

## Incidencia de *Phytophthora capsici* L. en frutos de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] en 7 localidades de Ixtaczoquitlán Ver.

Christian Andrés Ixmatlalhua-Rodríguez <sup>1</sup>, Jorge Alberto Alejandro-Rosas <sup>2</sup>, Jorge Molina-Torres <sup>3</sup>, Leticia López-Zamora <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba. Orizaba, Ver., México.

<sup>2</sup> LADISER - Universidad Veracruzana FCQ - Orizaba, Ver., México.

<sup>3</sup> Laboratorio de Fitobioquímica - CINVESTAV Unidad Irapuato, Gto., México.

\* Autor de correspondencia: [leticia.lz@orizaba.tecnm.mx](mailto:leticia.lz@orizaba.tecnm.mx)

### Artículo de divulgación científica

Recibido: 5 de junio de 2025    Aceptado: 19 de julio de 2025    Publicado: 8 de agosto de 2025

DOI: <https://doi.org/10.56845/terys.v4i1.469>

**Resumen:** El chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] en Veracruz México, aporta el 85% de la producción nacional; en postcosecha se ha detectado afectación al producto originada por “*Moho blanco*”, lo que representa menoscabos económicos durante el mercadeo nacional e internacional, en esta investigación, se identificó el fitopatógeno *Phytophthora capsici* Leonian, en el ciclo agrícola 2023, se llevó a cabo el muestreo de frutos de chayote de 7 localidades del municipio de Ixtaczoquitlán, Ver., se realizó el proceso de: Siembra, aislamiento, purificación, pruebas de patogenicidad para confirmar virulencia y obtener cultivos puros del patógeno para futuras investigaciones con otros centros de investigación. A partir del muestreo de las 7 localidades, se determinaron cuatro cepas de *P. capsici*, de mayor virulencia por medio de una escala patométrica. Se caracterizó el ADN por región espaciadora transcrita interna (ITS), únicamente de la cepa de Cuautlapan por ser la más agresiva en el desarrollo de la patogénesis en fruto, representando el mayor riesgo fitosanitario, optimizando recursos y asegurando una base para futuros estudios. Esta información científica y el buen manejo permitirá reducir la incidencia del patógeno en postcosecha, disminuir costos de producción y fortalecer la sanidad del cultivo, beneficiando directamente a la cadena productiva.

**Palabras clave:** chayote, *Phytophthora capsici*, patometría, postcosecha, ITS

### Introducción

El cultivo de chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] es una hortaliza de importancia internacional, cultivada en los cinco continentes. Desde 1998, ha sido considerado un producto no tradicional desde el 2001 (Cadena-Iñiguez, 2010), con creciente demanda de exportación (Cadena, 2005). Su centro de origen se localiza en el estado de Veracruz, el cual concentra la mayor diversidad genética, seguido por Oaxaca y Chiapas (SINAREFI, 2011). Actualmente, Veracruz lidera la producción nacional con 2,337.75 ha distribuidas en tres zonas principales (Actopan, Coscomatepec e Ixtaczoquitlán), muchos de ellos con altos índices de marginación (Velázquez *et al.*, 2021; INPI, 2022). Esta superficie representa el 78.64% del total nacional sembrado, con una producción del 85.27%, equivalente a 166,457.94 t y un valor estimado de \$701,367,201.03 pesos M.N. (SIAP, 2019; SENASICA, 2022).

Una de las principales limitantes para su comercialización son las enfermedades postcosecha, al aparecer daños en los frutos cosechados, después de 3 o 4 días de haber sido transportados tanto a nivel nacional como internacional. Los frutos presentan pudriciones blandas con micelio blanquecino, asociadas a *Phytophthora capsici*, un Oomiceto cuya presencia ha sido registrada en zonas chayotera de Veracruz (GISeM, 2008; Álvarez *et al.*, 2022). Este patógeno prospera en ambientes húmedos con temperaturas de entre 15 y 23 °C y posee una serie de adaptaciones que lo hacen altamente virulento (Chávez, 2016).

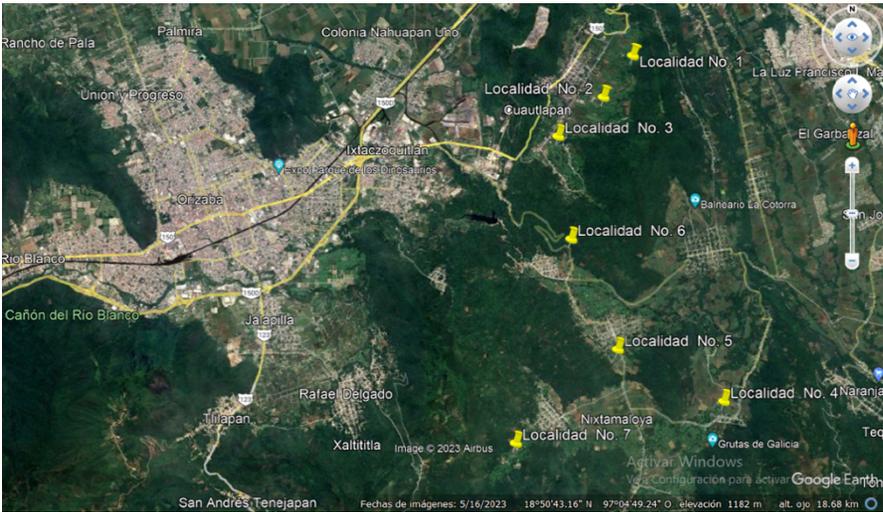
En este estudio, se aislaron Oomicetos a partir de muestras cosechadas en siete localidades del municipio de Ixtaczoquitlán, Ver., durante el ciclo productivo 2023. El material fue purificado y conservado *in vitro* para su caracterización morfológica y molecular. Se identificó un fitopatógeno no reportado previamente en frutos de chayote (*S. edule*) en las localidades antes mencionadas, cuya caracterización genética mediante la amplificación de la región espaciadora transcrita interna (ITS) constituye una base importante para el diseño de estrategias de manejo fitosanitario postcosecha. Esta enfermedad, representa una gran afectación económica para productores y exportadores, debido a que daña estructuras como raíz, tallo y especialmente los frutos durante la etapa postcosecha principalmente por el deterioro de frutos durante el transporte (Andrade-Luna *et al.*, 2017).

## Desarrollo

### Obtención del inóculo

Se georreferenciaron parcelas con presencia de problemas fitosanitarios en siete localidades del municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz, a fin de obtener el inóculo del fitopatógeno (Tabla 1).

Tabla 1. Geoposición de zonas de muestreo de frutos de chayote (Google Earth Pro, 2023).

Localidad	Geoposición	(MSNM)	Mapa con características edafoclimáticas del municipio de Ixtaczoquitlán Ver.
1	18°52'45.12" N 97°00'38.25" O	982	 <p>Clima semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, con precipitación pluvial: 1900 a 2600 mm, temperatura promedio entre 18°-24 ° C, con tipo de vegetación selva perennifolia, suelos del tipo Leptosol y Vertisol con orografía variada (INEGI, 2021).</p>
2	18°52'13.93" N 97°01'00.12" O	994	
3	18°51'43.05" N 97°1'35.52" O	975	
4	18°48'22.43" N 96°59'24.15" O	784	
5	18°49'1.72" N 97°0'47.96" O	789	
6	18°50'25.44" N 97°1'24.86" O	804	
7	18°47'51.22" N 97°2'9.09" O	813	

Durante la época de lluvias del ciclo productivo 2023, se documentaron los daños causados por el agente patógeno en huertas de chayote (Figura 1). Se cosecharon al azar 420 frutos de chayote, equivalentes a 60 frutos por hectárea en siete hectáreas (una por localidad), a los  $18 \pm 2$  días después de la floración (antesis), conforme a la Norma Oficial Mexicana NMX-FF-047-SCFI-2003 y la NOM-210-SSA1-2014, correspondientes a su madurez hortícola o de corte, es decir, el estado óptimo para su comercialización, previo a la madurez fisiológica completa.



Figura 1. Huerta comercial de chayote con incidencia de *Phytophthora capsici* en Ixtaczoquitlán Veracruz.

Los frutos se embolsaron y empacaron en cajas individuales a temperatura media de  $21 \pm 3$  °C, simulando las condiciones típicas de manejo poscosecha para su comercialización. A los siete días, se evaluaron los frutos de cada localidad, registrándose un promedio del 20 % de incidencia de daño (12 frutos por localidad), con síntomas visibles compatibles con la presencia de fitopatógenos, de acuerdo a Sanogo *et al.* (2023).

#### *Formulación de Patometría de la enfermedad en frutos de chayote*

Se tomaron fotos con un equipo móvil Redmi Note 12S con cámara gran angular de 108MP/108MPf/1.90.7µm, agrupamiento 9 en 1 en un gran pixel de 2.1µm tamaño del sensor de 1/1.52" cámara ultra gran angular de 8MP/118°f/2.2 cámara macro de 2MPf/2.4, para evaluar la severidad del fitopatógeno *Phytophthora* sp. en campo, realizando una escala visual de 0 a 100% de daño dividida en 6 niveles (Lavilla *et al.*, 2021), ilustrada con fotos de frutos de chayote verde liso de las 7 localidades de muestreo, del municipio de Ixtaczoquitlán Ver.

#### *Asilamiento en cajas Petri*

Se disolvieron 19.5 g de papa dextrosa agar (PDA) PROBIOTEK® en 500 ml de agua destilada, se calentó en una parrilla TSU-SP131325 hasta disolver, se esterilizó a 121 °C y 20 lb/in<sup>2</sup> por 15 min en una autoclave vertical manual modelo EV-30. Posteriormente se vertieron 10 mL de medio papa dextrosa agar (PDA), en cajas Petri, dejando solidificar en la campana de flujo laminar LABCONCO® Class Type A2 Purifier Biological safety Cabinet. Se realizaron cortes de tejido enfermo en frutos de 0.50 x 0.50 cm, se desinfectaron con NaClO Cloralex® al 2% por 5 min, se enjuagaron con agua destilada estéril. Un fragmento tejido con síntomas que origina el fitopatógeno, se colocó por caja Petri en medio de cultivo PDA a  $23 \pm 2$  °C, por 5 días. Todo el proceso se realizó dentro de la campana de flujo laminar LABCONCO®. Las observaciones del crecimiento de esporangios y micelios se realizaron con un microscopio VELAB® modelo VE-BC1, 40X y el SOFTWARE VE-MC3 para las métricas digitales de los fitopatógenos.

#### *Purificación de fitopatógenos en frutos de chayote*

Se realizó por medio de puntas hifales individualmente, en cajas Petri con medio PDA, a  $22 \pm 2$  °C, por 5 días, obteniéndose cultivos monomicelios homogéneos sin contaminación.

#### *Replicación de la enfermedad*

Se recolectaron 28 frutos de chayote sanos y limpios, con madurez hortícola de corte de  $18 \pm 2$  días post anthesis, según lo establecido en la norma NMX-FF-047-SCFI-2003 (DOF, 2023). Los frutos presentaron un diámetro de 8–10 cm, longitud de 12–15 cm y un peso promedio de 250–300 g. Este lote fue independiente del muestreo poscosecha (420 frutos) y se obtuvo específicamente de una parcela con manejo fitosanitario óptimo, libre de síntomas visibles de enfermedad, ubicada en las coordenadas 18°49'56.55" N, 97°04'59.74" O, a 1182 msnm. Previo al ensayo de patogenicidad, los frutos fueron inspeccionados visualmente, lavados con agua potable, desinfectados con una solución de hipoclorito de sodio al 1.5 % durante 2 minutos, y enjuagados con agua destilada estéril. Posteriormente, fueron utilizados bajo condiciones controladas para realizar las pruebas de patogenicidad.

#### *Preparación de cultivos puros de *P. capsici**

Se disolvieron 20 g de agar-agar y 15 g de dextrosa, ambas MCD Lab®, en 1500 ml de agua, agitando 1 min para homogenizar. Se vertieron 10 ml de PDA caliente en cajas Petri estériles, enfriando dentro de la campana de flujo laminar LABCONCO®, cubriendo con sus respectivas tapas. Una vez gelificado el medio de cultivo, se realizaron las resiembras, recubriéndolas con papel aluminio calibre 18 para que queden en total oscuridad, a  $22 \pm 2$  °C por 5 días.

#### *Formación de Biomasa*

Se lavaron 250 g de papa (*Solanum tuberosum*), cortando trozos de  $4 \pm 2$  cm, se hirvieron en 1000 ml de agua destilada durante 45 min para obtener un caldo de papa en una parrilla Modelo: TSU-SP131325. El caldo se depositó en matraces Erlenmeyer, esterilizando a 121 °C y 20 lb/in<sup>2</sup> por 15 min en una autoclave vertical manual modelo EV-30. Se colocaron 50 ml del caldo nutritivo en un matraz Erlenmeyer de 125 ml, en la campana de flujo laminar LABCONCO®, para

mantener las condiciones estériles y dejar enfriar. Se realizó la siembra de los fitopatógenos en los matraces Erlenmeyer de 125 ml para obtener biomasa, posterior colocándolo en un agitador orbital Scorpion Scientific®, a 131.4 rpm, se trasvasó a tubos falcón de 50 ml para su almacenaje a un congelador horizontal Criotec® mod. CCT-10 a  $-20^{\circ}\text{C}$ . por 7 días.

#### Extracción de ADN del Oomicete *P. capsici*

Se colocaron 0.25 g de micelio producto de los cultivos puros *in vitro* en microtubos de 1.5 mL con 500  $\mu\text{L}$  de CTAB al 10 %, sumergiendo completamente la muestra. Se sometieron a ciclos de congelación en nitrógeno líquido y descongelación a  $50^{\circ}\text{C}$  por 30 min, seguido de vortexado e incubación a  $65^{\circ}\text{C}$ . Se agregaron 500  $\mu\text{L}$  de cloroformo: alcohol isoamílico (24:1), se agitó suavemente y centrifugó a 9,000 rpm por 10 min, recuperando la fase acuosa. El ADN se precipitó con etanol absoluto o isopropanol frío, incubado a  $-20^{\circ}\text{C}$ , centrifugado a 13,000 rpm y lavado con etanol al 70 %, secándose finalmente a temperatura ambiente  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$  (Ivors y Forsyth, 2008).

#### Secuenciación del ADN del Oomicete *P. capsici*

Se emplearon 2 *Primers*: ITS5 5'(GGA AGT AAA AGT CGT AAC AAG G) 3' e ITS4 5'(TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC) 3' que se sintetizaron por la empresa T4Oligo con aproximadamente 50-100 ng de ADN plasmídico (doble cadena) como molde para la secuenciación de la PCR. Se realizó una búsqueda de similitud de secuencia utilizando GenBank BLASTN del Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI) y se procedió a un análisis filogenético utilizando el software MEGA5.0.

### Resultados y Discusión

#### Remisión de la enfermedad de síntomas de la enfermedad

La severidad de la enfermedad en los frutos se observó durante 7 días, los síntomas se presentaron en el día 2, aparición de una mancha de color negro-café, en la epidermis.

Días 3 – 5, pérdida de turgencia celular y pudrición con micelio blanquecino ramificado, con halo clorótico café al inicio del tejido sano, a una temperatura ambiental de  $23 \pm 2$  dentro de una cámara húmeda el desarrollo del patógeno fue notable.

Día 6, los frutos testigo no presentaron síntoma de enfermedad, se comprobó que el agente causal del “Moho blanco” del chayote (*S. edule*), al inducir el típico desarrollo de la enfermedad del 100% en los frutos.

Día 7 se volvió a hacer el reaislamiento del micelio en cajas Petri con medio PDA, con lo que se reprodujeron las mismas características de la colonia original.

#### Patometría de frutos de chayote

Para determinar la severidad y daño de frutos, se formuló una Patometría (Lavilla *et al.*, 2021), (Figura 2), cuya clasificación de acuerdo al nivel de severidad, es:

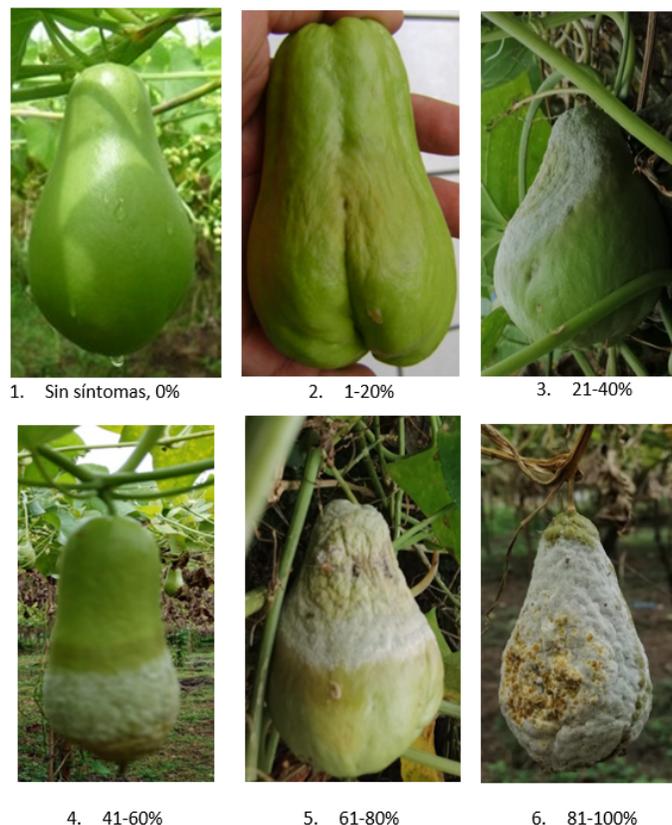


Figura 2. Patometría de frutos de chayote 2023. Escala visual para evaluar la severidad y daños de *Phytophthora* spp.

1. Sin síntomas, totalmente sano y limpio;
2. Inicia la infección por medio de una mancha clorótica, del 1-20% del daño del fruto;
3. Se presentan el micelio blanquecino en donde hay mayor actividad biotrófica del 21-40% de daño;
4. Presencia de micelio hialino y afectación entre el 41% y 60% de la superficie del fruto;
5. Micelio, y actividad necrotrófica con 61-80% de daño;
6. Fruto totalmente recubierto de micelio hialino en estado de descomposición total.

### Medidas morfológicas de esporangios

El fitopatógeno del género *Phytophthora*, presenta esporangios papilados, ovoides y redondeados (Figura 3 a), algunos asimétricos con las siguientes medidas: Largo de  $21.73 \text{ ES} \pm 0.79 \mu\text{m}$  y ancho  $11.31 \text{ ES} \pm 0.26 \mu\text{m}$  (Figura 3 b).

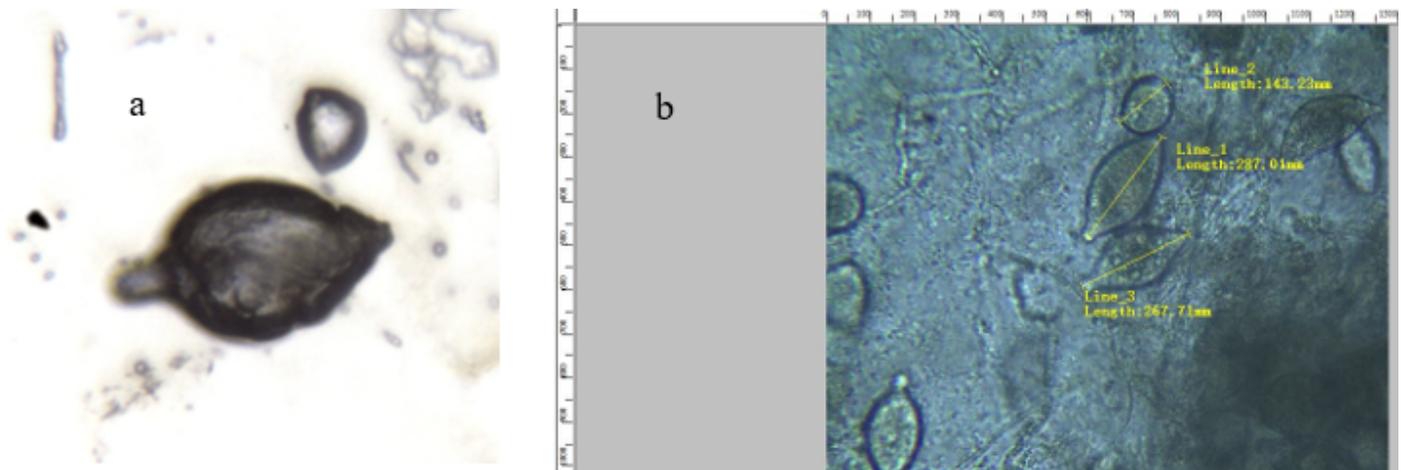


Figura 3. Fitopatógeno del género *Phytophthora* (a) Esporangio de *Phytophthora* con papila y (b) medidas longitudinales de esporangios.

### Descripción de *Phytophthora capsici* por morfología clásica

La Figura 4 muestra las métricas morfológicas de esporangios aislados en siete localidades del municipio de Ixtaczoquitlán, con el propósito de confirmar la presencia del fitopatógeno que está generando afectaciones en huertas de chayote. Esta caracterización no solo permite verificar la identidad del agente causal, sino que es fundamental para comprender su distribución morfológica y posibles adaptaciones locales. En las localidades 1, 3, 5 y 7, los esporangios presentan formas elipsoides, globosas y simétricas (Abad *et al.*, 2023); en contraste, en las localidades 2 y 6 se observan estructuras con formas irregulares, lo que podría reflejar variabilidad intraespecífica. Esta información es de suma relevancia para definir estrategias de manejo fitosanitario más precisas, ya sea mediante el uso de productos convencionales (agroquímicos) ya que estos generan cáncer en jornaleros agrícolas (Ordoñez-Beltrán *et al.*, 2019) o bien, integrando alternativas orgánicas, especialmente en la etapa de postcosecha (Cota, 2021), donde se reportan las mayores mermas económicas en campo.

El promedio de tamaño de estructuras fue: Largo de  $21.73 \text{ ES} \pm 0.79 \mu\text{m}$  y ancho  $11.31 \text{ ES} \pm 0.26 \mu\text{m}$ , proporción largo/ancho  $1.92 \mu\text{m}$ . Las estructuras y formas de los fitopatógenos concuerdan con las descripciones de los autores, que han estudiado previamente a la enfermedad. Para la identificación se utilizaron las claves morfológicas de Erwin y Ribeiro (1996) e Abad *et al.* (2023), del género *Phytophthora capsici* Leonian, en la descripción morfométrica de los esporangios resulta lo siguiente: Simétrico, alimonado, papilado, elipsoide, algunos globosos, simétricos y asimétricos, en menor cantidad amorfos, que coincide con lo reportado en chayote como causante de la "Marchitez" en frutos de chayote (*S. edule*) en Coscomatepec y Huatusco Ver., por: Olguín *et al.*, (2013) y Andrade-Luna *et al.*, (2017).

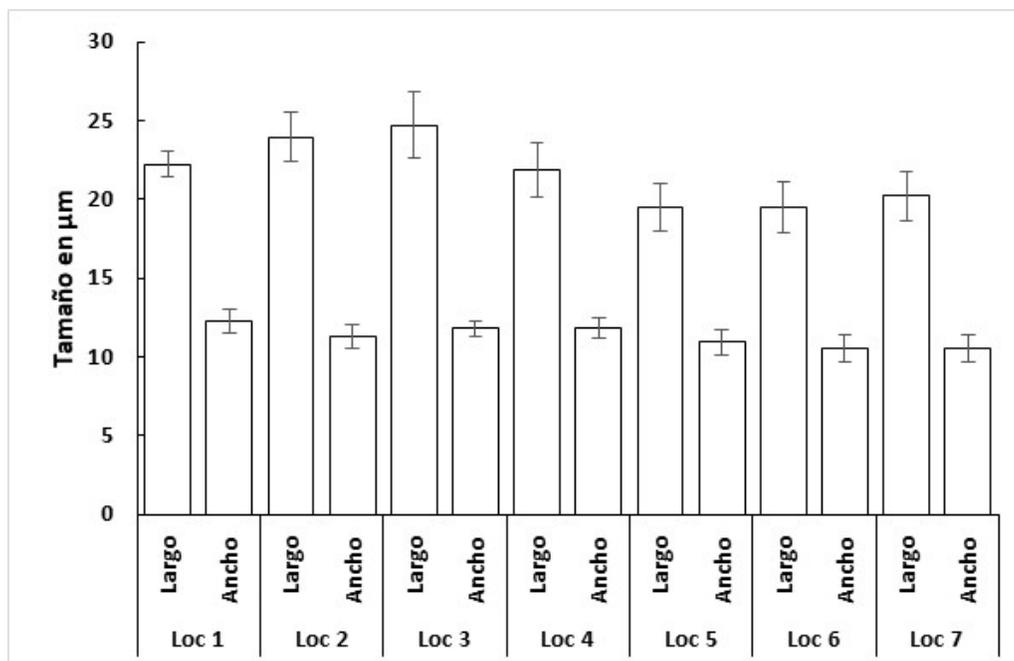


Figura 4. Gráfica de tamaños de esporangios por localidad.

### Patogénesis

Una vez realizada la inoculación del fitopatógeno *P. capsici* en frutos de chayote, se llevó a cabo una prueba de patogenicidad; con el objetivo de evaluar la agresividad y verificar los postulados de Koch. Para ello, se utilizaron tres frutos por localidad, en los cuales se realizaron inoculaciones dirigidas en la zona del radio y la punta del fruto, empleando una cepa aislada específica de cada localidad. Además, se incluyó un fruto testigo (Totalmente sano) por localidad, que no fue inoculado, manteniéndose bajo las mismas condiciones de desarrollo de la enfermedad. En total se utilizaron 28 frutos (cuatro por cada una de las siete localidades evaluadas).

El fruto inoculado (Figura 5 a) presentaba inicialmente un nivel de severidad 1 según la escala patométrica de la Figura 1, expresándose su máxima infección al cuarto día, los más virulentos prosperaron a un nivel 5 al sexto día (Figura 5 b). Las cepas de *P. capsici* provenientes de las siete huertas mostraron un comportamiento patogénico progresivo y constante, lo que permitió confirmar la relación causal del microorganismo con los síntomas observados y se validaron los postulados de Koch bajo condiciones experimentales controladas.

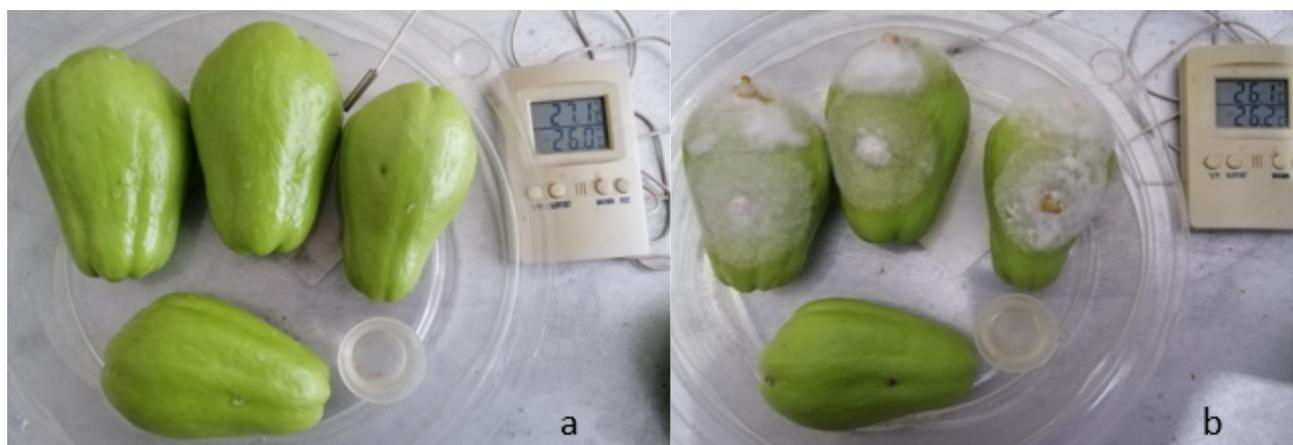


Figura 5. (a) frutos sanos inoculados con esporangios de *Phytophthora capsici* (b) frutos con 6 días de inoculación.

Se realizó un ANOVA de un solo factor en el programa, los datos obtenidos se procesaron en Minitab, LLC. (2018). Los resultados del análisis de comparación de medias utilizando el método LSD de Fisher con un nivel de confianza del 95 % como se muestra en la Figura 6, mostrándose tres grupos significativamente diferentes.

Grupo A: Incluye los fitopatógenos *Ph 2*, *Ph 1*, *Ph 3*, y *Ph 5*, con medias que oscilan entre 3.167 y 3.625. Estos patógenos en su crecimiento no presentan diferencias significativas entre sí.

Grupo B: Comprende los fitopatógenos *Ph 7*, *Ph 4*, y *Ph 6*, con medias entre 1.750 y 2.0417. Aunque están separados del grupo A, entre ellos no se detectan diferencias significativas.

Grupo C: Representado únicamente por el testigo, con una media de 0.000, significativamente diferente de todos los demás grupos.

A partir del análisis de varianza (ANOVA), se identificó un grupo de cepas fitopatógenas con mayor nivel de agresividad en el crecimiento y poder de infección, clasificadas dentro del Grupo A, el cual comprende las cepas *Ph 2*, *Ph 1*, *Ph 3* y *Ph 5*, cuyas medias de severidad oscilaron entre 3.167 y 3.625 sin diferencias estadísticas significativas entre ellas. Dentro de este grupo, se seleccionó la cepa más virulenta (*Ph 1*) como representativa para continuar con las pruebas posteriores, dado su capacidad para desarrollar la enfermedad en frutos de chayote.

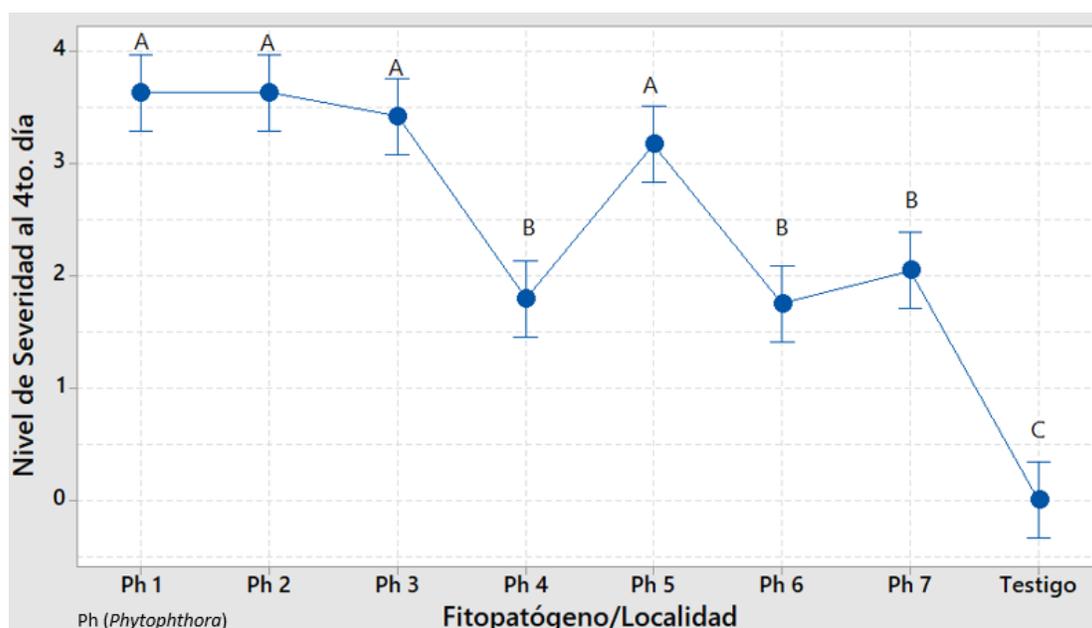


Figura 6. Comparación de medias por el método Tukey 95%.

### Caracterización por Biología Molecular

La secuencia FASTA, fue alineada y comparada en la base de datos del *GenBank*, empleando el Blast NCBI, (2024) confirmando así la identidad del fitopatógeno con una cobertura de 99.75% (Tabla 2) de secuencia de nucleótidos, RID: 8MZ49CW0013, Query: lcl|Query\_8288289.

Se identificó el género *Phytophthora*, especie: *capsici* Leonian, identificado como agente causal del “*Moho Blanco*” en frutos cosechados de *Sechium edule* (Jacq.) Sw. en la localidad de San Pablo (Ph 1), Loc. Cuautlapan Ixtaczoquitlán, Veracruz, coincidiendo con lo documentado por el GISem (2008; 2011a; 2011b) para las zonas productoras de Huatusco, Coscomatepec y Tuxpanguillo, así como por Olgún *et al.* (2013) y Andrade-Luna *et al.* (2017) en estudios realizados en Huatusco y Coscomatepec, Veracruz.

Tabla 2. PRIMERS usados y resultado de la secuenciación del Oomicete.

Nombre del cebador de secuenciación   Secuencia del cebador						Nombre del cebador de PCR   Secuencia del cebador			
ITS5 5' (GGA AGT AAA AGT CGT AAC AAG G) 3'						ITS5 5' (GGA AGT AAA AGT CGT AAC AAG G) 3'			
ITS4 5' (TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC) 3'						ITS4 5' (TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC) 3'			

Sujeto						Puntaje		Identidades	
Accesión	Descripción	Longitud	Inicio	Fin	Cobertura	Puntaje en Bits	Valor esperado	Total	Porcentaje
PV248646.1	Clase: <i>Oomycete</i>	1091	50	940	99.75	805	0.0	809/811	99.75

Reino	Familia	Género	Especie
Protista	Peronosporaceae	<i>Phytophthora</i>	<i>capsici</i> Leonian

## Conclusiones

Se confirmó la presencia de *Phytophthora capsici* como agente causal del “Moho blanco” en frutos de *S. edule* en siete localidades del municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz. Las pruebas de patogenicidad demostraron alta severidad en los aislamientos provenientes de las localidades 1, 2, 3 y 5. El aislamiento Ph1, fue seleccionado para su caracterización molecular, al presentar mayor virulencia y velocidad de crecimiento en condiciones reproducibles. Los resultados permiten establecer una base para el diagnóstico oportuno del patógeno y el diseño de estrategias integradas de manejo postcosecha.

Esta investigación, permite establecer diferencia frente a otros Oomicetes, sentando la base a futuras investigaciones sobre variantes locales, resistencia genética en chayote, trabajos Interinstitucionales, y el desarrollo de bioinsumos específicos de origen orgánico, al identificar los fitopatógenos aislados más virulentos, se fortalece no solo el valor científico, sino que permitirá reducir costos económicos al implementar estrategias de control fitosanitario y evitar acciones ineficaces.

## Bibliografía

- Abad, Z.G., Burgess, T.I., Redford, A.J., Bienapfl, J.C. (2023) IDphy: Molecular and morphological identification of *Phytophthora* based on the types. <https://idtools.org/phytophthora/>
- Álvarez, L. A. S., Robles, L. E. L., y Hernández, F. G. (2022). Manejo tradicional de enfermedades del agroecosistema chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw.) de traspatio en Chiapas, México. *Magna Scientia UCEVA*, 2(2), 252-259. <https://doi.org/10.54502/msuceva.v2n2a10>
- Andrade-Luna, M. I., Espinosa-Victoria, D., Gómez-Rodríguez, O., Cadena-Iñiguez, J., Arévalo-Galarza, M. D. L., Trejo-Téllez, L. I., & Delgadillo-Martínez, J. (2017). Severity of a *Phytophthora capsici* isolate in chayote *Sechium edule* plants at growth chamber level. *Revista mexicana de fitopatología*, 35(1), 40-57. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1607-3>
- Cadena-Iñiguez, J. (2010). El chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.), importante recurso fitogenético mesoamericano. *Agro Productividad*, 3(2). <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/589>
- Cadena, I. J. (2005). Caracterización morfoestructural, fisiológica, química y genética de diferentes tipos de chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.). Tesis Doctoral Montecillo, Texcoco Edo. De México. Ed. Colegio de Postgraduados. 9-12 [http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/3116/1/F1iguez\\_Luna\\_MI\\_MC\\_IMRN\\_2017.pdf.pdf?sequence=1](http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/3116/1/F1iguez_Luna_MI_MC_IMRN_2017.pdf.pdf?sequence=1)
- Chávez, D. I. F. (2016). Expresión de respuestas de defensa en chile jalapeño inoculado con agentes de control biológico de *Phytophthora capsici* Leo. tesis doctoral Montecillo, Texcoco Edo. De México. Ed. Colegio de Postgraduados. 4-7 <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/3676>
- Cota Ungson, D. (2021). Actividad biológica de extractos vegetales para el control de *fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora capsici* en cultivo de chile. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. <https://repositorio.uaaan.mx/handle/123456789/47826>
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2023) <https://www.dof.gob.mx/#gsc.tab=0>

- Erwin, D. C. & Ribeiro, O. K. (1996). *Phytophthora*: A global perspective. United Kingdom CPI Group (UK) Ltd, Croydon, CR0 4 YY. 4 p. 96 Ed- FSC. ISBN 978-1-78064-093-8 (alk. Paper).
- Google Earth Pro. (2023) <https://earth.google.com/web/?hl=es-419>
- Grupo Interdisciplinario *Sechium edule* México [GISeM]. (2008). Identificación de enfermedades postcosecha en frutos de Chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) Texcoco Estado de México, Colegio de Posgraduados, 13. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/231857/El\\_chayote\\_volumen\\_1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/231857/El_chayote_volumen_1.pdf)
- Grupo Interdisciplinario *Sechium edule* México [GISeM]. (2011a). Hongos asociados a síntomas de enfermedades en Chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) y estrategias de manejo. Montecillo, Estado de México Ed. Colegio de post graduados México 16-23 [https://www.colpos.mx/wb\\_pdf/Agroproductividad/2011/AGROPRODUCTIVIDAD\\_III\\_2011.pdf](https://www.colpos.mx/wb_pdf/Agroproductividad/2011/AGROPRODUCTIVIDAD_III_2011.pdf)
- Grupo Interdisciplinario *Sechium edule* México [GISeM]. (2011b). Volumen 3: El Chayote Manejo Postcosecha Rescatando y Aprovechando los Recursos Filogenéticos de Mesoamérica. México, Ed. Colegio de Postgraduados y GISeM 6-26 [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/231852/El\\_chayote\\_volumen\\_3.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/231852/El_chayote_volumen_3.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021) <https://www.inegi.org.mx/>
- Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas [INPI]. (2022). Catálogo de municipios de alta y muy alta marginación de Veracruz. <https://www.gob.mx/bienestar/documentos/catalogo-de-localidades-indigenas-a-y-b-2020>
- Ivors, K. L., and Forsyth, C. J. (2008). CTAB extraction protocol for *Phytophthora* species. En *Laboratory Protocols for Phytophthora Species* (pp. 35–42). American Phytopathological Society. <https://doi.org/10.1094/9780890544969.06.03.1>
- Lavilla, M., Ivancovich, A., y Paleo, A. D. (2021). Evaluación del tizón foliar y la mancha púrpura en semilla de soja en Argentina. *Agronomía Mesoamericana*, 32(2), 619-628. <https://rayenlab.com.ar/wp-content/uploads/2020/01/Boletin-Digital-17--FITOPATOLOGIA.pdf>
- National Center for Biotechnology Information [Blast NCBI]. (2024) <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>
- NMX-FF-047-SCFI-2003 (NORMA Oficial Mexicana, 2003) Productos alimenticios no industrializados para consumo humano-hortaliza fresca-chayote (*sechium edule*)-especificaciones (cancela a la NMX-FF-047-1996-SCFI). [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=695888&fecha=22/05/2003#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=695888&fecha=22/05/2003#gsc.tab=0)
- NOM-210-SSAI-2014 (NORMA Oficial Mexicana, 2014) Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5398468&fecha=26/06/2015#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5398468&fecha=26/06/2015#gsc.tab=0)
- Olguín, H. G., Valdovinos, P. G., Cadena, I., J., Arévalo, G. M. (2013). Etiología de la marchitez de plantas de chayote (*Sechium edule*) en el Estado de Veracruz. *Revista mexicana de fitopatología*, 31(2), 161-169. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-33092013000200007#:~:text=Con%20base%20en%20las%20pruebas,centro%20del%20estado%20de%20Veracruz.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092013000200007#:~:text=Con%20base%20en%20las%20pruebas,centro%20del%20estado%20de%20Veracruz.)
- Ordoñez-Beltrán, V., Frías-Moreno, M. N., Parra-Acosta, H., Martínez-Tapia, M. E. (2019). Estudio sobre el uso de plaguicidas y su posible relación con daños a la salud. *Revista de Toxicología*, ISSN: 0212-7113 ISSN: 1697-0748 36(2), 148-153. <https://www.redalyc.org/journal/919/91967023011/91967023011.pdf>
- Sanogo, S., Lamour, K., Kousik, C. S., Lozada, D. N., Parada-Rojas, C. H., Quesada-Ocampo, L. M., ... & Miller, S. A. (2023). *Phytophthora capsici*, 100 years later: Research mile markers from 1922 to 2022. *Phytopathology*, 113(6), 921-930. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-22-0297-RVW>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2019). *EL CHAYOTE* [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenDelegaciondo](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenDelegaciondo)
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [SENASICA]. (2022) <https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/programa-de-sanidad-e-inocuidad-agroalimentaria-194083>
- Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura [SINAREFI]. (2011) [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/168845/El\\_Chayote\\_Volumen\\_2.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/168845/El_Chayote_Volumen_2.pdf)
- T4Oligo [T4Oligo]. (2023). *Información institucional* [Página web]. <https://t4oligo.com/t4oligo.com/pages/nosotros.html>
- Velázquez, J. N., Del Ángel, P. A. L., Megchún, G. J. V., Ramírez, H. E., Hernández, E. C. A., Meneses, M. I. (2021). Caracterización del cultivo de chayote (*Sechium edule* Jacq) (Swartz) en la zona de Altas Montañas del estado de Veracruz. *RINDERESU*, 5(1). <http://www.rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/52>