende a ganar terreno y ha sido en 2022-2023 una de las que estableció con mayor

frecuencia, con base en el muestreo realizado.

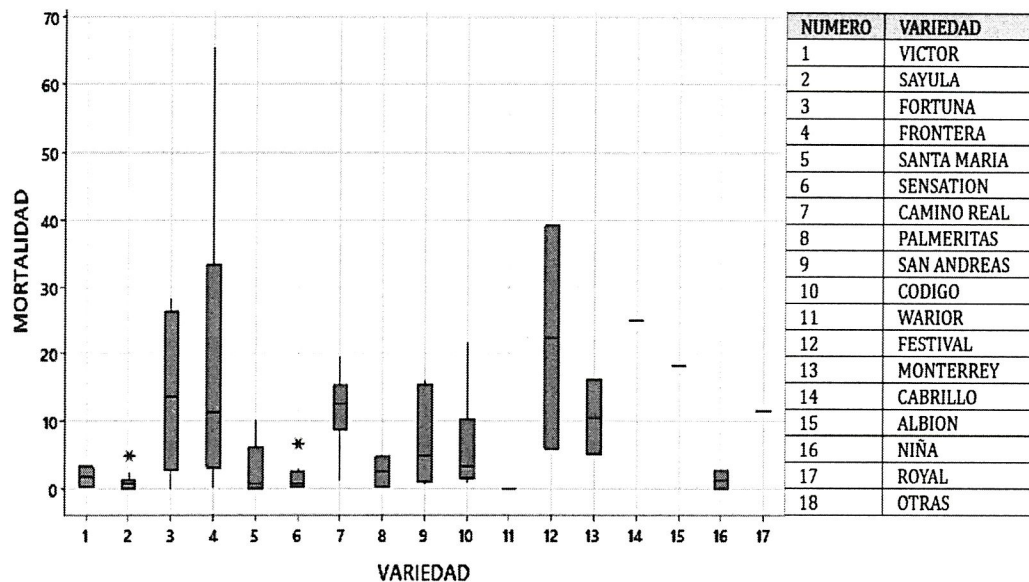


Figura 5. Distribución de la mortalidad de plantas de fresa en la temporada 2022-2023.

Otro de los puntos a resalta cuando se revisan las tendencias en cada una de las zonas productoras de fresa, queda claro que el valle de Zamora (incluyendo Tangancícuaro, y Jacona), es la zona con mayores innovaciones y dinamismo en el cambio varietal. En esta región, desde la temporada 2018-2019, fue evidente que la mayor mortalidad ocurrió en las variedades Albión, Festival, Camino real y Cabrillo, entre las más comunes. Como se nota en la Figura 6 para 2022-2023, prácticamente desaparecen, y sobresalen las variedades Fronteras, Fortuna, Sayulita, Santa María, Sensation y empiezan a tomar relevancia otras variedades que han manifestados de media a alto nivel de resistencia a la enfermedad, como lo son las variedades Víctor, Royal y Warrior. Es muy interesante notar además que, en esta región, con mucha frecuencia se encuentra la evaluación de variedades aun codificadas (códigos) de la industria (Fig. 6). Lo anterior refleja la cultura de la innovación y desarrollo en esta zona, comparada con las zonas de Irapuato en donde los productores encuestados prácticamente basan su producción en la variedad Camino real, y más recientemente la variedad Fronteras que tiende a crecer y ha desplazado a otras variedades como Albión. La variedad Fronteras ha manifestado una tolerancia intermedia a la enfermedad observada no solo en campo, sino también en inoculaciones del patógeno en el laboratorio. La

variedad San Andreas, también ha sido una de las que mas toleran la enfermedad y que también sobresale en Maravatío.

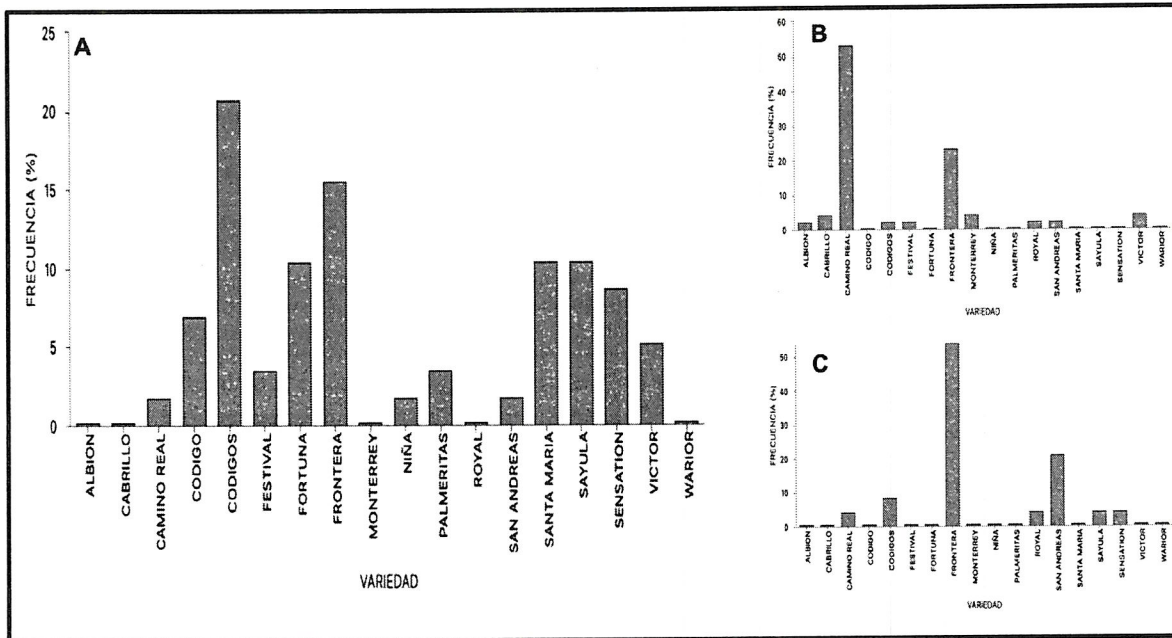


Figura 6. Distribución de frecuencias de las variedades establecidas en el ciclo 2022-2023. A) Valle de Zamora, B) Irapuato, C) Valle de Maravatío-Tarandacua Gto.

Otro de los aspectos a considerar de manera general, es que además de las variedades, el componente ambiental tiene un papel importante, en gran medida asociados al tipo de suelo, pH, CE, etc., así como factores que favorece la dispersión intra-parcela del patógeno como es la lluvia. Al respecto, una de las prácticas que más influyen es el tiempo del transplante a la colocación del plástico para aquellos productores que cuentan con esta tecnología. Este tiempo es importante porque favorece la propagación de la enfermedad en su fase de mancha foliar y tizón de la hoja. Entre otras causas que explican la mayor intensidad epidémica en pequeños y medianos productores es la falta de macrotúneles, pero también el origen de la planta. Después de varios estudios previamente realizados, queda claro que los viveros, independientemente del nivel tecnológico representan una de las principales fuentes de infección primaria. Ante este escenario,

el hecho de que hasta antes del 2019 muy pocos productores realizaban realizaban tratamientos pre-transplante, la enfermedad se desarrollaba con mayor rapidez al encontrar las condiciones ambientales favorables en la parcela comercial. Producto de la exploración realizada en este proyecto, se generaron mapas interpelativos de la intensidad epidémica en las diferentes zonas de muestreo, en los cuales se observan áreas con mayores niveles, muy probablemente asociados a una variedad susceptible, pero también influidos por el nivel tecnológico y la calidad de la planta que se obtuvo del vivero lo contribuye a la ocurrencia de áreas de mayor agregación de la enfermedad.

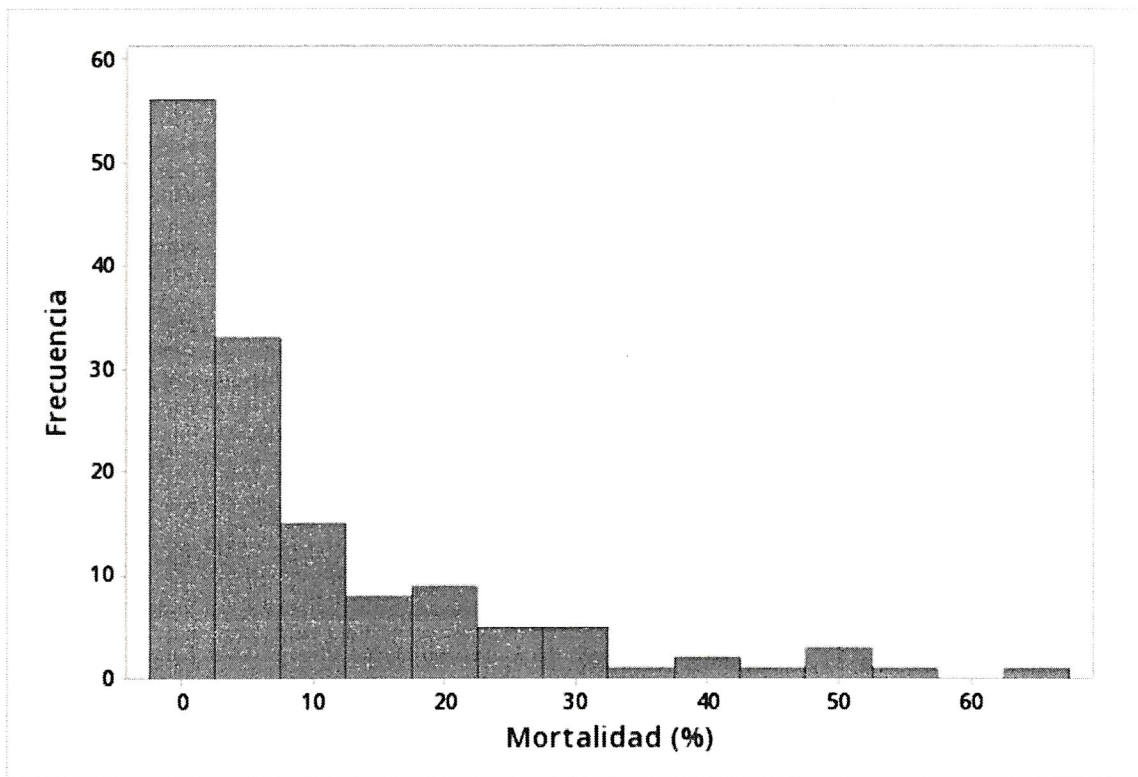


Figura 7. Distribución de la mortalidad de plantas a partir de datos obtenidos en el valle de Zamora (Zamora, Jacona Tangancícuaro), Maravatío-Sur de Gto e Irapuato.

Comparado con las temporadas anteriores y los datos del 2020-2021 en esta temporada, caso el de las parcelas visitadas tuvo una mortalidad entre 0 y 2.5% de mortalidad. De hecho, considerando las 3 zonas de estudio, el promedio de mortalidad fue del 10%, aunque hubo algunas parcelas que llegaron que tuvieron entre 50 y 67% en Maravatío e Irapuato.

Realizando el análisis por zonas, se evidencia que en el valle de Zamora la media de mortalidad no alcanzó el 8% y en específico en las parcelas muestreadas de Tangancicuaro, las pérdidas no superaron el 1%. Sin embargo, hubo parcelas en muy baja proporción que alcanzaron una mortalidad de hasta el 52%. Lo anterior evidencia que aún hay productores que no han adoptado las mejores prácticas de manejo o que sus decisiones de prevención de la enfermedad no han sido las mas acertadas (Fig. 8)

Para el caso de Maravatío-Sur de Gto. e Irapuato, la mortalidad media fue de un 15% y 11% respectivamente, pero se tuvieron registro de productores con pérdidas superiores al 50% como se indicó arriba.

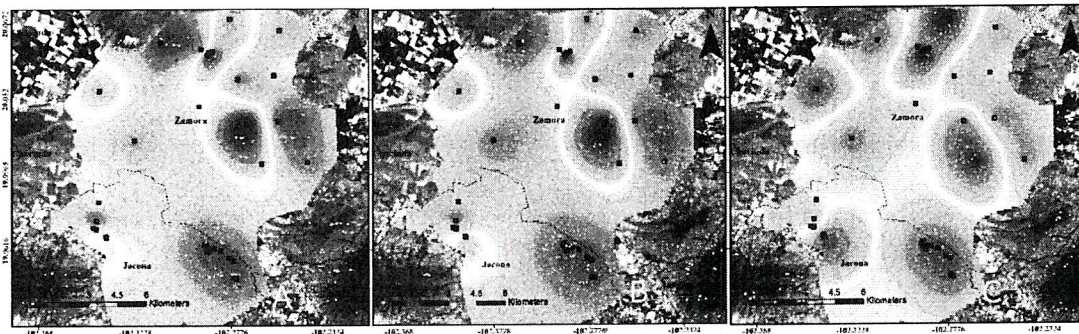


Figura 8. Variabilidad espacial de la epidemia ocasionada por *N. rosae* en el valle de Zamora en el ciclo productivo 2022-2023. A) incidencia. B) severidad. C) mortalidad.

De manera similar, en la zona de Maravatío-Sur de Guanajuato (Fig. 9), se pudieron identificar zonas con mayor agregación de la enfermedad, principalmente en las unidades de producción en los límites con Guanajuato. En esta zona es muy común que los productores usen el sistema de producción semidirecta, en la cual establecen la planta madre a bajas densidades y las plantas hijas las van insertando en la cama. Muchos productores pueden dejar hasta 2 años su plantación. En plantaciones nuevas, generalmente se presentan bajas intensidades de la enfermedad dependiendo del historial de la parcela, pero en el segundo año, esta podría ser mayor.

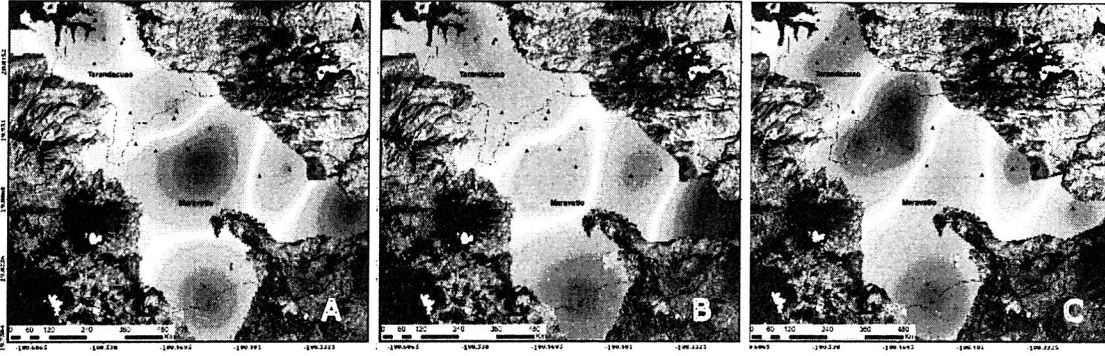


Figura 9. Variabilidad espacial de pudrición de corona asociada a *N. rosae* en la Zona Maravatío-Tarandacua, Gto. en el ciclo productivo 2022-2023. A) incidencia. B) severidad. C) mortalidad.

En resumen, al diagnóstico regional realizado para la temporada 2022-2023, indicó que de manera general la intensidad de la enfermedad en esta temporada se ha reducido significativamente comparada con los años anteriores, pero que aún existen un sector de productores que por diversas razones no han adoptados las mejores prácticas de prevención que se han difundido en múltiples eventos de capacitación en los últimos 4 o 5 años. Algunas razones que explican la reducción significativa de las pérdidas en esta temporada son las siguientes:

- 1) El uso de variedades con mayor tolerancia a la enfermedad
- 2) Mayor conciencia de los viveros reproductores de planta
- 3) La adopción de prácticas como los tratamientos pre-transplante
- 4) La adopción de resultados de investigación que evidencian la eficacia de tratamientos de manejo integrado que inician en pre-transplante.
- 5) Mayor conocimiento de los mecanismos de dispersión del patógeno.
- 6) La difusión y capacitación por parte de las instituciones públicas
- 7) Entre otras.

6.2 Desarrollo de investigación aplicada dirigida a la generación de alternativas para reducir el impacto del tizón de la hoja y pudrición de la corona

6.2.1 Efecto de sanitizantes en la desinfestación de suelos y sustrato infestado con *N. rosae*.

Los datos del experimento indicaron que hubo diferencias en la sobrevivencia de *N. rosae* (medido como UFC/g de sustrato), dependiendo del tipo de sustrato. Es decir, la eficacia del sanitizante se vio influenciado por el tipo de sustrato. En general, ninguno de los sanitizantes eliminó completamente el inóculo del hongo, pues en todos los casos hubo inóculo residual. De hecho, en este experimento se encontró que no hubo diferencias significativas entre los sustratos y el control cuando se aplicaron sobre fibra de coco, pues prácticamente la supervivencia 24 h después de la aplicación fue del 100% (Fig. 10). En este sustrato, solo el dióxido de hidrógeno + ácido peracético redujo la sobrevivencia del hongo en relación con el control. Lo que en parte explica la ocurrencia de la enfermedad en sistemas de alta tecnología que distribuyen planta de cepellón, pues la fibra de coco es uno de los sustratos más usados. En peat moss, los resultados no fueron tan diferentes, pero en un sustrato mineral, en general el hongo tuvo una sobrevivencia menor y el efecto de los sanitizantes fue más claro. En este sustrato, las sales cuaternarias de amonio y el hipoclorito de sodio redujeron significativamente más las UFC comparados con el resto de los tratamientos. Aunque estos resultados sugieren una reducción significativa de la densidad de inóculo, el efecto no es suficiente, por lo que es necesario más estudios enfocados a determinar dosis y tiempos de exposición; estudios que se conducirán posteriormente.

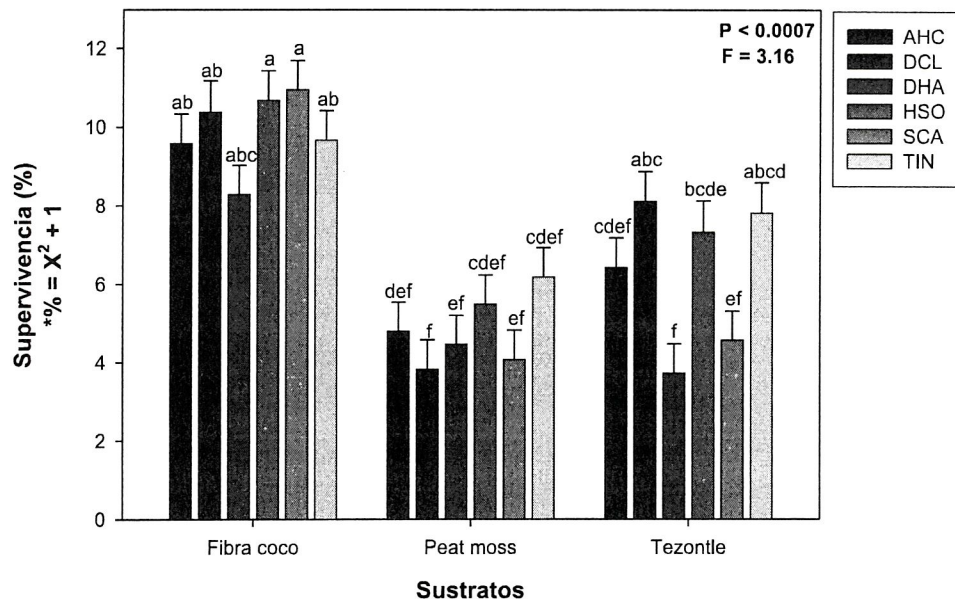


Figura 10. Interacción sustrato-sanitizante y el efecto en la sobrevivencia de *N. rosae*. AHC=Ácido hipocloroso, DCL=Dióxido de cloro, DHA= Dióxido de hidrogeno + Ácido peracético, HSO= Hipoclorito de sodio, SCA= C. de amonio (3ª G) + C. de amonio (1ª G), TIN= Testigo inoculado. *Valor real de la proporción es el inverso de la raíz cuadrada más uno ($X^2 + 1$).

6.2.2 Tratamientos biológicos para la prevención de la pudrición de corona de la fresa por *N. rosae*

En este estudio, se evaluaron un grupo bacterias antagonicas entre las que se encuentran, *Bacillus* sp. y *Serratia* sp. Estas cepas fueron aisladas en estudios previos, pero no había sido probadas contra *N. rosae*. Como se muestra en la Fig. 11 algunas especies de *Bacillus* sp. han resultado efectivas en la inhibición. Debido a la falta de planta en el tiempo en que se aprobó el proyecto, el estudio no se realizó en invernadero, Sin embargo, como se puede ver, existe potencial de algunas de nuestras cepas para inhibir el desarrollo de *N. rosae* en condiciones in vitro con inhibiciones que van del 80% al más del 90%. En los próximos meses, se espera contar con planta para realizar las pruebas a fin de determinar si en planta son capaces de protegerlas de la infección del hongo. Asimismo, se espera contar con recursos adicionales para llevar a escala piloto la reproducción de estas bacterias para aplicarlas en parcelas comerciales.

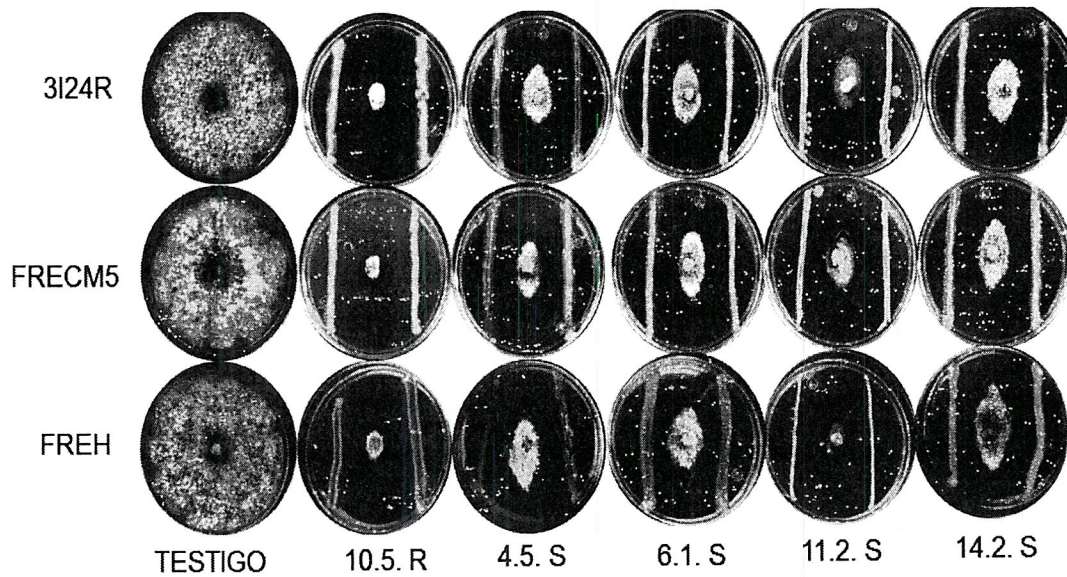


Figura 11. Efecto inhibitorio de diferentes cepas nativas de bacterias del género *Bacillus* sp. sobre tres aislamientos de *Neopestalotiopsis rosae* aislado de fresa.

6.3 Manual de Productores para el manejo del Tizón foliar y Pudrición causada por *N. rosae*

Este manual (anexo versión_1), tiene el objetivo de difundir los avances en el conocimiento de la enfermedad, incluyendo los aspectos biológicos y epidemiológicos, bases para el diseño de estrategias de manejo Integrado. La información proporcionada en su mayoría es el resultado de investigaciones realizadas en el Centro Regional Universitario Centro Occidente de la UACH en los últimos 5 años, adicionada con la experiencia práctica en el manejo de esta y otras enfermedades de fresa. Una vez que se tengan las observaciones correspondientes se espera que el mismo pueda ser distribuido entre los productores y técnicos de las regiones productoras de fresa.

6.4 Capacitación de Técnicos y Productores en el manejo de la enfermedad incluyendo desde la obtención de planta madre, vivero y manejo en campo.

En coordinación con Aneberries, se realizaron dos eventos de difusión: El primero se realizó en el municipio de Jacona. Dicho evento se realizó el día 23 de septiembre en la Casa ejidal de Jacona, Mich. El segundo evento se realizó en Irapuato Guanajuato en las instalaciones del Cesaveg el día 7 de Octubre del 2022 (Fig. 11).

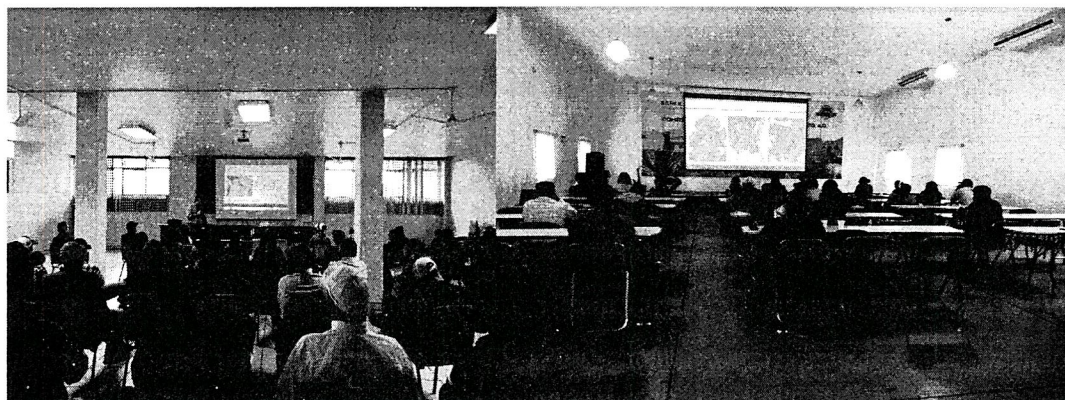


Figura 12. Presentación y posterior recorrido de campo para reconocimiento y manejo Integrado de *Neopestalotiopsis rosae* en Fresa. Presentación en Jacona Mich. (izquierda) y Presentación en Irapuato Gto. (Derecha).

El día 17 de febrero se realizó un tercer evento en Maravatío, Mich., en coordinación con el Consejo Nacional de la Fresa y el municipio de Maravatío (Fig.13). Este curso tuvo una duración de casi 4 h, entre ellas productores de fresa, asesores técnicos, funcionarios, y personal asociado a los programas del gobierno de federal y estatal. Se anexan listas de asistencia.

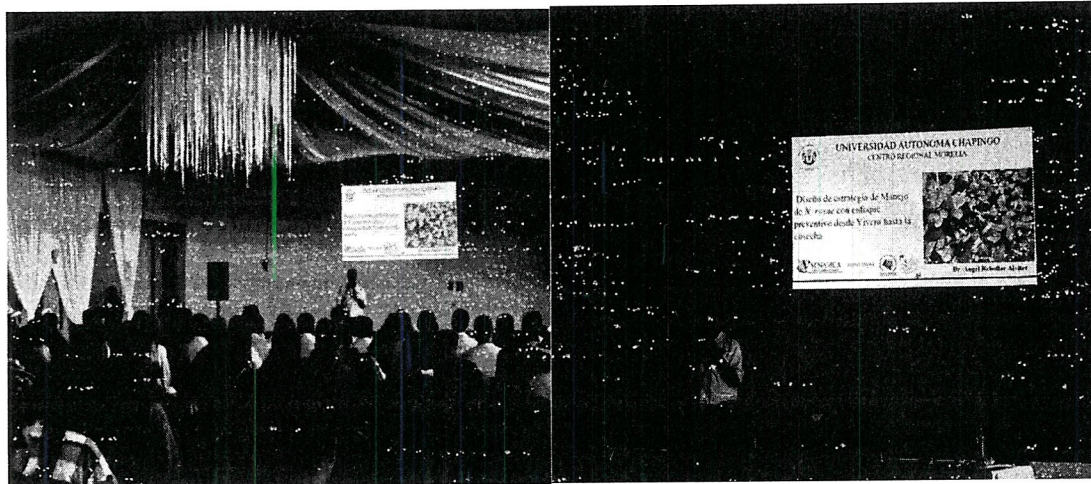


Figura 13. Asistentes al curso de capacitación en Diseño de estrategias de Manejo de *N. rosae* en Maravatío, Michoacán. 17 de febrero del 2023.

Un cuarto evento se realizó en el valle de Zamora el día 24 de febrero con la participación de asesores técnico de diferentes empresas, pequeños y medianos productores, funcionarios municipales y persona técnico de los gobiernos federal y estatal.

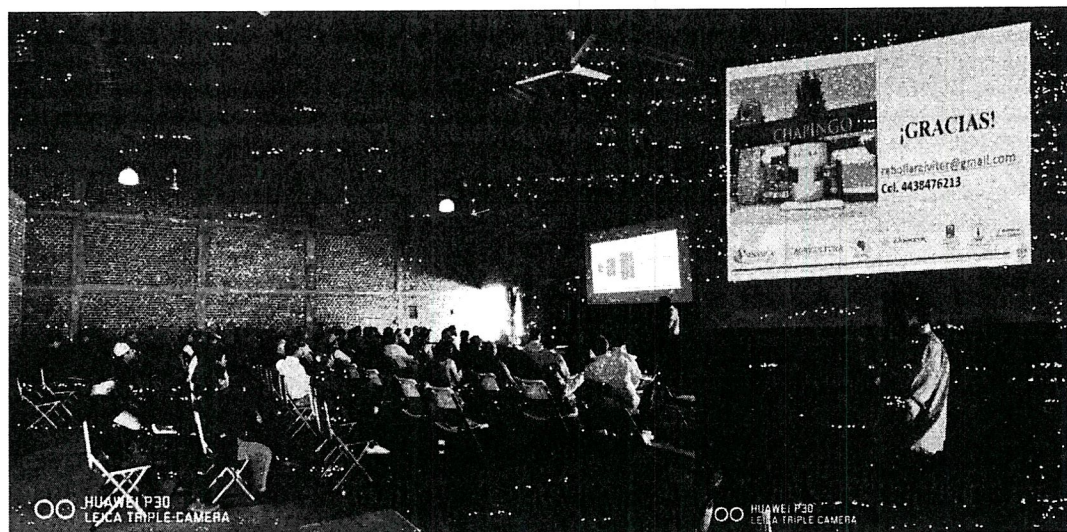


Figura 14. Presentación ante productores, técnicos y funcionarios de los municipios de Zamora, Jacona, Tangancicuaro y municipios aledaños.

Asimismo, por solicitud de los productores de fresa del estado de México, se impartió un evento adicional el día 3 de marzo del 2023 con la participación de productores, técnicos, técnicos del comité estatal de sanidad vegetal y estudiantes del último año de agronomía. En esta zona de Villa Guerrero y municipios vecinos los productores han experimentado pérdidas importantes por esta enfermedad, en parte debido a sistema de producción en el cual ellos mismos realizan el incremento de la planta en pequeños viveros que posteriormente usan en sus parcelas comerciales, producción que comercializan en la Cd. de México (Fig.15).

Entre las diferentes zonas visitadas y los eventos realizados se tuvo una asistencia de cerca de 400 personas entre técnicos y productores.

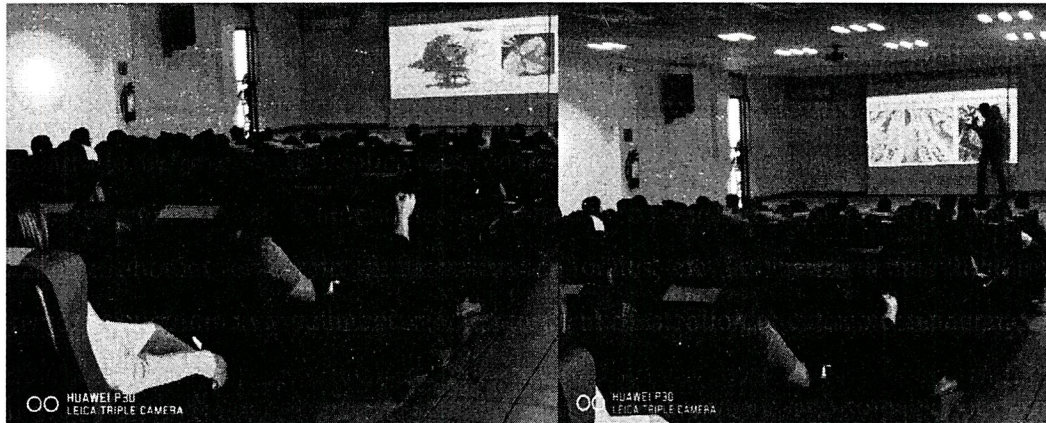


Figura 15. Presentación ante productores, asesores técnicos, estudiantes y funcionarios del municipio de Villa Guerrero, y municipios aledaños con producción de fresa.

Es importante resaltar que dichas conferencias y cursos de capacitación se centraron en explicar y comprender la enfermedad desde una visión integral con fundamentos epidemiológicos. Lo anterior implica la comprensión del papel que tiene cada uno de los elementos que dan origen a la enfermedad con base en el conocimiento que se tiene a nivel mundial y los resultados que se han obtenido en nuestro programa de investigación. Durante el desarrollo del evento se explicó detenidamente cómo la enfermedad surge, cómo las plantas se enferman, la biología del patógeno y sus mecanismos de dispersión, para finalmente abordar el efecto de prácticas culturales, de las herramientas biológicas, bioracionales, químicas y su integración en torno al desarrollo del cultivo considerando los

principios epidemiológicos. Dicho enfoque se explicó paso a paso en un lenguaje sencillo y práctico, pero enfatizando la necesidad de realizar acciones preventivas. Sin embargo, es importante mencionar que no todos los productores estuvieron de acuerdo con la manera en cómo se desarrolló la explicación para el manejo de este problema, pues ellos esperan encontrar una alternativa específica (fungicida) que pueda curar sus campos infectados sin entrar en el conocimiento de los principios y bases para manejar la enfermedad. Dicho enfoque, basado en la influencia en gran medida por los distribuidores de insumos, no es el mensaje que se da en este curso; en nuestro enfoque, buscamos que los asistentes comprendan cómo se enferman sus plantas y cómo prevenimos y manejamos el problema. Desafortunadamente, los pequeños productores que no tiene acceso a asesoría técnica independiente deben comprar productos directamente a con los distribuidores de agroquímicos que no tienen el conocimiento de esta enfermedad. En otros casos, dada la desesperación y la falta de información local sobre las alternativas de manejo, el pequeño productor termina aceptando productos “milagro” que prometen curar sus plantas cuando un alto porcentaje de estas están afectadas por la enfermedad generalmente perdiendo gran parte de la producción. Estas experiencias nos llevan a la necesidad de reflexionar sobre los métodos de transferencia y adopción de tecnología entre los pequeños y medianos productores y el papel de las políticas públicas al respecto en parte ejecutadas por personal técnico de los gobiernos federal y estatal o los comités estatales de sanidad vegetal para el acompañamiento directo a los productores en campo.

7. LITERATURA CITADA

Baggio, J. S., Forcelini, B. B., Wang, N. Y., Ruschel, R. G., Mertely, J. C., and Peres, N. A. (2021). Outbreak of Leaf Spot and Fruit Rot in Florida Strawberry Caused by *Neopestalotiopsis* spp. *Plant Disease*, 105(2), 305-315.

Baggio, J. S., Rebello, C. S., de Moraes, M. B., Marin, M. V, Gama, A. B., Forcelini, B. B., Mertly, J. Peres, N.A, 2022. Efficacy of Single- and Multi-Site Fungicides Against *Neopestalotiopsis* spp. of Strawberry.

Essa, T. A., Kamel, S. M., Ismail, A., and El-Ganainy, S. (2018). Characterization and chemical control of *Neopestalotiopsis rosae* the causal agent of strawberry root and crown rot in Egypt. *Egyptian Journal of Phytopathology*, 46(1), 1-19.

Rebollar-Alviter, A., Silva-Rojas, H. V., Fuentes-Aragón, D., Acosta-González, U., Martínez Ruiz, M., and Parra-Robles, B. E. (2020). An emerging strawberry fungal disease associated with root rot, crown rot and leaf spot caused by *Neopestalotiopsis rosae* in Mexico. *Plant Disease*, 104(8), 2054-2059.

ANEXOS


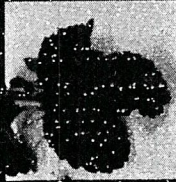
1. Listas de asistencia y promocionales de cursos cortos de capacitación impartidos a productores y técnicos en diferentes zonas productoras de fresa en Michoacán, Guanajuato y Estado de México.


Sede Valle de Zamora (Zamora, Jacona, Tangancícuaro y municipios aledaños)

**DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE MANEJO EN
NEOPESTALOTIOPSIS ROSAE CON ENFOQUE
PREVENTIVO, DESDE VIVERO HASTA COSECHA.**

VIERNES 24 DE FEBRERO 2023
10:00 AM
DURACION 4 HORAS

UNION AGRICOLA REGIONAL DE PRODUCTORES DE
FRESA Y HORTALIZAS DEL VALLE DE ZAMORA
Av Juárez #1800 Colonia La Juma,
Zamora, Michoacán






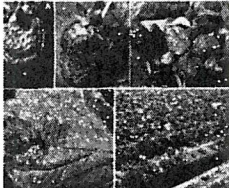
Sede Maravatío, Mich.


**DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE MANEJO EN
NEOPESTALOTIOPSIS ROSAE CON ENFOQUE
PREVENTIVO, DESDE VIVERO HASTA COSECHA.**

VIERNES 17 DE FEBRERO 2023
9:30 AM
SALÓN HOTEL COLONIAL
Av. Francisco I. Madero #1935
(a 2 km de la autopista México-Guadalajara)
Maravatío, Michoacán



**PONENTE
DR. ÁNGEL REBOLLAR ALVITER**





Sede Villa Guerrero estado de México

**DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE MANEJO DE
NEOPESTALOTIOPSIS ROSAE CON ENFOQUE
PREVENTIVO DESDE VIVERO HASTA COSECHA.**



**PONENTE
DR. ÁNGEL REBOLLAR ALVITER**

VIERNES 3 DE MARZO 2023

9:30 AM

AUDITORIO DEL TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE VILLA GUERRERO
(CARRETERA FEDERAL TOLUCA IXTAPAN DE LA SAL KM. 64.5)
Villa Guerrero, Estado de México



AGRICULTURA



SENASICA

