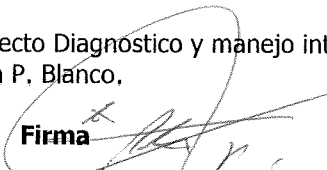




SEDARPE
SECRETARÍA
DE DESARROLLO
AGROPECUARIO, RURAL
Y PESCA

Medio de Verificación

FECHA: 09/01/2025

Nombre del Medio de Verificación: Informe de ejecución del Proyecto Diagnóstico y manejo integrado de plagas y enfermedades en caña de azúcar en Othón P. Blanco	
Clave y nombre de la Dependencia:	1115 - Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca
Programa Presupuestario:	E038 Capacitación técnica para el sector primario
Resumen narrativo del nivel reportado:	F.P.C03 - Capacitación a personas productoras agrícolas realizada
Indicador:	Porcentaje de informes técnicos de diagnóstico y efectividad biológica recibidos
Método de Cálculo:	(Número de informes técnicos de diagnóstico y efectividad biológica recibidos/ Total de informes técnicos de diagnóstico y efectividad biológica convenidos)*100
Trimestre reportado:	Cuarto trimestre
Liga de Publicación del Medio de Verificación:	https://sedarpe.qroo.gob.mx/medios-de-verificacion-2025/
Unidad Responsable del Indicador:	1115-2415 - Dirección Técnica;
Datos de las Variables reportadas: Numerador: Número de informes técnicos de diagnóstico y efectividad biológica recibidos Denominador: Total de informes técnicos de diagnóstico y efectividad biológica convenidos	
Descripción de los resultados: Durante el periodo correspondiente al cuarto trimestre del ejercicio 2025 , se consolidaron las acciones de Diagnóstico de muestras colectadas en la zona cañera del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, en el marco del programa " Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades de Caña de Azúcar ". Este diagnóstico es un instrumento técnico clave para identificar y cuantificar las plagas y enfermedades que afectan actualmente al cultivo. Su realización representa un avance fundamental en la planeación del programa, ya que proporciona la información precisa y específica sobre los agentes patógenos presentes. Al finalizar el ejercicio fiscal, se cumplió al 100% con la meta programada de 7 informes de las actividades realizadas, Tipo de Evidencia: Informes 3,4,5 6 y 7 de ejecución del Proyecto Diagnóstico y manejo integrado de plagas y enfermedades en caña de azúcar en Othón P. Blanco.	
<div style="text-align: center;"> Firma Ing. Alexander Terrón Pech Director Técnico</div>	



INFORMES TÉCNICOS PARCIALES DE PROYECTO 3,4 Y 5

Diagnóstico y Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Caña de Azúcar en Othón P. Blanco, Quintana Roo.

*Informe técnico 3,4 Y 5 – Diagnóstico fitosanitario Periodo
que cubre: OCTUBRE 2025*

PARTICIPANTES:

MC. Rodolfo Martín Mex
MC. Angel Nexticapan Garcéz
MC. Teresita Valencia Yah
Ing. Jonathan Río Sánchez
Dr. Anuar Magaña Álvarez
IQI. Alberto Cortés Velázquez
Dra. Daisy Pérez Brito

Mérida, Yucatán, Julio de 2025





Introducción

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es una de las actividades agrícolas de mayor relevancia económica y social en el estado de Quintana Roo. Sin embargo, la productividad de este cultivo puede verse seriamente afectada por la incidencia de enfermedades de origen fúngico, las cuales provocan reducciones en el rendimiento, deterioro de la calidad de la caña y aumento en los costos de manejo fitosanitario.

Las condiciones agroclimáticas de la región —caracterizadas por altas temperaturas, elevada humedad relativa y precipitaciones abundantes— favorecen el desarrollo y diseminación de hongos fitopatógenos, incrementando el riesgo de aparición de enfermedades foliares, radicales y del tallo. Ante este panorama, el diagnóstico fitosanitario oportuno y preciso constituye una herramienta fundamental para la toma de decisiones técnicas orientadas al manejo integrado de enfermedades.

En el marco del convenio específico de colaboración entre la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y de Pesca (SEDARPE) de Quintana Roo y el Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. (CICY), que se ha desarrollado desde junio de 2025, para otorgar soporte técnico por parte de los especialistas del CICY a las personas productoras de caña de azúcar del Estado de Quintana Roo, con el fin de hacer más eficiente el manejo de plagas y enfermedades que afectan las plantaciones comerciales de caña de azúcar de ese estado, se han realizado una serie de actividades que se presentan en este documento.

El presente informe técnico tiene como finalidad documentar los resultados del diagnóstico fitosanitario realizado en parcelas de caña de azúcar en la región de Chetumal, Quintana Roo, mediante la colecta de material vegetal con síntomas, el aislamiento de los microorganismos asociados y la identificación del agente causal bajo condiciones de laboratorio. Esta información permitirá establecer una línea base sobre la problemática fitosanitaria presente y sentar las bases para la evaluación posterior de alternativas de control, incluyendo biofungicidas y fungicidas de uso agrícola.





Metodología

El estudio se desarrolló en parcelas de caña de azúcar localizadas en el municipio de Othón P. Blanco, en la región de Chetumal, Quintana Roo, México. La zona presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperaturas medias anuales superiores a 25 °C y condiciones edáficas favorables para el cultivo de caña de azúcar, pero también propicias para el desarrollo de enfermedades fúngicas.

Se realizó la colecta de material vegetal (hojas, tallos y/o raíces) que presentaban síntomas visibles de enfermedades, tales como manchas foliares, necrosis, pudriciones o marchitez. Las muestras se seleccionaron de manera representativa en diferentes puntos de las parcelas, considerando distintos niveles de severidad de los síntomas.

Cada muestra fue debidamente rotulada, registrando información relevante como fecha de colecta, ubicación, tipo de síntoma observado.

4.3 Traslado y recepción de muestras

Las muestras colectadas fueron colocadas en bolsas de papel o plástico previamente identificadas y trasladadas en condiciones adecuadas al Laboratorio GeMBio para su procesamiento. A su recepción, se verificó el estado fitosanitario del material y se procedió a su registro en el sistema de control de muestras del laboratorio.

El aislamiento de los microorganismos se realizó a partir de tejido vegetal sintomático, siguiendo protocolos estándar de fitopatología. El material fue previamente desinfectado superficialmente y posteriormente sembrado en medios de cultivo apropiados para el crecimiento de hongos. Las placas se incubaron bajo condiciones controladas de temperatura y fotoperiodo, realizándose observaciones periódicas para el desarrollo de colonias fúngicas.

La identificación de los hongos aislados se llevó a cabo con base en las características macroscópicas y microscópicas de las colonias, tales como color, textura, velocidad de crecimiento y morfología de estructuras reproductivas, utilizando claves taxonómicas especializadas. Se realizaron subcultivos para obtener aislamientos puros.





Resultados

Muestra 1. Parcela Sin tratamiento. Variedad: CP722086. Localidad: Sac-Xan

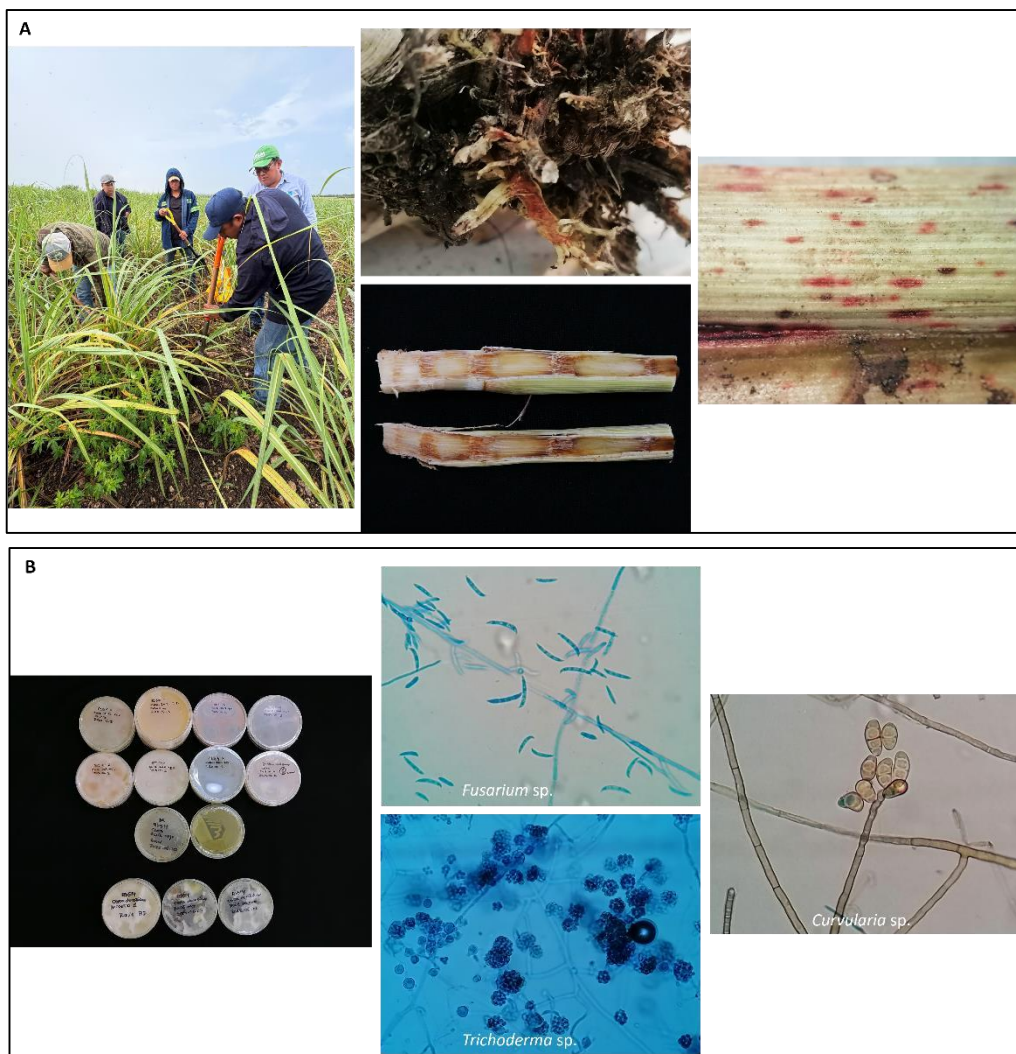
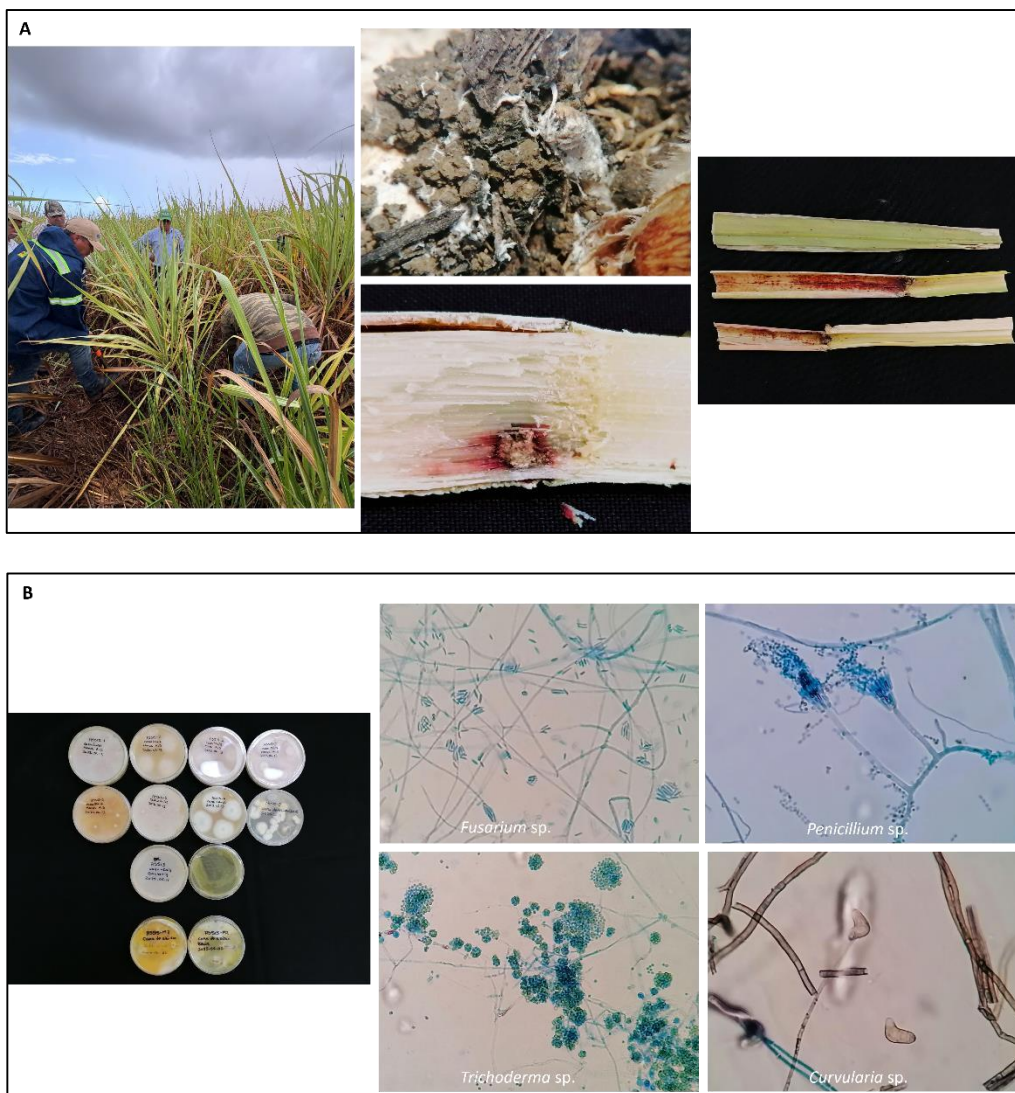


Figura 1. Muestreo de planta con síntomas de *Fusarium* tomada en campo (A), aislamientos en medio de cultivo PDA y conidios de *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp. y *Curvularia* sp., aislados de la muestra (B).



Muestra 2. Parcela con Fungifree, Variedad: CP722086, Localidad: Sac Xan

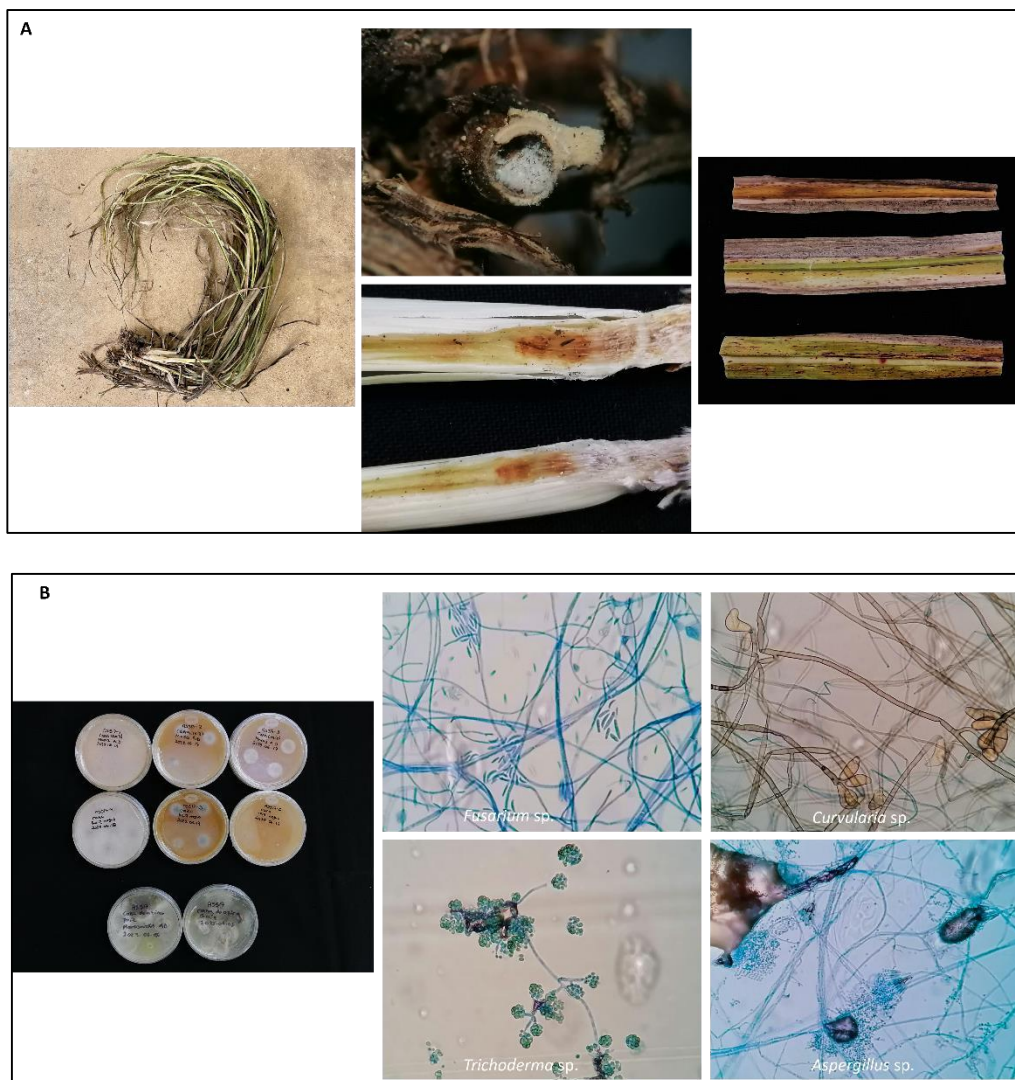


Muestra 3. Parcela con Serenade, Variedad: CP722086, Localidad: Sac Xan



Figura 3. Muestreo de planta con síntomas de *Fusarium* tomada en campo (A), aislamientos en medio de cultivo PDA, conidios de *Fusarium* sp. y *Trichoderma* sp., aislados de la muestra (B).

Muestra 4. Parcela id7115, Clave: 2205122, Productor: Gilberto Ramírez Morales





Cuadro 1. Aislamientos de raíz de las plantas con síntomas de *Fusarium* spp., colectadas en la visita de campo del 04 de junio de 2025.

Clave GeMBio	Clave Planta	Tejido	Resultado (Hongos)
AS514	Muestra 1 Sin tratamiento Variedad: CP722086 Localidad: Sac Xan	Raíz	<i>Fusarium</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp., <i>Curvularia</i> sp. y bacteria
AS515	Muestra 2 Fungifree Variedad: CP722086 Localidad: Sac Xan	Raíz	<i>Fusarium</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp., <i>Penicillium</i> sp. <i>Curvularia</i> sp y bacteria
AS516	Muestra 3 Serenade Variedad: CP722086 Localidad: Sac Xan	Raíz	<i>Fusarium</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp. y bacteria
AS517	Muestra 4 IdParcela: 7115 Clave: 2205122 Productor: Gilberto Ramírez Morales	Raíz	<i>Fusarium</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp., <i>Curvularia</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp. y micelio negro

Conclusiones preliminares

En el análisis fitopatológico de las cuatro muestras de raíz de caña de azúcar (variedades CP722086 y otra no especificada) se detectó la presencia recurrente de *Fusarium* sp. y *Trichoderma* sp. en todas las muestras analizadas. En la muestra 1, además de estos hongos, se identificó *Curvularia* sp. y bacterias asociadas. La muestra 2, se detectó la presencia de *Penicillium* sp., *Curvularia* sp. y bacterias. En la muestra 3 se confirmó únicamente la presencia de *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp. y bacterias. Por último, la muestra 4 mostró, además de *Fusarium* sp. y *Trichoderma* sp., la presencia de *Curvularia* sp y *Aspergillus* sp.





Anexo fotográfico





INFORMES TÉCNICOS DE PROYECTO 6 Y 7

Diagnóstico y Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Caña de Azúcar en Othón P. Blanco, Quintana Roo.

Informes Técnicos 6 Y 7

*Diagnóstico fitosanitario y avance en la evaluación de la efectividad biológica in vitro de biofungicidas y/o fungicidas en caña de azúcar
Periodo que cubre: DICIEMBRE 2025*

PARTICIPANTES:

MC. Rodolfo Martín Mex
MC. Angel Nexticapan Garcéz
MC. Teresita Valencia Yah
Ing. Jonathan Río Sánchez
Dr. Anuar Magaña Álvarez
IQI. Alberto Cortés Velázquez
Dra. Daisy Pérez Brito

Mérida, Yucatán, Agosto 2025





Introducción

Durante el periodo julio–agosto se dio continuidad al diagnóstico fitosanitario de enfermedades fúngicas presentes en el cultivo de caña de azúcar en la región de Chetumal, Quintana Roo, así como al inicio de la evaluación *in vitro* de la efectividad biológica de diferentes biofungicidas y/o fungicidas sobre los patógenos aislados.

Se realizaron nuevas colectas de material vegetal con síntomas, se aislaron e identificaron hongos fitopatógenos asociados y se establecieron los primeros ensayos *in vitro* para determinar la inhibición del crecimiento micelial. Los resultados obtenidos permiten fortalecer la caracterización fitosanitaria del cultivo y generar información preliminar para la selección de alternativas de manejo fitosanitario.

El manejo adecuado de las enfermedades fúngicas en el cultivo de caña de azúcar requiere un conocimiento preciso de los patógenos presentes y de las alternativas disponibles para su control. En la región de Chetumal, Quintana Roo, las condiciones climáticas favorecen la persistencia y diseminación de hongos fitopatógenos, lo que hace indispensable la continuidad del diagnóstico fitosanitario y la evaluación de estrategias de manejo basadas en evidencia científica.

Como continuación del diagnóstico inicial, el presente informe técnico integra la actualización de los resultados del aislamiento e identificación de patógenos, así como los avances en la evaluación *in vitro* de biofungicidas y/o fungicidas. Estos ensayos permiten determinar de manera controlada la capacidad de los productos evaluados para inhibir el crecimiento micelial de los hongos aislados, constituyendo una herramienta clave para la toma de decisiones técnicas y el diseño de estrategias de manejo integrado.

Objetivos planteados en este periodo

Actualizar el diagnóstico fitosanitario de enfermedades fúngicas en caña de azúcar e iniciar la evaluación *in vitro* de la efectividad biológica de biofungicidas y/o fungicidas sobre los patógenos aislados.

Dar continuidad a la colecta y análisis de material vegetal con síntomas.

Aislar e identificar hongos fitopatógenos asociados al cultivo de caña de azúcar.





Establecer ensayos in vitro para evaluar la inhibición del crecimiento micelial por efecto de biofungicidas y/o fungicidas.

Analizar de manera preliminar los resultados obtenidos y su implicación para el manejo fitosanitario.

Metodología

Actualización del diagnóstico fitosanitario

Se realizaron nuevas visitas a parcelas de caña de azúcar en la región de Chetumal, Quintana Roo, donde se identificaron plantas con síntomas compatibles con enfermedades fúngicas. Se colectó material vegetal adicional, considerando diferentes grados de severidad. Las muestras fueron enviadas al Laboratorio GeMBio del CICY para ser procesadas siguiendo protocolos de aislamiento previamente establecidos. El tejido vegetal sintomático fue desinfectado superficialmente y sembrado en medios de cultivo selectivos. La identificación de los hongos se realizó con base en características morfológicas macro y microscópicas, utilizando literatura especializada.

Evaluación in vitro de la efectividad biológica

Se establecieron ensayos in vitro para evaluar la inhibición del crecimiento micelial de los patógenos aislados. Para ello, se utilizaron biofungicidas (bacterias, hongos o consorcios microbianos) comerciales previamente seleccionados, así como fungicidas de referencia.

Los tratamientos fueron aplicados en medios de cultivo adecuados, comparando el crecimiento micelial frente a un testigo sin tratamiento. Las placas se incubaron bajo condiciones controladas y se realizaron mediciones periódicas del diámetro de crecimiento del micelio.

En esta etapa inicial se consideraron dos productos de origen biológico disponibles en el mercado. Para el caso del hongo fitopatógeno, se tuvieron cuatro cepas de *Fusarium* spp., aislados de plantas de caña de azúcar, con la enfermedad, provenientes de un campo experimental, con áreas previamente tratadas con productos biológicos y un área testigo sin tratar. Las cuatro cepas de *Fusarium* spp., aisladas se encuentran en proceso de identificación molecular para determinar la especie, la variable respuesta considerada fue: inhibición del crecimiento radial.





Los ensayos de efectividad *in vitro* de biofungicidas, se realizaron en dilución en medio de cultivo PDA estéril, los productos empleados fueron Serenade® (*Bacillus amyloliquefasciens*) y Armor Seed® (*Azotobacter vinelandi*, *Rhizobium etli*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Burkholderia vietnamiensis*, *T. harzianum*, *M. equospora*, *Streptomyces griseus*); estos se mezclaron con el medio PDA previamente estéril, en tres dosis, 2.5, 5.0 y 7.5 ml/L (Cuadro 1), posteriormente, se agitaron para homogenizar las mezclas y se dosificaron en cajas de Petri en condiciones asépticas, se incluyó un testigo de cada hongo sin fungicida.

Cuadro 1. Biofungicidas y dosis para la efectividad *in vitro* contra *Fusarium* spp.

Producto	Ingrediente activo	Dosis (ml L ⁻¹)
Serenade	<i>Bacillus amyloliquefasciens</i>	2.5, 5.0 y 10
Armor Seed	<i>Azotobacter vinelandi</i> , <i>Rhizobium etli</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Burkholderia vietnamiensis</i> , <i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Micronospora echinospora</i> y <i>Streptomyces griseus</i>	2.5, 5.0 y 10

En cada caja de Petri se sembró un disco de micelio de 5 mm diámetro de los cuatro aislados de *Fusarium* spp., posteriormente las cajas se sellaron y se incubaron a 25 °C ± 2 °C. Se midió el crecimiento micelial hasta que el testigo sin aplicación del producto cubrió por completo la caja Petri. La efectividad del producto sobre cada hongo se estimó con la fórmula de Abbott (1925). Cada biofungicida tuvo cinco repeticiones con sus respectivos testigos; sin la aplicación del fungicida.

$$E = [(Test + Trat) / Test] * 100$$

Donde:

E = efectividad (%),

Test = crecimiento micelial del testigo (mm)

Trat = crecimiento micelial del tratamiento (mm)

100 = constante.

Diseño experimental y análisis de datos





Los datos obtenidos para el biocontrol de *Fusarium* spp. con los dos productos biológicos fueron sometidos a un diseño experimental completamente al azar. Con los datos de inhibición de crecimiento micelial por la efectividad de los biofungicidas, se realizaron análisis de varianza previa transformación de datos mediante la función $y = \arcsin(\sqrt{y/100})$; la separación de medias se realizó con el método de Tukey ($P \leq 0.05$). Los análisis estadísticos se realizaron con ayuda del paquete estadístico Stat Graphics Ver. XVI.

Resultados

Diagnóstico fitosanitario actualizado

Durante el periodo evaluado se observaron síntomas recurrentes de manchas foliares, necrosis y pudriciones en tallos, asociados principalmente a condiciones de alta humedad. Se logró el aislamiento de diversos hongos fitopatógenos, predominando aquellos comúnmente reportados en caña de azúcar en regiones tropicales (Cuadro 2).

Muestreo 2. 11 de julio de 2025

Muestras	Hongos aislados	
	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Trichoderma</i> spp.
M1	+	+
M2	+	+
M3	+	+
M4	+	+
M5	+	+
M6	+	+
M7	+	+
M8	+	+
M9	+	+
M10	+	+
M11	+	+

Cuadro 2. Aislamientos de raíz de las plantas con síntomas de *Fusarium* spp., muestras colectadas en la visita de campo del 11 de julio de 2025 en las localidades de Sacxán Cocoyol, Pucté Cacao, San Francisco Botes, Obregón, Sabidos y Ramonal.





Resultados preliminares de efectividad biológica

Los ensayos in vitro mostraron diferencias en la capacidad de los tratamientos evaluados para inhibir el crecimiento micelial de los patógenos aislados. Algunos biofungicidas presentaron efectos inhibitorios parciales, mientras que ciertos productos mostraron una mayor reducción del crecimiento micelial en comparación con el testigo.

Muestra 1. Parcela Sin tratamiento. Variedad: CP722086. Localidad: Sac-Xan

El biofungicida Armor Seed a las concentraciones evaluadas, mostró mayor efectividad al inhibir 67.3, 69.6 y 72.2% del crecimiento micelial, respectivamente; sin embargo, estos valores no presentaron diferencias significativas con respecto a la concentración de 5.0 ml/L de Serenade con un 68.9% de inhibición del crecimiento (Cuadro 3 y Figura 5).

Cuadro 3. Efecto de diferentes concentraciones de biofungicidas en el crecimiento micelial de *Fusarium* sp.

Producto	Concentración (mL·L ⁻¹)	Inhibición del crecimiento (%)
Serenade	2.5	51.4 ± 1.7 c
	5.0	68.9 ± 0.5 a
	7.5	61.1 ± 1.5 b
Armor Seed	2.5	67.3 ± 1.6 a
	5.0	69.6 ± 1.5 a
	7.5	72.2 ± 0.3 a

Nota: Datos son la media de cinco repeticiones por cada concentración. Dentro de cada columna, los valores seguidos por diferentes letras son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).





Muestra 2. Parcela con Fungifree, Variedad: CP722086, Localidad: Sac Xan

El Armor Seed a la concentración de 7.5 ml/L fue el mejor tratamiento con una efectividad de 65.8% de inhibición del crecimiento micelial, mientras que Armor Seed 5.0 y 2.5 ml/L y Serenade 5.0 ml/L, fueron estadísticamente iguales por lo que no presentaron diferencias significativas entre ellos (Cuadro 4 y Figura 6).

Cuadro 4. Efecto de diferentes concentraciones de biofungicidas en el crecimiento micelial de *Fusarium* sp.

Producto	Concentración (mL·L ⁻¹)	Inhibición del crecimiento (%)
Serenade	2.5	20.8 ± 0.4 e
	5.0	50.8 ± 0.5 b
	7.5	29.9 ± 2.3 d
Armor Seed	2.5	58.4 ± 1.1 b
	5.0	62.5 ± 0.8 ab
	7.5	65.8 ± 1.7 a

Nota: Datos son la media de cinco repeticiones por cada concentración. Dentro de cada columna, los valores seguidos por diferentes letras son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).





Muestra 3. Parcela con Serenade, Variedad: CP722086, Localidad: Sac Xan

Las tres concentraciones evaluadas de Armor Seed resultaron las más efectivas presentando la mayor efectividad al inhibir 62.8, 65.1 y 67.4% el crecimiento micelial de *Fusarium*, respectivamente (Cuadro 5 y Figura 7).

Cuadro 5. Efecto de diferentes concentraciones de biofungicidas en el crecimiento micelial de *Fusarium* sp.

Producto	Concentración (mL·L ⁻¹)	Inhibición del crecimiento (%)
Serenade	2.5	21.9 ± 0.6 e
	5.0	45.6 ± 0.7 c
	7.5	28.7 ± 0.9 d
Armor Seed	2.5	62.8 ± 0.7 b
	5.0	65.1 ± 0.4 ab
	7.5	67.4 ± 0.3 a

Nota: Datos son la media de cinco repeticiones por cada concentración. Dentro de cada columna, los valores seguidos por diferentes letras son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).





Muestra 4. Parcela id7115, Clave: 2205122, Productor: Gilberto Ramírez Morales

Serenade a la concentración de 5.0 ml/L resultó el más efectivo con 76.1% de inhibición del crecimiento micelial, seguido de Armor Seed 7.5 ml/L con un 71.8% de efectividad (Cuadro 6 y Figura 8).

Cuadro 6. Efecto de diferentes concentraciones de biofungicidas en el crecimiento micelial de *Fusarium* sp.

Producto	Concentración (mL·L ⁻¹)	Inhibición del crecimiento (%)
Serenade	2.5	58.8 ± 0.0 e
	5.0	76.1 ± 0.1 a
	7.5	50.3 ± 0.1 f
Armor Seed	2.5	60.1 ± 0.0 d
	5.0	68.8 ± 0.1 c
	7.5	71.8 ± 0.1 b

Nota: Datos son la media de cinco repeticiones por cada concentración. Dentro de cada columna, los valores seguidos por diferentes letras son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

Conclusiones preliminares

El diagnóstico fitosanitario permitió actualizar la identificación de hongos fitopatógenos presentes en caña de azúcar. Los resultados obtenidos confirman la persistencia de una problemática fitosanitaria asociada a hongos en el cultivo de caña de azúcar en la región de estudio.

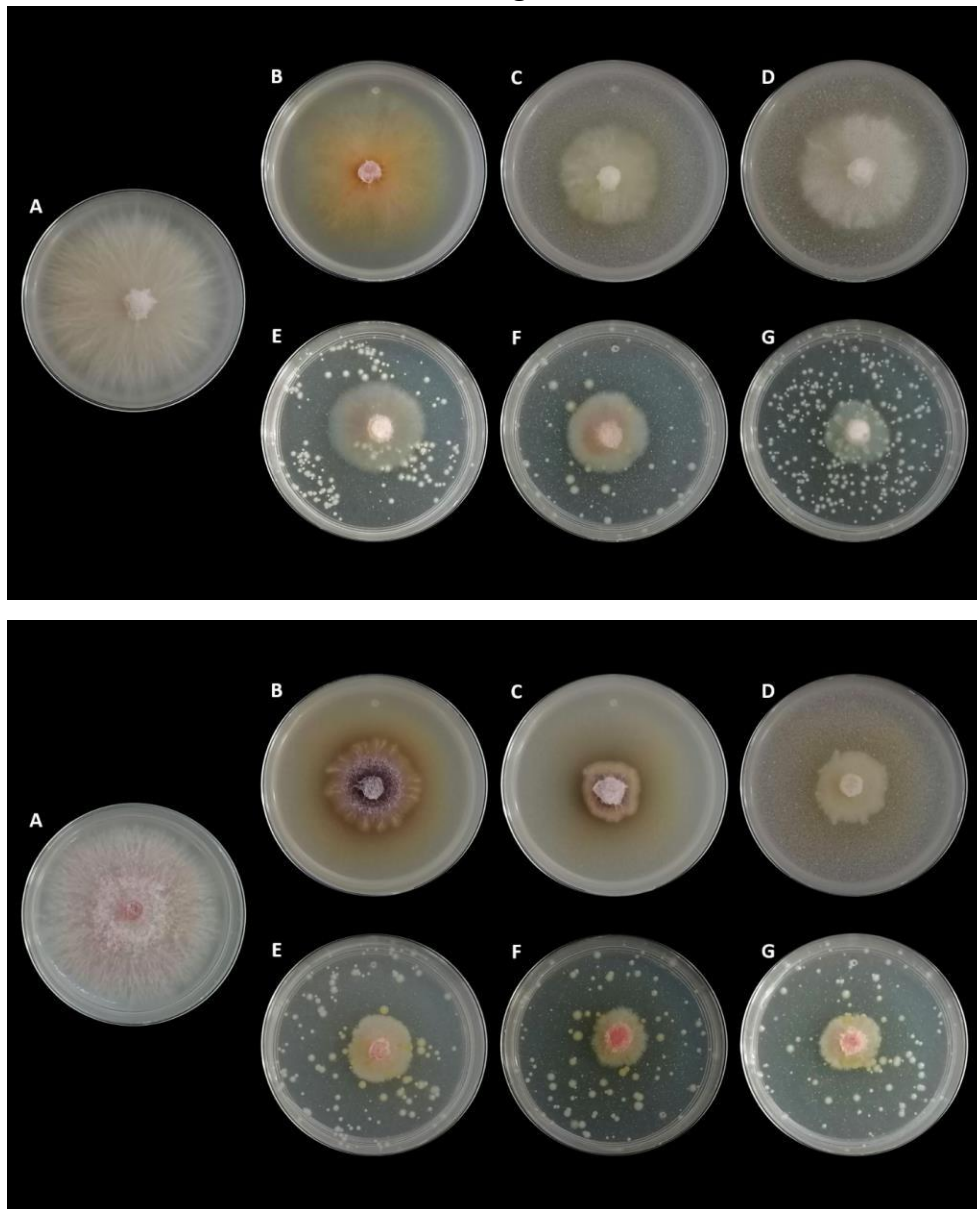
Los ensayos in vitro proporcionaron información preliminar sobre la efectividad de biofungicidas y/o fungicidas. La variabilidad observada en la efectividad biológica de los tratamientos resalta la importancia de continuar con evaluaciones más detalladas y replicadas, así como de integrar estos resultados con observaciones de campo.

Los resultados obtenidos sientan las bases para la selección de alternativas de manejo fitosanitario más eficientes.





Anexo fotográfico



Aspectos del efecto inhibitorio de Serenade (A, B, C y D) y Armor Seed (A, E, F, y G) en el crecimiento micelial de diferentes cepas de *Fusarium* sp., aislado de raíz de caña de azúcar en Othón P. Blanco, Quintana Roo.





Aspectos del efecto inhibitorio de Serenade (A, B, C y D) y Armor Seed (A, E, F, y G) en el crecimiento micelial de diferentes cepas de *Fusarium* sp., aislado de raíz de caña de azúcar en Othón P. Blanco, Quintana Roo.





Bibliografía

Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. (18): 265-267.

Rebollar, A. A., J. R. Sánchez, y H. V. Silva. 2012. Manejo integrado de *Fusarium* spp. en variedades cultivadas y prometedoras de caña de azúcar. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 19 p.

