

Aislamiento e identificación molecular de plagas y enfermedades durante almacenamiento de frutos de palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) en Baja California y Sonora

Isolation and molecular identification of plagues and diseases during storage in fruits of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in Baja California and Sonora

Jessica Eunice Contreras-Espinoza¹, Blancka Yesenia Samaniego-Gómez¹, Samuel Uriel Samaniego-Gómez¹, Fidel Núñez-Ramírez¹, Daniel González-Mendoza¹, Oscar Alberto Moreno-Valenzuela², Yereni Minero-García², Raúl Enrique Valle-Gough^{1*}

¹ Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, Baja California, México. Tel. (686) 523-00-79.

raul.valle@uabc.edu.mx

² Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Biología Integrativa.

*Autor de correspondencia

Resumen

Palabras clave:

Bioinformática;
diagnóstico
molecular; inocuidad
alimentaria;
poscosecha.

El aumento del monocultivo y la proximidad de zonas productoras norteamericanas han incrementado la incidencia de plagas y enfermedades en palma datilera (*Phoenix dactylifera*) en el noroeste de México. Ante esto, el objetivo de este estudio fue identificar molecularmente microorganismos e insectos en frutos de dátil durante poscosecha en Baja California y Sonora, con fines diagnósticos y prospectivos. Se identificaron diferentes especies de *Aspergillus* (*Aspergillus costaricensis* y *Aspergillus tubingensis*) como potenciales promotores de crecimiento. Asimismo, se detectó a *Wallemia sebi*, un hongo extremófilo asociado al deterioro de frutos secos y con capacidad de generar micotoxinas. Se identificaron molecularmente dos especies de insectos poscosecha de palma datilera (*Ectomyelois ceratoniae* y *Carpophilus hemipterus*). Finalmente, se destaca el primer hallazgo de *Bemisia tabaci* en frutos de dátil, un insecto capaz de propagar peligrosas enfermedades virales en el cultivo. Esta investigación aporta herramientas biológicas clave para diseñar futuras estrategias fitosanitarias efectivas en la región.

Abstract

Keywords:

Bioinformatics;
molecular
diagnostics; food
safety; postharvest.

The increase in monoculture and the proximity of North American production areas have augmented the incidence of pests and diseases in date palms (*Phoenix dactylifera*) in northwestern of Mexico. Therefore, the objective of this study was the molecular identification microorganisms and insects in date fruits during postharvest in Baja California and Sonora, for diagnostic and prospective purposes. Different species of *Aspergillus* (*Aspergillus costaricensis* and *Aspergillus tubingensis*) were identified as potential growth promoters. *Wallemia sebi*, an extremophile fungi associated with the spoilage of dried fruits and capable of producing mycotoxins, was also detected. Two postharvest insect species of date palms (*Ectomyelois ceratoniae* and *Carpophilus hemipterus*) were molecularly identified. Finally, the first report of *Bemisia tabaci* in date fruits, an insect capable of spreading dangerous viral diseases in the crop, is noteworthy. This research provides key biological tools for designing future effective phytosanitary strategies in the region.

Recibido: 25 de noviembre de 2025

Aceptado: 04 de marzo de 2026

Publicado: 23 de septiembre de 2026

Cómo citar: Contreras-Espinoza, J. E.; Samaniego-Gómez, B. Y.; Samaniego-Gómez, S. U.; Núñez-Ramírez, F.; González-Mendoza, D.; Moreno-Valenzuela, O. A.; Minero-García, Y.; & Valle-Gough, R. E. (2026). Aislamiento e identificación molecular de plagas y enfermedades durante almacenamiento de frutos de palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) en Baja California y Sonora. *Acta Universitaria*, 36(NE-1), e4966. doi: <https://doi.org/10.15174/au.2026.4966>

Introducción

La palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) es un cultivo ampliamente distribuido en zonas áridas, es originario de países árabes y su producción abarca desde el Golfo Pérsico hasta el norte de África (Ortiz-Uribe *et al.*, 2019; Zaid & Ouhabi, 2022). De la palma datilera se obtiene el fruto de dátíl, que es comercializado a nivel mundial debido a su alto valor nutricional y por sus beneficios a la salud humana, como favorecer la actividad antioxidante, mejorar la digestión por su alta fibra y regular la presión cardiaca (Ortiz-Uribe *et al.*, 2019).

A nivel nacional, la producción de dátíl se concentra en el noroeste de México, donde las condiciones edafoclimáticas favorecen el desarrollo de este cultivo (De la Rosa-Alcaraz *et al.*, 2017; Ortiz-Uribe *et al.*, 2019; Wright, 2016). Cabe mencionar que la superficie cultivada de *Phoenix dactylifera* (*P. dactylifera*) ha mostrado un crecimiento sostenido, pues pasó de 1377 ha durante 2017 a 3013 ha durante 2024 (García-González *et al.*, 2019; Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2025).

En Baja California y Sonora, el cultivo de *P. dactylifera* es altamente rentable, con una gran demanda para su exportación, generando ingresos combinados por 35.1 millones de dólares entre las dos entidades en 2024 (Secretaría de Economía [SE], 2026). Es importante mencionar que la principal variedad producida en Sonora y Baja California es Mejhoul, por su alta demanda en los mercados de Estados Unidos de América (EUA), Canadá y Australia (Mendoza-Gómez *et al.*, 2024; SE, 2026).

Derivado del aumento del área dedicada al monocultivo de *P. dactylifera*, se ha detectado un aumento en la presencia de agentes fitopatogénicos —en particular *Fusarium*— en plantaciones de Baja California y Sonora (Ortiz-Uribe *et al.*, 2019). Se debe tener presente que las patologías causadas por *Fusarium*, como la enfermedad de Bayoud (*Fusarium oxysporum* f. sp. *albedensis*), son particularmente devastadoras en cultivos de *P. dactylifera*, donde las variedades de alto rendimiento (por ejemplo, Mejhoul y Deglet Nour) son susceptibles a este patógeno dada la ausencia de factores mitocondriales de resistencia (Saleh *et al.*, 2025; Zaid & Ouhabi, 2022).

Así mismo, reportes realizados en estados de EUA (Arizona y California) que son productores de *P. dactylifera* han revelado aumentos en la incidencia de plagas y enfermedades que han afectado la producción (Hu & Wright, 2024; Kader & Hussein, 2009). Lo anterior representa un riesgo de dispersión de agentes fitopatogénicos para zonas productoras de Sonora y Baja California, dada la cercanía con EUA.

Estudios previos señalan que las plagas y enfermedades pueden generar mermas de hasta un 30%, especialmente en operaciones de empaque y almacenamiento (Goudarzi *et al.*, 2022; Palou *et al.*, 2013; Palou *et al.*, 2016). En estas fases de procesamiento poscosecha de frutos de *P. dactylifera* se han reportado diferentes agentes fitopatógenos pertenecientes a los géneros *Oryzaephilus*, *Ectomiolois*, *Cadra*, *Aspergillus*, *Colleotrichum* y *Penicillium*, los cuales alteran las características cualitativas y cuantitativas del fruto (De la Rosa-Alcaraz *et al.*, 2017; Kader & Hussein, 2009).

Debido a lo anterior, identificar plagas y enfermedades de forma certera es fundamental para disminuir pérdidas y generar esquemas de control de los agentes fitopatogénicos. A este respecto, se han incorporado marcadores moleculares que permiten realizar dicha identificación y que han sido utilizados rutinariamente para acelerar procesos de identificación como complemento a otras técnicas (Rugman-Jones *et al.*, 2006; Tedersoo *et al.*, 2019).

En el presente estudio se realizó el aislamiento de plagas y enfermedades en frutos de *P. dactylifera* variedad Medjool durante poscosecha en diferentes plantaciones de Baja California y Sonora, con el fin de analizarlas molecularmente e identificar los diferentes organismos causantes del deterioro en frutos.

Materiales y métodos

Colecta de material vegetal

Se colectaron frutos de diferentes plantaciones de *P. dactylifera* variedad (var.) Mejhoul en el valle de Mexicali Baja California (Tabla 1). Las muestras se tomaron durante agosto-noviembre de 2022 y los sitios fueron georreferenciados con la aplicación GPS-Waypoints.

Tabla 1. Coordenadas de las plantaciones de *P. dactylifera* donde se realizaron las colectas de frutos en poscosecha.

Sitios	Coordenadas
Valle de Mexicali, Baja California	32.56253889° N, 115.209525° W
	32.60993056 °N, 115.240363° W
	32.54325278° N, 115.522272° W
	32.46120833° N, 115.190838° W
San Luis Rio Colorado, Sonora	32.44525917° N, 114.840946° W
	32.39733333° N, 114.897625° W

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un muestreo estratificado donde se tomaron frutos que mostraban presencia de orificios, picaduras, heridas, decoloraciones en el pedicelo y presencia de puntos con apariencia aterciopelada. Se tomaron un total de cuatro frutos de cada sitio por triplicado. Los frutos se colocaron en bolsas plásticas de color café, las cuales se etiquetaron, se introdujeron en bolsas plásticas transparentes y se almacenaron en una hielera (4 °C) para su transporte a las instalaciones del Laboratorio de Fisiología y Manejo Poscosecha del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California (Ejido Nuevo León, Mexicali).

Aislamiento de hongos y extracción de ADN

Frutos con decoloraciones en el pedicelo y presencia de puntos con apariencia algodonosa fueron procesados conforme a la metodología de Cervantes-Díaz & Samaniego-Gómez (2012). Estos fueron introducidos en cámaras húmedas (28 °C, 72 h); los crecimientos fueron sub-cultivados en cajas de Petri con medio papa dextrosa agar (PDA). Los cultivos se incubaron a 28 °C hasta observar crecimiento fúngico, para finalmente transferir discos de cada crecimiento a placas con PDA hasta que se obtuvieron cultivos monospóricos. Los cultivos se observaron de forma macroscópica y microscópica (Barnett & Hunter, 1998). Posteriormente, se verificaron los postulados de Koch en dátiles asintomáticos a los 3 d, 9 d y 12 d posteriores a la inoculación, siguiendo la metodología de Cohen *et al.* (2021).

Los aislados fúngicos se seccionaron con bisturí estéril y se colocaron en caldo extracto de levadura-peptona-glucosa (YPG), 10 días (28 °C). Se filtró el medio de cultivo y el filtrado se almacenó en tubos a -20 °C hasta su uso posterior. El ADN se extrajo con el protocolo de Al-Sammarrai & Schmid (2000); finalmente, la integridad del ADN se evaluó en geles de agarosa (1% p/v).

Aislamiento de insectos y extracción de ADN

Frutos con orificios, picaduras o heridas se disectaron, y aquellos con presencia de larvas se colocaron en cajas Petri y se observaron al estereoscopio. Posteriormente, las larvas fueron separadas morfológicamente con claves taxonómicas (Borror *et al.*, 1989), colocadas en viales con etanol (95% v/v) y almacenadas (-20 °C) hasta su posterior uso.

La extracción de ADN se realizó mediante EZNA Insect DNA Kit (Omega Bio-Tek). Siguiendo las instrucciones del fabricante, la integridad del ADN se evaluó en geles de agarosa (1% p/v).

Amplificación, secuenciación y análisis bioinformático

Se amplificó la región espaciadora inter-transcritos (ITS) mediante PCR en los diferentes aislados fúngicos utilizando los iniciadores ITS1 (TCCGTAGGTGAACCTGCGG) e ITS4 (TCCTCCGCTTATTGATATGC), con las siguientes condiciones: 95 °C (10 min), 30 ciclos de 95 °C (1 min), 55 °C (1 min) y 72 °C (1.5 min), con una extensión final de 72 °C (10 min), con un amplicón de 500 pb-1000 pb.

En el caso de insectos, se amplificó un fragmento de la ciclooxygenasa mitocondrial (COX1) utilizando los iniciadores LCO-1490-(GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG) y HCO-2198-(TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA) con las siguientes condiciones de amplificación: 94 °C (5 min), 30 ciclos de 94 °C (1 min), 45 °C (1 min) y 65 °C (1 min), con una extensión final de 72 °C (10 min), con un amplicón de 650 pb-710 pb.

Los productos de amplificación se purificaron mediante el Wizard SV Purification Kit (Promega) con el protocolo sugerido por el fabricante y fueron secuenciados en MacroGen (Corea). Las secuencias de los aislados obtenidos se compararon en la base de datos del NCBI con el algoritmo BLASTn utilizando la base de datos no redundante para insectos y la ITS para hongos.

Los resultados de la búsqueda en BLAST fueron recuperados para realizar el análisis filogenético con el algoritmo MEGA (versión 10.0), donde las secuencias fueron alineadas mediante CLUSTALW. Se determinó el mejor modelo evolutivo y se realizó la construcción de los árboles filogenéticos mediante máxima verosimilitud (ML) y máxima parsimonia (MP), con valores de BootStrap (BS) = 1000 repeticiones.

Resultados

Durante la colecta de frutos se pudieron identificar frutos asintomáticos (Figura 1a) y frutos con presencia de larvas de insectos en la superficie (Figura 1b), así como en las zonas del mesocarpio (Figura 1c) y endocarpio (Figura 1d). Se observaron larvas con un cuerpo dividido en 12 segmentos, más un segmento cefálico, así como la presencia de huevecillos con forma ovalada con tonalidades que oscilaban entre blanco y blanco-crema.

Durante las colectas se pudieron identificar síntomas como presencia de marcas negras con una apariencia aterciopelada o fibrosa (Figura 1d), con crecimientos dentro del fruto de dátil con una tonalidad oscura en la mayor parte de los frutos (Figura 1f). En inoculaciones artificiales, los crecimientos fúngicos mostraron la proliferación de colonias negras en medio PDA (Figura 1g). Posteriores observaciones al microscopio revelaron la presencia de conidios de color marrón oscuro, vesículas globosas de 80 µm de diámetro y conidios de 5 µm (Figura 1f), lo que coincidió con las características morfológicas de hongos pertenecientes al género *Aspergillus*.

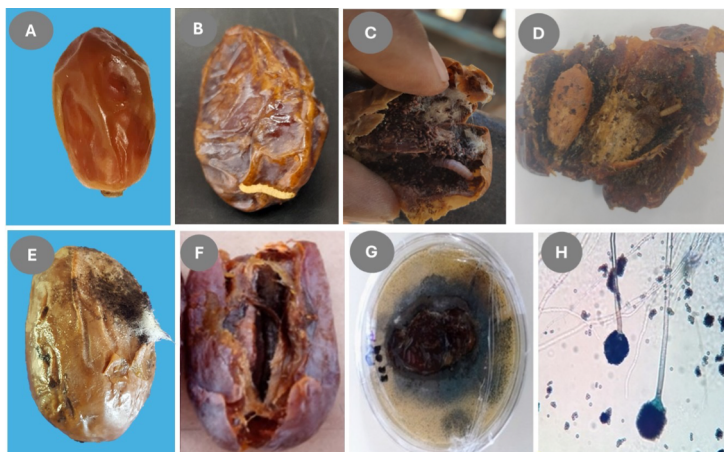


Figura 1. Síntomas de plagas y enfermedades presentes en frutos de datil durante almacenamiento. (A) Fruto asintomático de dátíl en etapa Tamar, (B) Daño físico por insectos en almacenamiento, (C) Daño por larvas de insecto en mesocarpio, (D) Presencia de larvas de insecto en endocarpio, (E) Síntomas de ataque de hongos en fruto de dátíl, (F) Presencia de moho negro en el endocarpio de dátíl, (G) Crecimiento de moho negro en frutos de dátíl inoculados artificialmente en PDA, (H) Hifas y conidióforos en PDA (40x).

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvieron un total de 19 aislados fúngicos con amplicones que oscilaron entre las 544 pb-798 pb, mientras que las 14 muestras de insectos tuvieron tamaños de amplicón de 589 pb-639 pb; finalmente, las muestras fueron secuenciadas, y dichas secuencias se analizaron mediante BLASTn (Tabla 2). El 95% de los aislados fúngicos pertenecieron a dos especies del género *Aspergillus*, *Aspergillus tubingensis* (*A. tubingensis*) y *Aspergillus costaricensis* (*A. costaricensis*), con porcentajes de identidad mayores al 99%, mientras que un aislado mostró 93% de identidad con *Wallemia sebi* (*W. sebi*).

En lo referente a las muestras de insectos, el 65% de las secuencias pertenecieron a *Ectomyelois ceratoniae* (*E. ceratoniae*), mientras que un 28% perteneció a *Carpophilus hemipterus* (*C. hemipterus*) y un 7% perteneció a *Bemisia tabaci* (*B. tabaci*), donde cada una de las muestras tuvieron porcentajes de identidad mayores al 98%.

Tabla 2. Resultados de la identificación molecular de las secuencias ITS y COX1 en muestras de frutos de palma datilera, mediante la búsqueda en la base de datos del NCBI.

Muestras	Resultados	Identidad (%)	Amplicón (pb)	Acceso
MH1-C1, MH1-C2, MH1-C3, MH1-C4, MH2-C2, MH2-C3, MH3-C1, MH4-C2, MHB-C4	<i>Aspergillus tubingensis</i> ITS region	91.49-99.82	583, 582, 587, 586, 583, 583, 583, 546, 821	NR_131293.1
MH2-C1, MH2-C4, MH3-C2, MH3-C3, MH3-C4, MH4-C1, MH4-C3, MH4-C4, MHB-C3	<i>Aspergillus costaricensis</i> ITS region	99.12-99.82	583, 583, 593, 562, 566, 557, 593, 560, 563	NR_103604.1
MHB-C1	<i>Wallemia sebi</i> CBS 818.96 ITS region	93.59	689	NR_131988.1
i1-c1, i1-c2, i1-c3, i1-c4, i2-c2, i2-c3, i3-c1, i3-c2, i3-c3, i3-c4	<i>Ectomyelois ceratoniae</i> COX1	98.23-99.55	539, 687, 686, 685, 688, 688, 686, 688, 686	KU896480.1 OQ836430.1 MW305785.1
i4-c2, i4-c3, i4-c4	<i>Carpophilus hemipterus</i> COX1	99.23-99.63	684, 545, 538	HQ984093.1 GU217437.1
i2-c1	<i>Bemisia tabaci</i> isolate MB1 COX1	99.12	687	PP761126.1

Fuente: Elaboración propia.

El análisis filogenético en los aislados fúngicos generó un total de 8 clados (Figura 2a), incluyendo un grupo externo (*A. flavus*, *A. aflatoxiformans*), formando la sección *Nigri* de *Aspergillus*, con tres clados en el grupo *Tubingensis* (*A. tubingensis*, *A. vadensis*, *A. costaricensis*), un clado en el grupo *Carbonarius* (*A. carbonarius*, *A. sclerotioniger*), dos clados en el grupo *Niger* (*A. niger*, *A. brasiliensis*, *A. awamori*, *A. foetidus*) y un clado en el grupo *Heteromorphus* (*A. heteromorphus*, *A. ellipticus*). Los diferentes aislados del estudio mostraron altos porcentajes de identidad con *A. tubingensis* y *A. costaricensis*, cuando fueron analizados por BLASTn.

El análisis filogenético de la secuencia asociada al género *Wallemia* se agrupó en dos clados (Figura 2b), en donde la secuencia de *W. sebi* (recuadro verde) formó un grupo monofilético con *W. sebi* y *W. mellicola*; así mismo, estos formaron un clado cercano con otros miembros como: *W. muriae* y *W. canadiensis*.

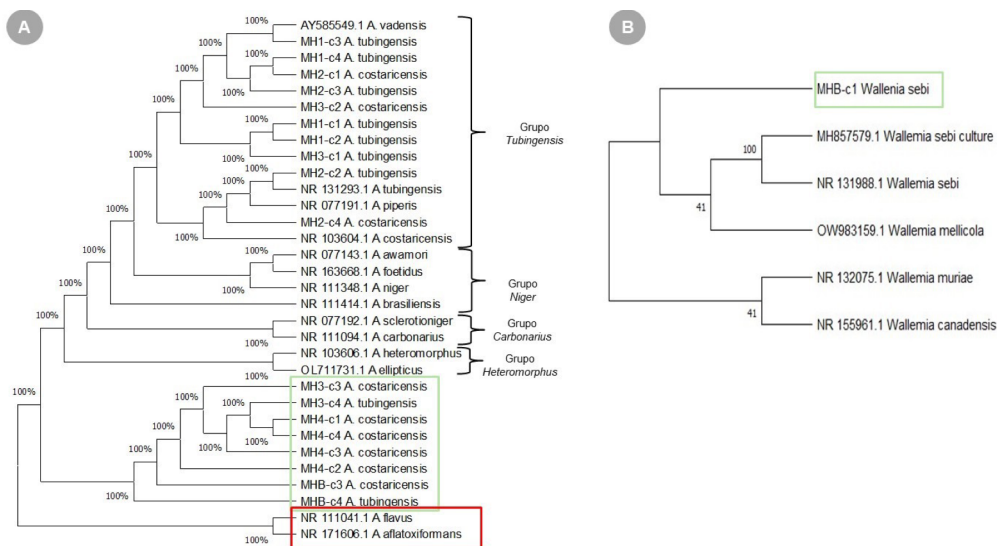


Figura 2. Análisis filogenético de aislados fúngicos en frutos de *P. dactylifera* var. Medjool. A) Filogenia de secuencias ITS de aislados del género *Aspergillus* sección *Nigri*, B) Filogenia de secuencias ITS de aislados del género *Wallenia*. Árboles filogenéticos realizados mediante MP con valores BS = 1000 repeticiones.

Fuente: Elaboración propia.

La reconstrucción filogenética de las muestras de insectos mostró la formación de dos clados muy cercanos —filogenéticamente hablando— con accesiones previamente reportadas de *E. ceratoniae* (Figura 3a, recuadro rojo). En el caso de *C. hemipterus*, se observó la formación de un clado cercano a dos accesiones de *C. hemipterus* previamente reportadas (Figura 3b), mientras que en el caso de *B. tabaci* (Figura 3c), se observó que formó un grupo monofilético con dos accesiones de *B. tabaci*.

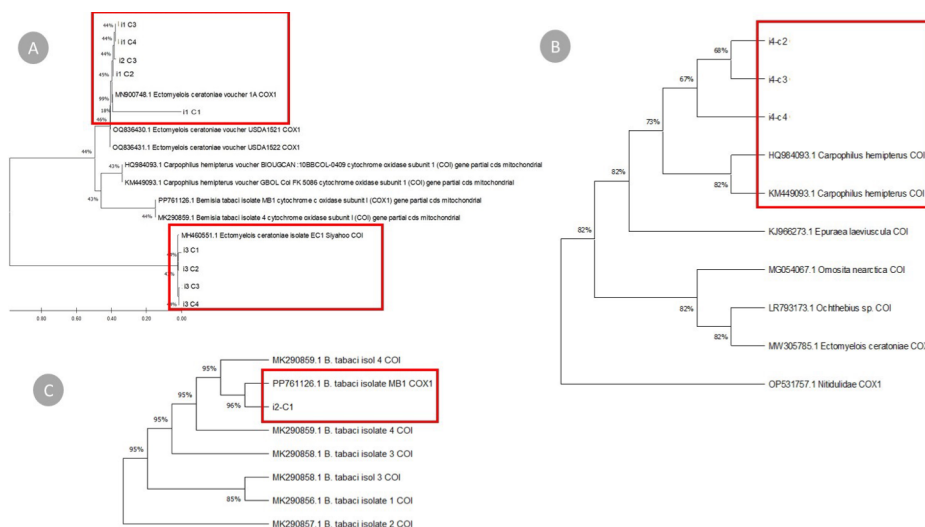


Figura 3. Análisis filogenético de secuencias COX1 procedentes de muestras de insectos en frutos de *P. dactylifera*. (A) Filogenia de secuencias COX1 de *E. ceratoniae*, árbol filogenético realizado mediante ML con un valor BS = 1000 repeticiones con el modelo HKY+G (G = 2.9); (B) Filogenia de secuencias COX1 de *C. hemipterus*; y (C) Filogenia de secuencias COX1 de *B. tabaci*. Árboles filogenéticos realizados mediante MP con un valor BS = 1000 repeticiones.

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

En lo referente a la composición fúngica de frutos de *P. dactylifera*, el género *Aspergillus* es uno de los más comunes, afectando a frutos durante la fase de almacenamiento (Al Hazzani *et al.*, 2014; Colman *et al.*, 2012; Gherbawy *et al.*, 2012; Ouf *et al.*, 2015; Salalh & Nawal, 1997). En el presente estudio, el análisis molecular reveló que la sección *Nigri* de *Aspergillus* fue la que se desarrolló en frutos de dátil. Esta sección está compuesta por 15 especies, entre las que encuentran: *A. tubingensis*, *A. costaricensis*, *A. niger* y *A. brasiliensis*, por mencionar algunas (Lučev *et al.*, 2025). Diferentes autores mencionan que la sección *Nigri* ha sido difícil de caracterizar morfológicamente debido a diferencias sutiles entre cada miembro (Lučev *et al.*, 2025; Medina *et al.*, 2005).

Además, se observó que las secuencias de los aislados fúngicos se agruparon en diferentes clados, siguiendo las subdivisiones reportadas por Lučev *et al.* (2025). En la subdivisión *Tubingensis* se agruparon *A. tubingensis* y *A. costaricensis*, que formaron la mayor parte de los aislados, coincidiendo con reportes previos (Lučev *et al.*, 2025; Quaglia *et al.*, 2020).

Estudios anteriores mencionan que *Aspergillus* sección *Nigri* son conocidos por tener la capacidad de generar micotoxinas. Un estudio realizado por Gherbawy *et al.* (2012) encontró que determinadas cepas aisladas de frutos de *P. dactylifera*, identificadas como *A. flavus* y *A. niger*, tuvieron la capacidad de producir aflatoxinas y ocratoxinas. Así mismo, las cepas aisladas que producían este tipo de metabolitos mostraron la presencia de genes asociados a la síntesis de micotoxinas. Estudios previos han reportado que la presencia de cepas de *A. niger* donde no se detecta en la síntesis de aflatoxinas y ocratoxinas (Al-Asmari *et al.*, 2017; Nikolchina & Rodrigues, 2021). Lo anterior sugiere que la presencia de *Aspergillus* sección *Nigri* no implica necesariamente la presencia de toxinas, debido a que la producción de este tipo de metabolitos puede verse influenciada por factores como las condiciones de almacenaje, el contenido nutricional del fruto, la carga microbiana y la cepa fúngica. La presencia de este tipo de toxinas representa un riesgo para la comercialización de frutos de *P. dactylifera*, dado que su consumo principal es en fresco (Aloram *et al.*, 2020; Lučev *et al.*, 2025; Medina *et al.*, 2005; Nikolchina & Rodrigues, 2021).

En el presente estudio se identificaron molecularmente dos especies de la sección *Nigri* de *Aspergillus* (*A. tubingensis* y *A. costaricensis*), las cuales no se han reportado como generadoras de micotoxinas. Sin embargo, sí se ha reportado que determinados aislados de *A. tubingensis* presentan actividad tanasa para producir de ácido gálico (Gulsunoglu *et al.*, 2019) y como patógeno que afecta la germinación de semillas de *P. dactylifera* (Aloram *et al.*, 2020). En el caso de *A. costaricensis*, se han reportado cepas utilizadas en procesos de sacarificación y en la producción de sideróforos (Lei *et al.*, 2022; Unnikrishnan & Binitha, 2024).

Durante el proceso de alineamiento y reconstrucción filogenética (Figura 2), se observó que ocho secuencias (recuadro verde) se agruparon de forma cercana a los clados externos (recuadro rojo). Un análisis minucioso a estas secuencias permitió observar un menor número de sitios conservados, por lo que el uso adicional de marcadores moleculares podría utilizarse para mejorar la caracterización de estos aislados.

Adicionalmente, se detectó la presencia de *W. sebi* en frutos de dátil. Los miembros del género *Wallemia* presentan una serie de características, como la capacidad de tolerar altas concentraciones salinas (1.5 M NaCl–5.3 M NaCl) y bajas condiciones de humedad (Humedad relativa (HR): < 30%), por lo que se ha podido encontrar en productos como jaleas, conservas, frutos y carne seca (Nguyen *et al.*, 2015; Zalar *et al.*, 2005). En el caso de frutos de *P. dactylifera*, las condiciones del valle de Mexicali durante la producción de dátil resultan las adecuadas para el desarrollo de este hongo (HR: 20–27%). La presencia de *W. sebi* se reportó en Omán mediante un estudio metagenómico en frutos de la variedad Halawi durante almacenamiento, encontrándose en una baja proporción (1%) (Al-Bulushi *et al.*, 2017). Recientemente, se reportó en una investigación la presencia de *W. mellanicola* en frutos de dátil variedad Deglet Nour, donde los autores reportaron cambios morfológicos, entre otros, el desprendimiento de la epidermis y la producción de olores desagradables a 30 días de almacenaje (Foughalia *et al.*, 2026). Estudios previos mencionan que la presencia de *Wallemia* en poscosecha representa un riesgo a la salud humana, debido a la síntesis de metabolitos sesquiterpénicos como walleninol con efectos citotóxicos (Jančić *et al.*, 2016; Nguyen *et al.*, 2015; Zalar *et al.*, 2005; Zajc & Gunde-Cimerman, 2018).

En lo referente a las mermas ocasionadas por plagas durante poscosecha en *P. dactylifera*, se considera que pueden afectar del 20%-30% del producto, causando alteraciones en la calidad del fruto. Este tipo de agentes patogénicos pueden acceder a los frutos durante operaciones de separación y transporte a sitios de almacenaje, variando la severidad del ataque de este tipo de patógenos en dependencia de la variedad, región y manejo (El-Habbab *et al.*, 2017; El-Shafie, 2012). En palma datilera, los principales taxones causantes de pérdidas pertenecen a los órdenes *Lepidoptera*, *Coleoptera* y *Hemiptera* (Alemu & Taye, 2020; Boukhelouf *et al.*, 2020; El-Shafie, 2012; Salisu *et al.*, 2021), los cuales fueron identificados molecularmente en el presente estudio.

E. ceratoniae (*Lepidoptera*: *Pyrilidae*) es una plaga oportunista que afecta diferentes cultivos en cosecha y poscosecha (Scaccini *et al.*, 2026). En lo referente a *P. dactylifera*, esta plaga afecta principalmente a cultivares suaves y semisuaves —como la variedad Mejhoul—, que son las más afectadas, llegando a ocasionar pérdidas de hasta el 40% del producto (Abid *et al.*, 2021; Amri *et al.*, 2014; Ben-Amor *et al.*, 2019; Idder *et al.*, 2015). En la presente investigación, esta plaga representó el 65% de las secuencias de insectos plagas en fruto de dátil.

Entre las plagas que atacan a los frutos de dátil, en campo y poscosecha, se encuentra al género *Carpophilus* (*Coleoptera*: *Nitidulidae*), siendo una plaga recurrente en diferentes países productores de dátil (Bibars *et al.*, 2018; Mostafa *et al.*, 2017; Salisu *et al.*, 2021). Esta plaga es fuertemente atraída por el olor de los frutos —principalmente por aquellos en fermentación— y es capaz de inducir la pudrición de frutos pudiendo ser vectores de hongos fitopatógenos del género *Aspergillus* (Yağcı, 2024). En este estudio, se identificó molecularmente a *C. hemipterus*, representando el 28% de los aislados.

En el caso de *Bemisia tabaci* (*Hemiptera*: *Aleyrodidae*), no existen reportes de su presencia en el género *Phoenix* tanto en campo como en poscosecha. Sin embargo, se ha reportado que diferentes miembros de la familia *Arecaceae* —como palma aceitera y otras especies ornamentales de palmas— han mostrado ser hospederos de géneros pertenecientes a la familia *Aleyrodidae*, por ejemplo, *Aurelotrachelus*, *Aleurodicus* y *Pareylodes*, los cuales se han encontrado en hojas, causando daños directos como la disminución del vigor de la planta y la transmisión de virus (Evans, 2008; Madushani & Sirisena, 2024; Sandeep *et al.*, 2023). Mansour *et al.* (2013) reportó la presencia de *B. tabaci* en una baja proporción, lo que coincide con lo observado en *P. dactylifera*, donde la identificación molecular de esta especie representó el 7% de los aislados, siendo el primer reporte de *B. tabaci* realizado en frutos de *P. dactylifera*.

La presencia en poscosecha de *B. tabaci* puede asociarse a las acciones de manejo realizadas durante la separación del fruto y su transporte, posiblemente por la presencia de reservorios cercanos de este insecto, como pueden ser ciertas malezas.

Conclusiones

En el presente estudio se identificó molecularmente a plagas y enfermedades patógenos en frutos de palma datilera (*Phoenix dactylifera* L.) en poscosecha: *Aspergillus costaricensis*, *Aspergillus tubingensis*, *Wallemia sebi*, *Ectomyeloides ceratoniae* y *Carpophilus hemipterus*. Estudios posteriores deberán estar dirigidos a la caracterización de aislados fúngicos con capacidad de producción de micotoxinas mediante métodos moleculares. Así mismo, en el presente estudio se reportó por primera vez la presencia de *Bemisia tabaci* en palma datilera, por lo que la identificación de reservorios y la presencia de este insecto plaga en diferentes órganos deberán ser abordados.

Agradecimientos

A los estudiantes O.A.P.P, J.P.A, R.R.F. por su colaboración en el establecimiento de los cultivos fúngicos y en la colecta de frutos. A PRODEP por el financiamiento mediante el programa de Apoyo a Profesores con Perfil Deseable.

Conflicto de interés

Los autores no declararon conflictos de interés.

Referencias

- Abid, I., Laghdiri, M., Bouamri, R., Aleya, L., & Bouriou, M. (2021). Integrated pest management (IPM) for *Ectomyeloides ceratoniae* on date palm. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 19, 100219. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2020.10.007>
- Alemu, Z., & Taye, W. (2020). Survey of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) insect pest at Afar Region of Ethiopia. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 9(4), 194-198. <https://www.ijagbio.com/pdf-files/volume-9-no-4-2020/194-198.pdf>
- Aloram, M., Houbraken, J., & Newcombe, G. (2020). *Aspergillus tubingensis* is a pre-emergent pathogen of date palm seedlings. *Forests*, 11(12), 1327. <https://doi.org/10.3390/f11121327>
- Al-Asmari, F., Nirmal, N., Chaliha, M., Williams, D., Mereddy, R., Shelat, K., & Sultanbawa, Y. (2017). Physico-chemical characteristics and fungal profile of four Saudi fresh date (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars. *Food Chemistry*, 221, 644-649. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814616319744>
- Al-Bulushi, I. M., Bani-Uraba, M. S., Guizani, N. S., Al-Khusaibi, M. K., & Al-Sadi, A. M. (2017). Illumina MiSeq sequencing analysis of fungal diversity in stored dates. *BMC microbiology*, 17(72). <https://doi.org/10.1186/s12866-017-0985-7>
- Al-Samarrai, T. H., & Schmid, J. (2000). A simple method for extraction of fungal genomic DNA. *Letters in applied microbiology*, 30(1), 53-56. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1472-765x.2000.00664.x>
- Al Hazzani, A. A., Shehata, A. I., Rizwana, H., Moubayed, N. M., Alshatwi, A. A., Munshi, A., & Elgaaly, G. (2014). Postharvest fruit spoilage bacteria and fungi associated with date palm (*Phoenix dactylifera* L) from Saudi Arabia. *African Journal of Microbiology Research*, 8(11), 1228-1236. <https://academicjournals.org/journal/AJMR/article-full-text-pdf/59A6D7F45473>

- Amri, I., Hamrouni, L., Hanana, M., Jamoussi, B., & Lebdi, K. (2014). Essential oils as biological alternatives to protect date palm (*Phoenix dactylifera* L.) against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 74(3), 273-279. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000300004>
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated genera of imperfect fungi*. The American Phytopathological Society.
- Ben-Amor, R., de Miguel-Gómez, M. D., Mohamed, D., Nouha, H., & Aguayo, E. (2019). Freezing treatments for *Ectomyelois ceratoniae* mortality and maintenance of Deglet Noor palm date quality. *Journal of Food Quality*, 2019(1), 8941407. <https://doi.org/10.1155/2019/8941407>
- Bibars, E. E. D. A., Yassin, E. M., & Abdel-Khalik, A. R. (2018). Survey of different mites and insect pests associated with date palm fruits in different locations of Egypt. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 96(3), 909-919. <https://doi.org/10.21608/ejar.2018.138421>
- Borror, J. D., Triplehorn, C., & Johnson, N. (1989). *An introduction to the study of insects* (6a ed.). Saunders College Publishing.
- Boukhelouf, W., Bachir, A. S., & Belhamra, M. (2020). *Inventory of ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) associated with a vineyard in the arid region of El-Outaya (Biskra, Algeria)*. CABI Digital Library.
- Cervantes-Díaz, L., & Samaniego-Gómez, B. Y. (2012). *Manual de prácticas de laboratorio de fitopatología*. Universidad Autónoma de Baja California.
- Cohen, Y., Shulhani, R., Rot, Y., Zemach, H., Belausov, E., Grinberg-Baran, M., Borenstein, M., Pivonia, S., & Shtienberg, D. (2021). *Aspergillus niger*, the causal agent of black mould disease in date fruits, infects and colonizes flowers and young fruitlets. *Plant Pathology*, 70(5), 1195-1208. <https://doi.org/10.1111/ppa.13358>
- Colman, S., Spencer, T. H. I., Ghamba, P. E., & Colman, E. (2012). Isolation and identification of fungal species from dried date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits sold in Maiduguri metropolis. *African Journal of Biotechnology*, 11(57), 12063-12066. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/137994/127564>
- De la Rosa-Alcaraz, M. A., Torrescano, G. R., Pérez, J. A., Fernández, J., & Sánchez, A. (2017). Evaluación de fitoquímicos y actividad antioxidante de subproductos de dátil (*Phoenix dactylifera* L.) producidos en el estado de Sonora. *Biotecnia*, 19(3), 11-17. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v19i3.442>
- El-Habbab, M. S., Al-Mulhim, F., Al-Eid, S., Abo El-Saad, M., Aljassas, F., Sallam, A., & Ghazzawy, H. (2017). Assessment of post-harvest loss and waste for date palms in the Kingdom of Saudi Arabia. *International Journal of Environmental and Agriculture Research*, 3(6), 1-11. https://www.researchgate.net/profile/Fahad-Aljassas/publication/318307391_Assessment_of_Post-Harvest_Loss_and_Waste_for_Date_Palms_in_the_Kingdom_of_Saudi_Arabia/links/5961d79eaca2728c11f08a4d/Assessment-of-Post-Harvest-Loss-and-Waste-for-Date-Palms-in-the-Kingdom-of-Saudi-Arabia.pdf
- El-Shafie, H. A. F. (2012). List of arthropod pests and their natural enemies identified worldwide on date palm, *Phoenix dactylifera* L. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 3(12), 516-524. [10.5251/abjna.2012.3.12.516.524](https://doi.org/10.5251/abjna.2012.3.12.516.524)
- Evans, G. A. (2008). *The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world*. https://hemipteres.net/aleurodes/references/Evans_2008_whiteflies_of_the_world.pdf
- Foughalia, A., Tahirine, M., Duffaud, M., Chandeysson, C., Hammadi, S., & Djedidi, M. (2026). Isolation and identification of the xerophilic fungus *Wallemia mellicola* as a causal agent of postharvest decay in Algerian date fruits (*Phoenix dactylifera*). *Journal Algérien des Régions Arides*, 19(1), 36-40. <https://asjp.cerist.dz/index.php/en/downArticle/102/19/1/287561>
- García-González, C., Salomón-Torres, R., Montero-Alpírez, G., Chávez-Velasco, D., Ortiz-Urbe, N., Ruiz-Ortiz, N. S., & Curiel-Alvarez, M. A. (2019). Effect of pollen sources on yield oil extraction and fatty acid profile of the date seed (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar Medjool from Mexico. *Grasas y Aceites*, 70(3), e315-e315. <https://doi.org/10.3989/gya.0936182>
- Gherbawy, Y. A., Elhariry, H. M., & Bahobial, A. A. S. (2012). Mycobiota and mycotoxins (aflatoxins and ochratoxin) associated with some Saudi date palm fruits. *Foodborne pathogens and disease*, 9(6), 561-567. <https://doi.org/10.1089/fpd.2011.1085>

- Goudarzi, A., Bagheri, A., & Hajebi, A. (2022). *Aspergillus niger* causes black mould disease on Piarom dates, the most economically valuable export date cultivar in southern Iran. *Crop Protection*, 160, 106047. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2022.106047>
- Gulsunoglu, Z., Kilic-akyilmaz, M., Karbancioglu-guler, F., & Raes, K. (2019). Production of multiple hydrolytic enzymes by black aspergilli isolated from date and grape. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(4), 459-466. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ankutbd/article/448264>
- Hu, J., & Wright, G. (2024). First report of *Neodeightonia phoenicum* causing Black Scorch and rot disease on date palms in Arizona. *Plant Disease*, 108(6), 1885. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-24-0491-PDN>
- Idder, M. A., Ighili, H., Mitiche, B., & Chenchouni, H. (2015). Influence of date fruit biochemical characteristics on damage rates caused by the carob moth (*Ectomyelois ceratoniae*) in Saharan oases of Algeria. *Scientia Horticulturae*, 190, 57-63. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.04.015>
- Jančič, S., Frisvad, J. C., Koccev, D., Gostinčar, C., Džeroski, S., & Gunde-Cimerman, N. (2016). Production of secondary metabolites in extreme environments: food- and airborne *Wallemia* spp. produce toxic metabolites at hypersaline conditions. *PLoS ONE*, 11, e0169116. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169116>
- Kader, A. A., & Hussein, A. M. (2009). *Harvesting and postharvest handling of dates*. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas.
- Lei, Z., Chen, X., Cao, F., Guo, Q., & Wang, J. (2022). Efficient saccharification of *Lycium barbarum* leaf biomass by using enzyme cocktails produced by a novel fungus *Aspergillus costaricensis* LS18. *Journal of Environmental Management*, 321, 115969. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115969>
- Lučev, M., Stepanović, J., Kandić, V., Čamdžija, Z., Obradović, A., Stevanović, M., & Stanković, S. (2025). Overview and diversity of fungi of the genus *Aspergillus* section *Nigri* on maize and small grains. *Foods*, 14(12), 2146. <https://doi.org/10.3390/foods14122146>
- Madushani, M. A., & Sirisena, U. G. A. I. (2024). Identification of whitefly species (*Hemiptera: Aleyrodidae*) invaded coconut palms in Sri Lanka. *Journal of Tropical Crop Science*, 11(1), 19-32. <https://doi.org/10.29244/jtcs.11.01.19-32>
- Mansour, S. A. A., Roff, M. M., Khalid, A. S., Ismail, A., & Idris, A. G. (2013). Population abundance of whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.), on chilli and other vegetable crops under glasshouse conditions. *J. Trop. Agric. Fd. Sci*, 41(1), 149-157. https://www.researchgate.net/profile/Mohamad-Roff-Mohd-Noor/publication/313896430_Population_abundance_of_whitefly_Bemisia_tabaci_Genn_on_chilli_and_other_vegetable_crops_under_glasshouse_conditions/links/58aec7e4aca2725b540f9f6c/Population-abundance-of-whitefly-Bemisia-tabaci-Genn-on-chilli-and-other-vegetable-crops-under-glasshouse-conditions.pdf
- Medina, A., Mateo, R., Lopez-Ocaña, L., Valle-Algarra, F. M., & Jiménez, M. (2005). Study of Spanish grape mycobiota and ochratoxin A production by isolates of *Aspergillus tubingensis* and other members of *Aspergillus* section *Nigri*. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(8), 4696-4702. <https://doi.org/10.1128/AEM.71.8.4696-4702.2005>
- Mendoza-Gómez, A., Beleño-Cabarcas, M. T., Torres-Ramos, R., Morales-Maza, A., Cázarez-Flores, L. L., Bazante-González, I., Zazueta-Torres, N. D., & Escobosa-García, M. I. (2024). Assessment of harvest losses in Mejhouli date variety in northwest Mexico. *Agro Productividad*, 11, 93-101. <https://doi.org/10.32854/agrop.v17i11.3121>
- Mostafa, A. M., Sakr, H. H., Yassin, E. M. A., & Abdel Khalik, A. R. (2017). Occurrence of mites and insects associated with date palm fruits in different governorates of Egypt. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology*, 10(4), 93-102.
- Nguyen, H. D. T., Jančič, S., Meijer, M., Tanney, J. B., Zalar, P., Gunde-Cimerman, N., & Seifer, K. A. (2015). Application of the phylogenetic species concept to *Wallemia sebi* from house dust and indoor air revealed by multi-locus genealogical concordance. *PLoS ONE*, 10(3), e0120894. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120894>
- Nikolchina, I., & Rodrigues, P. (2021). A preliminary study on mycobiota and ochratoxin A contamination in commercial palm dates (*Phoenix dactylifera*). *Mycotoxin Research*, 37, 215-220. <https://doi.org/10.1007/s12550-021-00432-0>

- Ortiz-Urbe, N., Salomón-Torres, R., & Krueger, R. (2019). Date palm status and perspective in Mexico. *Agriculture*, 9(3), 46. <https://doi.org/10.3390/agriculture9030046>
- Ouf, S. A., Basher, A. H., & Mohamed, A. A. H. (2015). Inhibitory effect of double atmospheric pressure argon cold plasma on spores and mycotoxin production of *Aspergillus niger* contaminating date palm fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(15), 3204-3210. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7060>
- Palou, L., Montesinos-Herrero, C., Taberner, V., & Vilella-Esplá, J. (2013). First report of *Penicillium expansum* causing postharvest blue mold of fresh date palm fruit (*Phoenix dactylifera*) in Spain. *Plant Disease*, 97(6), 846-846. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-12-1097-PDN>
- Palou, L., Rosales, R., Taberner, V., & Vilella-Esplá, J. (2016). Incidence and etiology of postharvest diseases of fresh fruit of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in the grove of Elx (Spain). *Phytopathologia Mediterranea*, 55(3), 391-400. <http://www.jstor.org/stable/44809317>
- Quaglia, M., Santinelli, M., Suyolk, M., Onofri, A., Covarelli, L., & Beccari, G. (2020). *Aspergillus*, *Penicillium* and *Cladosporium* species associated with dried date fruits collected in the Perugia (Umbria, Central Italy) market. *International Journal of Food Microbiology*, 332, 108585. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108585>
- Rugman-Jones, P. F., Hoddle, M. S., Mound, L. A., & Stouthamer, R. (2006). Molecular identification key for pest species of Scirtothrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology*, 99(5), 1813-1819. <https://doi.org/10.1093/jee/99.5.1813>
- Salalh, S. E., & Nawal, N. (1997). *A report on postharvest fungi on date fruits in Libya*. University of Garyounis.
- Saleh, D. R., Hemeda, S. A., El-Nahas, A. F., & Khattab, S. A. (2025). Genetic Expression of Some Mitochondrial and Growth-Related Genes and its Impact on Productive Traits in Broilers during Pre-and Post-hatch. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 56(13), 1359-1369.
- Salisu, Z. I., Oniye, S. J., Anjorin, T. S., Wada, Y. A., Abubakar, M., & Abdulkarim, M. M. (2021). Insect pests of dried date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits sold in selected markets in Zaria, Kaduna State, Nigeria. *Dutse Journal of Pure and Applied Sciences (DUJOPAS)*, 7(1), 232-241.
- Sandeep, A., Kalleshwaraswamy, C. M., Selvaraj, K., Hanumanthaswamy, B. C., & Mallikarjuna, H. B. (2023). Species Composition and Host Range of Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) in the Malnad Region of Karnataka, India. *National Academy Science Letters*, 46(1), 11-16. <https://doi.org/10.1007/s40009-022-01187-7>
- Scaccini, D., Ceccato, E., Canella, J., Fontana, J., & Pozzebon, A. (2026). Impact of extreme temperatures on *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) (Lepidoptera: Pyralidae) and their potential for pest management in food storage. *Journal of Stored Products Research*, 116, 102965.
- Secretaría de Economía (SE). (2026). *Data México: Dátiles, Frescos o Secos*. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/dates-fresh-or-dried>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2025). *Información de la producción agrícola*. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/
- Tedersoo, L., Drenkhan, R., Anslan, S., Morales-Rodríguez, C., & Cleary, M. (2019). High-throughput identification and diagnostics of pathogens and pests: overview and practical recommendations. *Molecular Ecology Resources*, 19(1), 47-76. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12959>
- Unnikrishnan, B. V., & Binitha, N. K. (2024). Positive effect of inoculation with an *Aspergillus* strain on phosphorus and iron nutrition plus volatile organic compounds in rice. *Folia Microbiologica*, 69(4), 865-874. <https://doi.org/10.1007/s12223-024-01129-4>
- Wright, G. C. (2016). The commercial date industry in the United States and Mexico. *HortScience*, 51(11), 1333-1337. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI11043-16>
- Yağcı, M. (2024). Biocontrol of the dried fruit beetle, *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae) using Turkish entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae and Steinernematidae). *International Journal of Pest Management*, 1-7. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09670874.2024.2385954>

- Zaid, A., & Ouhabi, A. (2022). *Mejhoul variety: the jewel of dates—origin, distribution, and international markets*. Khalifa International Award for Date Palm and Agricultural Innovation. United Printing and Publishing.
- Zajc, J., & Gunde-Cimerman, N. (2018). The genus *Wallemia*—from contamination of food to health threat. *Microorganisms*, 6(2), 46. <https://doi.org/10.3390/microorganisms6020046>
- Zalar, P., Sybren de Hoog, G., Schroers, H. S., Frank, J. M., & Gunde-Cimerman, N. (2005). Taxonomy and phylogeny of the xerophilic genus *Wallemia* (*Wallemiomycetes* and *Wallemiales*, cl. et ord. nov.). *Antonie van Leeuwenhoek*, 87, 311-328. <https://doi.org/10.1007/s10482-004-6783-x>