CCCTO

Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

ISSN: 2594-0171

Vol. 6 No. 6
Octubre, 2022

Acceso universal al conocimiento y retribución social para la atención de los programas nacionales estratégicos de la república mexicana.

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL, UNIDAD OAXACA

ISSN: 2594-0171
Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca
Año 6, Vol. 6, No. 6, 31 de Octubre, 2022

DIRECTORIO

Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez
Director CIIDIR Unidad Oaxaca

Dr. Pastor Teodoro Matadamas Ortiz
Subdirector Académico y de Investigación

Ing. Ángel Rosales Torres
Subdirector de Servicios Educativos e Integración Social

Ing. Alejandro Cruz Aguilar
Subdirector Administrativo

M. en I. José Navarro Antonio
Jefe del Departamento de Investigación

M. en C. Gabriel Isaías Cruz Ruíz
Jefe del Departamento de Posgrado

L.C. Elinora Orozco Arango
Jefa del Departamento de Servicios Educativos

M. en D. Ariel Ortiz Mendoza
Jefe de la Unidad Politécnica de Integración Social

M. en A. Martín Hernández Tolentino
Jefe del Departamento de Capital Humano y Recursos Financieros

Ing. Hilario Sánchez García
Jefe del Departamento de Recursos Materiales y Servicios

L.D.G. Angélica Ortiz López
Coordinadora de Enlace y Gestión Técnica

L.I. Justo César Marcial Aguilera
Jefe de la Unidad de Informática

CUERPO DE ÁRBITROS DEL VOL. 6, CCCTO

Dr. Alfonso Vásquez López

Dr. Carlos Alberto Fraga Castillo

Dr. Edgar García Sánchez

Dr. Francisco Castellanos León

Dr. Gualdemar Delfino Felipe Reyes Cortés

Dr. Gustavo Hinojosa Arango

Dr. Isidro Morales García

Dr. Juan Regino Maldonado

Dr. Marcelo Ulises García

Dr. Pastor Teodoro Matadamas Ortiz

Dr. Pedro Benito Bautista

Dr. Rafael Alavés Ramírez

Dr. Teodulfo Aquino Bolaños

Dra. Delia Soto Castro

Dra. Elia María del Carmen Méndez García

Dra. Juana Yolanda López Cruz

M. en C. Gabriel Isaías Cruz Ruíz

M. en C. Gladys Isabel Manzanero Medina

M. en C. Mario César Lavariega Nolasco

M. en I. José Navarro Antonio

COMITÉ EDITORIAL

Editor en Jefe
Dr. Sadoth Sandoval Torres

Editores Asociados
Dr. Pastor Teodoro Matadamas Ortiz
M. en I. José Navarro Antonio

Responsables de la Edición
Ing. Dulce María del Rosario Montaño Hernández
L. en E. Paulo Nava Arellanes
M. en I. José Navarro Antonio
Dr. Pastor Teodoro Matadamas Ortiz

Instituto Politécnico Nacional
Unidad Profesional "Adolfo López Mateos"
Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero
C.P. 07738, Ciudad de México.

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca
Hornos No. 1003, Col. Noche Buena,
Santa Cruz Xoxocotlán C.P. 71230. Oaxaca.
Teléfono: (951) 517 0610 Ext. 82769

Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca, Año 6, Vol. 6, Núm.6, octubre 2022, es una publicación anual editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional CIIDIR – Unidad Oaxaca. Calle Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. México, C.P. 71230. Teléfonos: 951 517 06 10, ext. 82769, http://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/cccto/, Editor responsable: Dr. Sadoth Sandoval Torres. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2017-060817174800–203. ISSN: 2594-0171, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Unidad de Informática del CIIDIR – UNIDAD OAXACA del IPN: L.I. Justo César Marcial Aguilera. Calle Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. México, C.P. 71230, fecha de la última modificación, 31 de octubre de 2022. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

PRESENTACIÓN

En 2020, se empezó a escuchar de manera recurrente la frase "el derecho humano a la ciencia". Pero el acceso a la ciencia y a sus beneficios es desigual en todo el mundo, al igual que la producción de conocimiento científico [1]. Una manera modesta de responder a esta desigualdad es la comunicación de la ciencia. Sin embargo, la comunicación de la ciencia es un tema complejo porque involucra elementos económicos, sociales, culturales, de educación, y de lenguaje.

De manera global, la comunicación de la ciencia tuvo un auge en el siglo XIX, y continuó su progreso de manera importante hasta el siglo XX, periodo que algunos autores identifican como la edad de oro de la comunicación de la ciencia [1]. Los modos de comunicar la ciencia fueron afectados en gran manera por el conflicto de la segunda guerra mundial, lo que trajo cambios importantes en el aproximamiento de las sociedades hacia la ciencia. En diferentes momentos de la historia, los científicos han tenido dificultades para comunicar con libertad sus conocimientos, aunado a ello, también existe evidencia del mal uso que puede darse al conocimiento científico, tal como son sus aplicaciones al desarrollo de armamento.

La generación de conocimiento científico y su publicación está vinculado al desarrollo de las sociedades. Recientemente, en agosto de 2022, nos enteramos que China llegaba al primer lugar de los países con manuscritos científicos más citados [2], lo que suscitó cuestionamientos, sobre las metodologías para evaluar el impacto de las publicaciones. Lo cierto es que los países más prósperos, tienen en sus universidades a autores altamente citados. La publicación del conocimiento en revistas, es uno de los pilares de la evaluación del investigador. Gran número de investigadores en todo el mundo, orientan sus esfuerzos por publicar en revistas científicas de reputación, principalmente en las que pertenecen al famoso Journal Citation Report (JCR). Aunado a lo anterior, la aparición de los llamados "Open Access" ha cambiado también los patrones de publicación de los investigadores. Recientemente, se publicó el caso de España, en donde se documenta cómo los investigadores españoles han incrementado de manera importante su tasa de publicaciones en editoriales Open Access (OA), en los cuales el pago por procesamiento de los manuscritos es muy alto. Lo anterior ha generado cuestionamientos sobre la calidad de las publicaciones y sobre las políticas para evaluar a un investigador [3].

En lo que respecta a México, sabemos que las raíces de la comunicación de la ciencia (CC) se dio en los inicios del siglo 17, pero la era moderna de la CC inició en 1960, concentrándose en la Ciudad de México, teniendo como pilares a la UNAM, el CONACyT, la Academia Mexicana de Ciencias, y la Sociedad Mexicana

para la Comunicación de la Ciencia y la Tecnología (SOMEDICyT) [1]. Los primeros intentos para institucionalizar la comunicación de la ciencia ocurrieron en la UNAM en el año 1968, en donde el físico Luis Estrada creó la revista "Física", y dos años después la revista fue renombrada como "Naturaleza". Los esfuerzos e interés por crear espacios para la publicación del conocimiento científico han sido importantes, y en México tenemos suficiente evidencia de los avances en este tema.

En la era post-covid entramos en un contexto de cambio, y de crisis, y es en este marco que CCCTO, sigue ofreciendo un espacio para que los(as) investigadores(as), puedan dar a conocer los avances de sus investigaciones. Agradezco el esfuerzo y dedicación de todo el equipo de trabajo de CCCTO, de los directivos del CIIDIR Oaxaca, y por supuesto a nuestra casa, el Instituto Politécnico Nacional, por darnos la oportunidad de contribuir modestamente a la publicación de trabajos de investigación en México.

Dr. Sadoth Sandoval Torres
Editor en Jefe

REFERENCIAS

1. Gascoigne, T., Schiele, B., Leach, J., Riedlinger, M., Lewenstein, B. V., Massarani, L., & Broks, P. (2020). Communicating science: A global perspective. Australian National University Press.

2. Brainard, J. & Normile, D. (2022, August 17). China rises to first place in most cited papers. Retrieved from https://www.science.org/content/article/china-rises-first-place-most-cited-papers

3. López-Cózar, E.D., & Martín-Martín, A. (2022). Detectando patrones anómalos de publicación científica en España: Más sobre el impacto del sistema de evaluación científica. Preprint. https://www.researchgate.net/publication/363535388_Detectando_patrones_anomalos_de_publicacion_cientifica_en_Espana_Mas_sobre_el_impacto_del_sistema_de_evaluacion_cientifica

CONTENIDO

Artículo — Página

Factores de éxito en la agricultura protegida en los valles centrales de Oaxaca 07-16
Cruz Ramírez Ángel Saúl, Martínez Gutiérrez Gabino Alberto, Morales García Isidro, Poblete Avendaño Adolfo Joaquín

Valoración económica de servicios ecosistémicos hidrológicos y culturales asociados a la vegetación riparia 17-32
Espinoza García Natalia, Regino Maldonado Juan, Ramírez Cabrera Christian

identificación de *Colletotrichum asianum* como agente causal de antracnosis en mango criollo en Oaxaca, México 33-40
Pacheco Esteva Mary Carmen, Soto Castro Delia, Vásquez López Alfonso

Caracterización estructural paso a paso mediante FTIR, masas y RMN en 1 y 2D del compuesto bioactivo 17α-(4-nitrofenil)etinil-estra-1,3,5(10)-triene-3,17β-diol 41-52
Juárez Niño Elia Donají, Santillan Baca Rosa, Ochoa Becerra Ma. Eugenia, Soto Castro Delia

Hongos asociados a la pudrición del cogollo de *Agave convallis* en Oaxaca, México 53-58
Cruz Luna Aída Rubí, Vásquez López Alfonso, Martínez Gutiérrez Gabino Alberto

El desempeño social en el sector hotelero del estado de Oaxaca 59-66
López Olmedo Yesenia Guadalupe, Sánchez Medina Patricia Soledad, de Yta Castillo Diana

ISSN: 2594-0171
Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca
Año 6, Vol. 6, No. 6, 31 de Octubre, 2022

Artículo

FACTORES DE ÉXITO EN LA AGRICULTURA PROTEGIDA EN LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA

Cruz Ramírez, Angel Saul[1], Martínez Gutiérrez, Gabino Alberto[1], Morales García Isidro[1], Poblete Avendaño, Adolfo Joaquin[1]

[1] Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca. Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, C.P. 71230. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.

Autor de correspondencia: acruzr2000@alumno.ipn.mx

Recibido: 30 de agosto de 2022
Aceptado: 12 de octubre de 2022
Publicado en línea: 31 de octubre de 2022

Resumen

En Oaxaca en los últimos 20 años, la agricultura protegida ha sido una alternativa para la producción de alimentos y el desarrollo rural. Estudios recientes han demostrado que el 38% de las unidades de producción bajo agricultura protegida en Oaxaca han tenido éxito o continúan con sus actividades productivas. Sin embargo, no se han explorado los factores conducentes a dicho éxito, los cuales son importantes para conocer si es viable invertir en nuevas unidades productivas. El objetivo de esta investigación fue determinar los factores que han contribuido al éxito de las unidades de producción bajo agricultura protegida en los Valles Centrales de Oaxaca, a través del análisis de información documental, bases de datos, recorridos de campo, entrevistas y muestreo no probabilístico. La información obtenida de las bases de datos se graficó en el ambiente R versión 4.1.2 con el sistema de visualización de datos ggplot2. Los factores que han contribuido al éxito de las unidades de producción en agricultura protegida han sido: la asistencia técnica, disponibilidad de agua, acceso a capital de trabajo, estrategia de mercado consolidado, apoyos de gobierno, superficie de las unidades de producción, diversificación de cultivos y la transición hacia la horticultura orgánica. La contribución de la agricultura protegida al desarrollo rural de los territorios estudiados fue positiva; generando empleos, incrementando la productividad de pequeñas superficies bajo invernadero y disminuyendo el riesgo en la producción.

Palabras Clave: casos de éxito, desarrollo rural, hortalizas, unidades de producción.

Abstract

In Oaxaca over the last 20 years, protected agriculture has been an alternative for food production and rural development. Recent studies have shown that 38% of the production units under protected agriculture in Oaxaca have been successful or continue with their productive activities. However, the factors leading to such success have not been explored, which are important to realize if it is feasible to invest in new production units. The objective of this research was to determine the factors that have contributed to the success of production units under protected agriculture in the Central Valleys of Oaxaca, through the analysis of documentary research, databases, field trips, interviews, and non-probabilistic sampling. The information obtained from the databases was plotted in the environment R version 4.1.2 with the ggplot2 data visualization system. The factors that have contributed to the success of production units in protected agriculture have been technical assistance, availability of water, access to working capital, consolidated market strategy, government support, area of production units, diversification of crops, and the transition to organic horticulture. The contribution of protected agriculture to rural development in the studied territories was positive, generating jobs, increasing the productivity of small areas under greenhouses, and reducing the risk in production.

Keywords: success stories, rural development, vegetables, production units.

Introducción

En el estado de Oaxaca, en las últimas dos décadas, el sistema de producción bajo agricultura protegida (AP) fue impulsada por instituciones federales y estatales y tuvo como finalidad: promover el desarrollo rural a través de la generación de empleos e ingresos en localidades predominantemente agrícolas, iniciando en el año 2000 con financiamiento a fondo perdido, para terminar en 2019 con 50% de aportación el beneficiario y el restante 50% la institución federal o estatal. A pesar de esto y para la región de los Valles centrales se ha demostrado que al menos el 30% de las unidades de producción (UP) de AP fracasaron y fueron abandonadas, el 32% fueron pequeñas (menores a 2000 m^2) y el restante 38% avanzaron satisfactoriamente (Martínez-Gutiérrez et al., 2014). Adicionalmente, el precio del tomate (S. *lycopersicum* L.) y en general de las hortalizas producidas

bajo AP o en campo, se comporta de manera cíclica, siempre ligado a la oferta y demanda del mercado, descendiendo drásticamente en temporadas de sobreproducción, lo que ha ocasionado que los pequeños productores bajo AP abandonen el uso de este sistema, contrariamente productores con superficie mayor a 2000 m^2, han podido soportar los bajos precios, consolidarse y ser exitosos.

En este contexto y de acuerdo a Rodríguez-Venegas et al. (2012), el papel de los tomadores de decisiones en la inversión privada y del gobierno de México, ha sido promocionar o disminuir los apoyos para el establecimiento de UP de AP de acuerdo a los resultados que presenten y en función a los sectores de la población que beneficia (Hernández-Suárez, 2021).

Por lo tanto, es importante conocer los factores que han llevado al éxito a las UP con AP de las principales regiones productoras del estado de Oaxaca, como es la Región de los Valles Centrales, de tal manera que estos puedan ser replicados en nuevas UP en aquellos municipios con potencial para la producción de alimentos y generación de empleos en el medio rural. Por lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo describir los factores que han contribuido al éxito de las unidades de producción bajo agricultura protegida en los Valles Centrales de Oaxaca.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó del 2019 al 2022, en 10 UP, las cuales contenían en su interior algún cultivo; en su mayoría, jitomate (S. *lycopersicum* L.), y se localizaron en cinco municipios de la región de los Valles Centrales: San Pablo Huixtepec, San Andrés Ixtlahuaca, Santiago Matatlán, Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo y San Pablo Cuatro Venados, todos con una UP visitada y, dos municipios de la región Sierra Sur de Oaxaca: San Carlos Yautepec con 4 UP y Santa Catarina Juquila con una UP también visitada. La información se obtuvo mediante entrevistas cara a cara y recorridos de campo y para determinar los factores clave de éxito de estas UP, se organizó y proceso mediante la técnica de muestreo no probabilístico de casos importantes de acuerdo a Hernández-Sampieri et al. (2014), identificando los principales municipios con mayor concentración de agricultura protegida y representativos de las pequeñas UP,

además de otras UP referidas por productores.

En los recorridos se observaron cultivos bajo AP como pepino, cilantro y calabacita. Sin embargo, el SIAP no dispone de información de la superficie sembrada con estas especies y no se pudo cuantificar en las visitas realizadas.

La revisión documental consistió en analizar artículos científicos, documentos y bases de datos oficiales publicadas por organismos de generación de estadística de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), relacionados con la AP en el estado de Oaxaca. Con la información obtenida en las bases de datos publicadas por la SADER a través del Sistema de Información, Agroalimentaria de Consulta (SIACON), se hizo una descripción de la composición de las UP. Los datos obtenidos se analizaron y graficaron en el ambiente R versión 4.1.2 con el sistema de visualización de datos ggplot2 (R Core Team, 2022). El mapa de localización de las UP se extrajo de la información publicada por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) sobre localización geográfica de la AP (SIAP, 2022) mediante los software Inkscape versión 1.0.2-2 y GIMP 2.10.12.

Resultados y Discusión

Factores clave en el éxito de las UP de AP

A través de las entrevistas que se realizaron, se identificó que los elementos que están presentes en las UP bajo AP y han sido claves para la consolidación de este sistema de producción son:

1.- Asistencia técnica y capacitación agrícola. En las UP de cinco municipios el productor responsable tiene una profesión o se ha certificado en alguna línea de la producción agrícola. Mientras que en las UP de dos municipios no son profesionistas como tampoco se han certificado. Es probable que este sea el factor de mayor relevancia para el éxito en la producción agrícola bajo AP, lo cual coincide con Urrestarzu (2004) quien indica que la AP es un sistema agrícola especializado, en donde aparte de conocer los factores técnicos más importantes; como clima, suelo y nutrición, se debe de considerar los factores socioeconómicos como: la correcta y oportuna asistencia técnica, la administración de los recursos humanos y financieros ambos factores son claves para el éxito en AP.

2.- Disponibilidad de agua. El acceso al agua para riego agrícola es indispensable en las UP, en cuatro de los municipios

visitados el agua proviene de pozos profundos, mientras que en tres municipios su fuente de abastecimiento son arroyos alimentados con escurrimiento de las montañas. La disponibilidad de agua condiciona el crecimiento de la SS, así como la ubicación de las UP.

3.- Acceso a capital de trabajo. El acceso al capital de trabajo para el funcionamiento de las UP puede favorecer la consolidación. Se observó que algunas unidades iniciaron la producción con recursos propios, pero durante el desarrollo de su actividad han recurrido a instituciones de crédito como FIRA o pequeños intermediarios financieros lo cual ha ayudado a su consolidación.

4.- Estrategia de Mercado consolidada. Las UP localizadas en cuatro Municipios tienen acuerdos comerciales en la central de Abastos de la ciudad de Oaxaca y en forma parcial al mercado de exportación. Las UP de tres municipios producen para los mercados locales o regionales, lo que los hace vulnerables a los precios

5.- Apoyos Institucionales para iniciar. Cinco de los siete municipios visitados recibieron apoyos del Gobierno para la construcción de la infraestructura al inicio de sus operaciones, y en dos municipios este apoyo fue clave para el éxito. Dos Municipios en los que las UP no recibieron apoyo del Gobierno cuentan con estructuras de AP menores a los 2,000 m^2, lo cual también los convierte en grupos vulnerables

6.- Tamaño de las UP. En seis de los siete Municipios visitados los dueños de las unidades de producción, obtienen más del 80% de sus ingresos familiares de estas unidades de AP e indicaron que las causas del fracaso de muchas UP fue debido al tamaño de la superficie de cultivo; generalmente menor a 1,000 m^2, la cual no genera el ingreso suficiente para que las familias cubran sus necesidades básicas, esto coincide con lo encontrado por Martínez-Gutiérrez et al. (2014).

7.- Diversificación de cultivos. Las especies hortícolas que actualmente se están produciendo en AP en los municipios encuestados fueron: tomate rojo, pepino, cilantro, calabacita, chile de agua, ejote e hijuelos de Agave. Los motivos para la rotación de cultivos fueron: mejorar la sanidad del suelo y el ambiente, además de los problemas de saturación del mercado local y nacional con tomate rojo (S. *lycopersicum* L.).

8.- Transición hacia la producción orgánica. El aumento en las preferencias de los consumidores hacia los productos orgánicos y la producción sustentable, así como el aumento de los precios de los fertilizantes convencionales, ha motivado la transición hacia la producción orgánica. En cuatro municipios se utilizan compostas como sustratos, mientras que en tres municipios se ha iniciado la implementación de esta tecnología.

Diversos estudios de éxito y competitividad en agricultura protegida en el centro del país presentan algunos factores similares a los encontrados en el presente estudio, entre los más relacionados se encuentran: superficie de producción, asistencia técnica, mercado y apoyo gubernamental, como los principales factores claves para el éxito de las unidades de producción. Entre ellos, destaca el de Vargas et al. (2015), en Tulancingo, Hidalgo México, quien encontró que la escala de producción, confianza, asesoría técnica y rendimiento, son aspectos importantes para el éxito de la agricultura protegida. De manera similar, Rodríguez-Venegas et al. (2012), en un estudio de caso de la producción de pimiento en AP, concluyeron que los factores competitivos de éxito fueron: el perfil del empresario, los apoyos gubernamentales recibidos, la gestión financiera, así como la mano de obra capacitada. También García-Herrera et al. (2016) concluyeron que la agricultura protegida a pequeña y mediana escala en el altiplano Potosino, mostro muchas debilidades en aspectos de desarrollo tecnológico, asistencia técnica, capacitación, competitividad comercial, de organización estructural y administrativa, resultados que tienen fuerte similitud con lo encontrado en el presente estudio. Sin embargo, en los Valles Centrales de Oaxaca, debido a la escala de producción, ubicación geográfica y la comercialización local, se encontró que además de los factores mencionados, existen otros como la producción orgánica y diversificación de cultivos los cuales pueden ser claves para el éxito de estas UP.

Composición de las Unidades de Producción de Agricultura Protegida en el estado de Oaxaca

La figura 1 presenta la información publicada en 2022 por el SIAP para el estado de Oaxaca, de la superficie que las estructuras de AP ocupaban en el año 2018. Como se muestra, los polígonos de localización de AP se concentran: en

orden de importancia en las regiones de: Valles Centrales, Mixteca, Cañada, Sierra Norte y Sur. En general, estas zonas se caracterizan por ser templadas, secas, semisecas o de montaña.

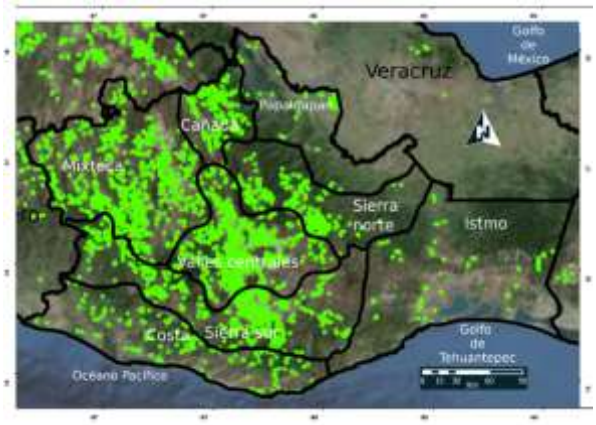


Figura 1. Localización de las unidades de producción de Agricultura Protegida en el estado de Oaxaca. Fuente: Elaboración propia con datos de: "Mapa de la distribución de la agricultura protegida en México" SIAP (2022).

Superficie cultivada

El SIACON dispone de información para Oaxaca únicamente de estructuras de invernadero y no de casas sombra, macro túneles u otro tipo de estructura de protección. Para el período 2007-2015 el SIACON reportó información del cultivo de chile verde en invernadero con una superficie menor a una hectárea en los municipios de Santa Catarina Minas y Santa Catarina Quiané. El tomate (S. *Lycopersicum* L.) es el principal cultivo bajo AP en Oaxaca con 490 hectáreas instaladas (SIACON-SADER, 2022). La superficie de cultivo en invernadero para el período 2006-2020 se presenta en la figura 2, se puede observar que la mayor cantidad de intersecciones entre la SS de los diferentes municipios se concentra por debajo de las 10 hectáreas por Municipio lo que podría indicar una distribución que favorece a los pequeños productores y AP de pequeñas superficies. De tal manera que para 2021, Oaxaca tuvo un promedio de 2 ha sembradas de invernadero por Municipio lo que contrasta con el máximo de superficie promedio por Municipio en el estado de Sinaloa con 478 hectáreas (SIACON-SADER, 2022). Los puntos rojos representan el promedio para cada año de SS por Municipio, este promedio no muestra un crecimiento a lo largo del tiempo, lo cual confirma que Oaxaca se encuentra dentro de los tres estados más pobres del país, con 75 % de los 570 Municipios en una situación de alta y muy alta Marginación (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2020). Esto podría indicar que la producción en AP en el estado de Oaxaca no se concentra en medianos o grandes productores agrícolas empresariales, contrario a lo indicado por

Hernández-Suárez (2021) en relación a la AP en el plano nacional.

Contribución de la AP en el desarrollo rural en el estado de Oaxaca

De acuerdo con los datos del SIACON-SADER (2022), en Oaxaca, existe el potencial para alcanzar en pequeñas y grandes superficies bajo AP rendimientos superiores a las 200 toneladas de tomate (S. *lycopersicum* L.) por hectárea, especie que es un alimento de la dieta básica de la población. La mayor parte de los cultivos agrícolas en el estado de Oaxaca se realiza bajo la modalidad de temporal y a campo abierto, lo que coloca a esta actividad primaria como la más riesgosa dentro de las actividades económicas.

En los recorridos de campo y en la mayoría de las UP encuestada se encontró que la principal finalidad de la AP es precisamente la protección contra los efectos negativos de los fenómenos meteorológicos como sequías, lluvias torrenciales, granizadas y heladas.

Al disminuir el riesgo, con el uso de AP, se coloca a este sistema de producción como una alternativa rentable y viable frente a los otros sectores de la economía. Además de la generación de ingresos, empleos estables y bien pagados, siendo todo esto, una de las metas fundamentales del desarrollo rural (Muñoz et al., 2018).

De acuerdo con los productores entrevistados una hectárea de AP genera

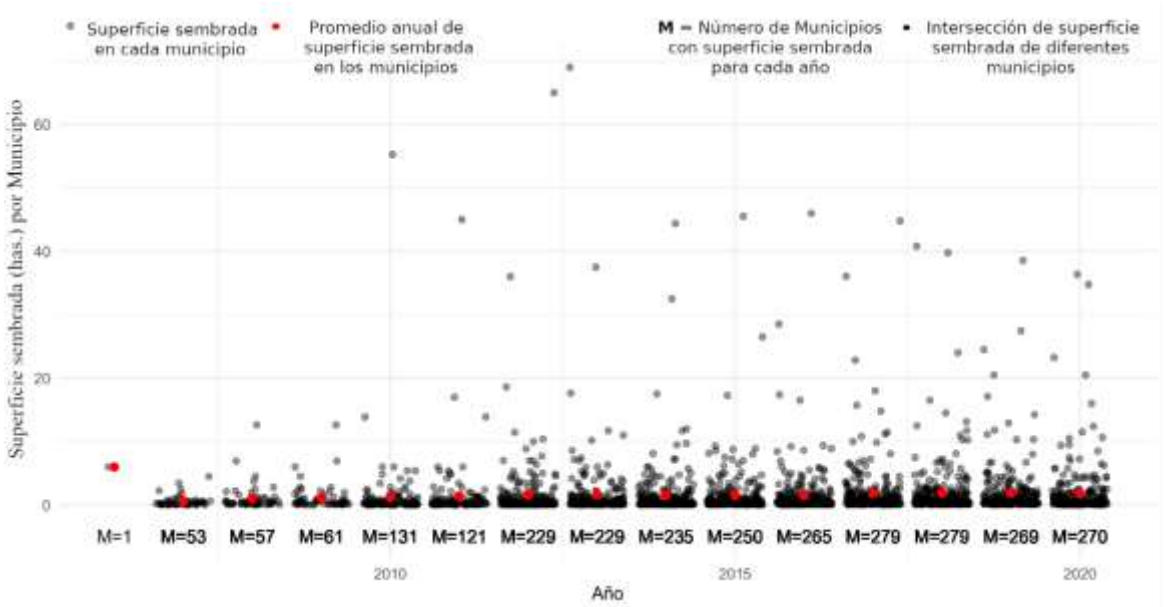


Figura 2. Comportamiento de la superficie sembrada de S. *lycopersicum* L. en Agricultura protegida en Oaxaca en el período 2006-2020. Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON (SIACON-SADER, 2022).

10 empleos directos y permanentes, debido a que el sistema productivo y tecnológico sumado con las condiciones de clima del estado, permiten tener producción agrícola durante todo el año.

Conclusiones

En los Valles centrales de Oaxaca, la mayoría de la producción bajo agricultura protegida se realiza en pequeñas superficies, menores a dos hectáreas por municipio principalmente en las zonas templadas, secas y montañosas, en las que las condiciones de disponibilidad de agua y, limitada superficie agrícola favorece el desarrollo de este sistema de producción. Los factores que han contribuido al éxito de las unidades de producción han sido: la asistencia técnica (Vargas et al., 2015), disponibilidad de agua, capital de trabajo, estrategia de mercado, apoyos de gobierno (Rodríguez-Venegas et al., 2012), dimensión o tamaño de las UP, diversificación de cultivos y la transición hacia la producción orgánica.

La contribución de la agricultura protegida al desarrollo rural de los municipios estudiados ha sido positiva, a través de la generación de empleos, incremento de la productividad de pequeñas superficies y la disminución del riesgo.

Agradecimiento

Al Instituto Politécnico Nacional por el financiamiento obtenido a través del proyecto SIP 20210442.

Referencias

García-Herrera, E. J., Gómez-González, A., & Hernández-Ríos, I. (2016). Caracterización de la agricultura protegida en la región del altiplano, de San Luis Potosí, México. *Agroproductividad*, *9*(10), 87–92.

Gobierno del Estado de Oaxaca. (2020). Plan Estatal 2016-2022. *Oaxaca 2016-2022*.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación.* (6a ed.). McGraw-Hill Education.

Hernández-Suárez, J. L. (2021). La política pública hacia la agricultura protegida en el gobierno de López Obrador. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *12*(6). https://doi.org/10.29312/remexca.

v12i6.2776

Martínez-Gutiérrez, G. A., Díaz-Pichardo, R., Juárez-Luis, G., Ortiz-Hernández, Y. D., & López-Cruz, J. Y. (2014). Caracterización de las unidades de producción de tomate en invernaderos de Oaxaca. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, *11*(2). https://doi.org/10.22231/asyd.v11i2.64

Muñoz, M., Rodríguez, V., Santoyo, H., Gómez, D., & Altamirano, J. (2018). *¡Otro campo es posible! Agenda pública y política con relación al campo mexicano*. UACh.

R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing* (4.1.2. https://www.R-project.org/). Foundation for Statistical Computing.

Rodríguez-Venegas, R., Banda Guzmán, J., & González Ramírez, L. (2012). Caracterización de los factores competitivos que influyen en el crecimiento de las empresas dedicadas a la agricultura protegida: Estudio de casos. *XVII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática. UNAM, México.* .

SIACON-SADER. (2022). *Sistema de información agroalimentaria de consulta*. https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430

SIAP. (2022). *Mapa de la distribución de la agricultura protegida en México*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/462324/Mapa_de_la_distribuci_n_de_la_agricultura_protegida_en_M_xico_GeoPDF_compressed.pdf

Urrestarazu, G. M.,(2004). Tratado de cultivo sin suelo. 3ª. ed. Ediciones. Mundi -Prensa

Vargas, C. J. M., Palacios, R. M. I., Camacho, V. J. H., Aguilar, Á. J., & Ocampo, L. J. G. (2015). Factores de innovación en agricultura protegida en la región de Tulancingo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *6*(4).

ISSN: 2594-0171
Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca
Año 6, Vol. 6, No. 6, 31 de Octubre, 2022

Artículo

VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS HIDROLÓGICOS Y CULTURALES ASOCIADOS A LA VEGETACIÓN RIPARIA

Espinoza García, Natalia[1], Regino Maldonado, Juan[1], Ramírez Cabrera, Christian[1]

[1] Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca. Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, C.P. 71230. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.

Autor de correspondencia: christian.ram.cabrera@gmail.com

Recibido: 19 de septiembre de 2022
Aceptado: 26 de octubre de 2022
Publicado en línea: 31 de octubre de 2022

Resumen

La vegetación riparia de los ríos provee una amplia gama de servicios ecosistémicos (SE), estos son afectados por el impacto de las actividades humanas, principalmente por el cambio de uso de suelo: actividades agrícolas y turísticas. Esta investigación tiene como objetivo estimar la valoración económica a través de la disponibilidad a pagar de los hogares (DAP) por los servicios ecosistémicos hidrológicos (SEH) y culturales (SEC) en relación a la vegetación riparia (VR) en cuatro localidades de Oaxaca: Llano Grande, Cascadas Mágicas, El Granadillo y San Miguel del Puerto. Para la obtención de la DAP se utilizó el método de valoración contingente (MVC) con un experimento de elección discreta (EED). A través del cual los usuarios valoraron dos atributos de los SEH: calidad y cantidad, y un atributo de los SEC: belleza del paisaje, y el monto a pagar. Los datos se procesaron con Stata 15.1. La significancia de los atributos valorados y DAP por los SEH y SEC se obtuvo con el modelo econométrico logit mixto. El estudio concluye que el valor monetario en un período de cinco años por los SEH y SEC asociados a la vegetación riparia del río Copalitilla es de $573,652.20. Además, se encontró que los respondientes están interesados en participar en algún proyecto de conservación de la VR para atender la disminución de agua que perciben como el atributo más valioso que presta el ecosistema ripario.

Palabras clave: Experimento de elección discreta, modelo logit mixto, servicios ecosistémicos.

Abstract

The riparian vegetation of the rivers provides a wide range of ecosystem services, these services are affected by the impact of human activities, mainly by the change of land use for agricultural and tourist activities. The objective of this research is to estimate the economic valuation through the willingness to pay (WTP) of households for the hydrological ecosystem services (HES) and cultural services (CES) provided by riparian vegetation (VR) in four localities of Oaxaca: Llano Grande, Cascadas Mágicas, El Granadillo and San Miguel del Puerto. To obtain the WTP, the contingent valuation method (CVM) was used with a discrete choice experiment (DCE). In the DCE, users valued two attributes of the HES: water quality and quantity, one attribute of the CES: beauty of the landscape and the amount to pay. The data was processed with Stata 15.1 statistical software. The significance of the attributes valued and WTP by the HES and CES was obtained with the mixed logit econometric model. The study concludes that the monetary value in a period of five years for the HES and CES associated with the RV of the Copalitilla River is around $573,652.20. In addition, it was found that the respondents are interested in participating in the RV conservation project to address the decrease in water that they perceive as the most valuable attribute provided by the riparian ecosystem.

Keywords: Discrete choice experiment, ecosystem services, mixed logit model.

Introducción

En este estudio se usa el término vegetación riparia y ribereña (VR) como sinónimos. *Riparius* es una palabra latina que significa "de o que pertenece a la orilla de un río". Estas superficies se han considerado como uno de los elementos clave en el manejo de cuencas hidrológicas a nivel mundial. La VR conecta los sistemas terrestres con los acuáticos, por lo tanto, se considera como un ecosistema de transición (ecotono) que establece una serie de relaciones complejas. Esto explica la biodiversidad de especies y la multiplicidad de procesos ecológicos que tienen lugar en el área. Las características de la VR la vuelven objeto de interés para ser manejadas e intervenidas por la sociedad. En la Tabla 1, se describen las principales características de la VR de acuerdo con los SE que proporcionan a la población (Flores-Díaz, 2014; Petrakis et al., 2017; Jones et al., 2010). No obstante, las zonas

ribereñas se consideran particularmente sensibles a los cambios. Por lo tanto, si son afectados, se altera la dinámica de los sistemas acuático-terrestres donde coexisten las comunidades ecológicas y humanas (Granados et al., 2006; Mendoza et al., 2014; Patten, 1998; Naiman y Decamps, 1997; Naiman et al., 1993). Están ampliamente documentados los efectos de las actividades humanas sobre los ecosistemas que modifican los entornos y procesos naturales. La VR no es la excepción, está sujeta a perturbaciones regulares y estocásticos (Naiman et al., 1993). El área de estudio de esta investigación enfrenta el cambio de uso de suelo. La zona riparia es un área de interés 1) Para la producción agrícola porque las tierras son altamente productivas por su alto contenido de nutrientes y proximidad a los cuerpos de agua; 2) Por el aumento del turismo, lo cual afecta los flujos hídricos por la necesidad de satisfacer la demanda de servicios básicos. En general, las actividades humanas tienen efectos directos e indirectos en la abundancia, estructura, composición, productividad e integridad funcional de los ecosistemas ribereños (Patten, 1998). Hasta el momento no se ha encontrado literatura sobre el área de estudio que evidencie los impactos a los SE. No obstante, la comunidad internacional ha impulsado, desde el ámbito institucional y social, prácticas de gestión de las zonas ribereñas para maximizar el uso humano y los SE a través de proyectos de restauración, conservación y manejo sustentable (Cornejo-Denman et al., 2018; Granados et al., 2006; Naiman y Decamps, 1997; Petrakis et al., 2017).

Tabla 1. Servicios ecosistémicos asociados a la vegetación ribereña

Servicios ecosistémicos	Funciones	Descripción
Provisionamiento	Agua dulce	Disponibilidad del recurso hídrico para actividades agrícolas, económicas y del hogar.
	Alimentos	La VR provee un hábitat diverso para especies de plantas y animales comestibles.
Regulación	Control del microclima	La VR genera condiciones particulares.
	Purificación	El proceso de filtración depende de las características granulométricas del suelo que tienen la capacidad de absorber y almacenar elementos. Tiene la capacidad de frenar la eutrofización

Servicios ecosistémicos	Funciones	Descripción
		del río.
	Control de erosión	La cobertura de vegetación nativa a lo largo del borde de las zonas ribereñas también ayuda a reducir la erosión de la ribera.
	Regulación del flujo hídrico	La VR permite la disipación de la energía del flujo de agua.
	Control de sedimentos	El sistema radicular de la VR aumenta la rugosidad de la superficie, lo que favorece la retención de sedimentos, la infiltración y retiene sedimentos, contaminantes y nutrimentos.
	Control de deslaves	El sistema radicular de la VR confiere estabilidad a los suelos evitando su desprendimiento.
	Regulación de gases atmosféricos	La VR funge como un reservorio de carbono.
	Regulación de pesticidas	Absorción y adsorción (contaminantes)
Soporte	Reciclamiento de nutrientes	Su capacidad de absorción, filtración y control de sedimentos favorecen el reciclaje de nutrientes en esta área. Los corredores ribereños son sistemas productivos debido a la proximidad del agua y los nutrientes.
	Hábitat	Refugio de especies.
	Conectividad	Evita el aislamiento de las poblaciones.
Cultural	Uso recreacional y ecoturismo	Actividades de esparcimiento.
	Belleza escénica	Contemplación.

Fuente: Elaboración propia con base en Petrakis et al. (2017), Van Looy, Tormos, Souchon y Gilvear (2017), Mendoza et al. (2014), Jones et al. (2010), Ojeda et al. (2008), Granados et al. (2006), Loomis et al. (2000), Naiman y Decamps (1997) y Gregory et al. (1991, 2009).

Dentro de los SE se encuentran los SEH que provee la zona ribereña. Estos servicios son producto de un sistema complejo de interacciones entre los componentes bióticos y abióticos de la biosfera. La unidad de análisis básica de dichas interacciones es la cuenca hidrográfica. Smith et al. (2006) puntualizan que el recurso hídrico está vinculado de alguna forma a todas las categorías de los SE, las cuales dependen directamente de este líquido para cumplir su proceso y función en los ecosistemas. La Tabla 2, muestra los atributos de los SEH de la cuenca para cada una de las categorías de los SE con sus respectivos indicadores.

Tabla 2. Atributos e indicadores de los servicios ecosistémicos hidrológicos

SEH	Atributos del servicio	Estado del indicador	Uso sustentable del indicador
		Servicios de provisión	
Suministro de agua	Precipitación, infiltración, retención de gua en el suelo, percolación, escorrentía, flujo subterráneo, infraestructura, extracción, operación y distribución	Capacidad de almacenamiento del agua (m^3/m^2) Concentración de contaminantes Suministro en los hogares	Descarga (m^3/ año) Suministro (m^3/ mes)
Energía hidroeléctrica	Generación de energía por medio del flujo	Capacidad de almacenamiento de lechos de ríos y lagos (m^3/km^2) Pendiente (grados), elevación (m)	Producción máxima de energía sostenible (kWh/año)
		Servicios de regulación	
Regulación de flujos de agua	Retención de lluvia y liberación (especialmente por bosques y humedales) Almacenamiento de agua por ríos, lagos y humedales Recarga y descarga de aguas subterráneas	Capacidad de infiltración (mm/h) Capacidad de almacenamiento de los suelos (m^3/m^3)	Volumen de flujo base (m^3/año)
Purificación de agua	Reducción de la sedimentación de arroyos y lagos Absorción y liberación de nutrientes por ecosistemas Eliminación o descomposición de materia orgánica, sales y contaminantes	Cantidad de nitrógeno (kg/ha) Sólidos disueltos totales (kg/m^3) Conductividad eléctrica (µS/cm)	Desnitrificación (kh/ha/año)
		Servicio de soporte	
Hábitat silvestre	Criaderos y hábitat de vida silvestre	Especies residentes y endémicas (Número) Área de superficie por tipo de ecosistema (ha)	Incremento o disminución del tamaño de la población de especies (Número)
Ambientes de flujo	Mantenimiento del régimen de flujo del río	Área de hábitat crítico (ha) Descargas estacionales (m^3/día)	Especies de peces y población Total de peces capturados (t/año)
		Servicios culturales y de amenidad	
Servicios estéticos y recreacional	Calidad y características del paisaje	Estado de apreciación Valor recreacional (entradas: $/ visitante)	Casa a orillas del lago (#/km) Visitantes (#/año)
Patrimonio e identidad	Características o especies del paisaje	Significado cultural y sentido de pertenencia	Visitantes (#/año)
Espiritual e inspiración artística	Valor inspiracional de las características o especie del paisaje	Libros y pinturas que usan los bienes y servicios de la cuenca como inspiración	Peregrinos (#/año)

Fuente: Tomado y adaptado de Smith et al. (2006)

Los SEC son aquellos beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación, la cosmovisión, la identidad y las experiencias estéticas (MEA, 2003). Este estudio busca determinar aquellos elementos que involucren mayor significancia en las comunidades para lograr un diagnóstico más acertado sobre su valoración económica. Se considera el atributo belleza del paisaje por la actividad turística asociada al área.

Con la pretensión de conservación, consumo óptimo (Aguiar y Álvarez, 2004), y facilitación en la toma de decisiones con respecto a los SE (Daily et al., 2000; Martínez y Dimas, 2007), la economía neoclásica popularizó varias metodologías para calcular el valor económico de los SE. En este estudio, se combina el MVC y el EED para estimar la DAP. El MVC es reconocido por su adaptabilidad en la valuación de los diferentes tipos de valores (Penna et al., 2011; MEA, 2003; Louviere et al., 2000; García, 2013; Avilés-Polanco, et al. 2010). Para mayor información sobre el MVC se pueden consultar Azqueta et al. (2007), McFadden (2005), Gorfinkiel (1999), Bengochea et al. (2006).

Materiales y Métodos

La investigación se realizó de 2017 a 2019 en cuatro localidades cercanas al río Copalitilla de Oaxaca: Llano Grande,

Cascadas Mágicas, El Granadillo y San Miguel del Puerto. La valoración económica de los SEH y SEC asociados a la VR se realizaron desde el enfoque económico. Se fundamenta en las preferencias declaradas individuales por los servicios con valores de no mercado. El MVC se complementó con un experimento de elección discreta (EED), que permite presentar una gama heterogénea de preferencias (Camarena y Sanjuán, 2005). El procesamiento de datos se realizó bajo el modelo logit mixto con el software estadístico Stata 15.1.

Modelo logit mixto (LM)

Este modelo también es conocido como modelo logit de parámetros aleatorios. Tiene una ventaja de un mayor poder explicativo que el logit condicional. Relaja los supuestos de la parte no observada o aleatoria de la utilidad, en consecuencia, solventa las limitaciones fundamentales del modelo logit condicional (Khan y Zhao, 2019; Aguilar et al., 2018; y Hauber et al., 2016;).

Diseño del EED

Consiste en presentar a los encuestados ocho conjuntos de elección compuesto por dos alternativas (escenarios hipotéticos con diferentes niveles de cambio en los atributos). Cada respondiente eligió una alternativa de cada conjunto presentado (Lancsar et al., 2017). La elaboración del EED se basó en los principios que plantea Pascoe et al. (2019): 1) evitar carga cognitiva, 2) definir niveles de cambio de los atributos con relación al mercado hipotético, 3) Realizar combinaciones de los atributos con un experimento ortogonal de tipo factorial y 4) seleccionar los conjuntos con mayor eficiencia.

Instrumento de recolección de datos

De acuerdo con Carson (2000), Haab y McConnell (2002), Herrador y Dimas (2001), Loomis (2000), Riera et al. (2005) se elaboró el instrumento de recolección de datos con tres secciones enfocadas en: (i) identificar la percepción de la influencia de la VR en la producción de los SEH y SEC; (ii) presentar el mercado hipotético acompañado de los posibles escenarios (EED) que se alcanzarían a generar con una aportación económica determinada; (iii) recolectar los datos socioeconómicos para describir la muestra. Se aplicaron 172 cuestionarios durante el mes de abril de 2019, a los hogares de las cuatro localidades cercanas al río Copalitilla.

Resultados y Discusión

De acuerdo con los respondientes, que habitan las orillas del río Copalitilla en las comunidades de Llano Grande, Cascadas Mágicas, El Granadillo y San Miguel del Puerto de Oaxaca; el 60 por ciento de ellos son empleados todo el año. Quienes no tienen un trabajo fijo se emplean en temporada vacacional o por lo menos tres días por semana. La media de ingresos mensuales y anuales es de $4,186.04 y $50,232.56 respectivamente. Los hogares de las cuatro localidades están integrados en promedio por 3 individuos.

En la Tabla 3, se presentan los criterios de información de Akaike (CIA) y Bayesiano (CIB), con valores bajos obtenidos de 862.134 y 893.496, respectivamente, esto refleja el ajuste del modelo LM. En la Tabla 4, se observa que el Chi cuadrado de razón de verosimilitud (LR chi2 = 60.78) y su valor de *p* asociado (Prob>chi2 = 0.000) resulta significativo. El modelo convergió con una probabilidad de -4.2506744. Se presentan los resultados del modelo LM en el cual se consideran como variables fijas el monto y la calidad del recurso hídrico, y como variables aleatorias la cantidad del recurso hídrico y belleza del paisaje. La cantidad (p= 0.000), calidad (p= 0.002), y monto (p= 0.000) resultaron estadísticamente significativas con valores de $p < 0.05$. Es decir, estos tres atributos influyen en la disponibilidad a aceptar el mercado hipotético y pagar por los SEH. Sin embargo, el atributo cantidad tuvo mayor influencia en la DAP (β = 1.345872). En contraste la belleza del paisaje es no significativa (p = 0.073), por lo tanto, esta variable no influye en las preferencias de aceptar el mercado hipotético. Con base en los valores de p de la desviación estándar de los atributos de cantidad (p= 0.000) y belleza del paisaje (p= 0.000), se observa que ambos atributos presentan variación en las preferencias de los usuarios, por lo que se consideraron como aleatorias. La Tabla 5 muestra las variables socioeconómicas que tienen un efecto significativo sobre la preferencia de los atributos. El ingreso (p= 0.011) y estado civil (p= 0.010) son significativos e influyen de manera positiva (β = 1.392) y negativa (β = -0.9), respectivamente, en la preferencia por la cantidad del recurso, y, por tanto, en la DAP.

Tabla 3. Ajuste del modelo LM con los criterios de información de Akaike y Bayesiano

Modelo logit	Obs	ll(null)	ll(model)	gl	CIA	CIB
Mixto	1,376	-455.456	-425.067	6	862.134	893.496

Tabla 4. Atributos evaluados con el modelo logit mixto

```
Mixed logit model                                Number of obs     =      1,376
                                                 LR chi2(2)        =      60.78
Log likelihood = -425.06744                      Prob > chi2       =     0.0000
```

choice	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Mean						
monto	-.0315546	.0057478	-5.49	0.000	-.0428202	-.0202891
cal	.6323315	.2047859	3.09	0.002	.2309585	1.033705
cant	1.345872	.2719221	4.95	0.000	.8129139	1.878829
bel	.4031381	.2249895	1.79	0.073	-.0378333	.8441094
SD						
cant	.8152025	.2215468	3.68	0.000	.3809788	1.249426
bel	1.745586	.2552367	6.84	0.000	1.245331	2.245841

Cal=calidad del recurso hídrico, can=cantidad del recurso hídrico y bel= belleza del paisaje (Variables fijas: monto y cal. Variables aleatorias: cant y bel)

Tabla 5. Efecto de variables socioeconómicas en la DAP con el modelo logit mixto

Atributo	Coef.	Error Std.	z	P>|z|	[95% Intervalo de Conf.]	
belleza-situación laboral	0.895	0.342	2.61	0.009	0.224	1.567
belleza-edad	-0.253	0.123	-2.05	0.041	-0.496	-0.001
cantidad-estado civil	-0.9	0.348	-2.59	0.010	-1.582	-0.218
cantidad-ingresos	1.392	0.546	2.55	0.011	0.320	2.463
calidad-estado civil	-0.785	0.335	-2.34	0.019	-1.442	-0.128

La situación laboral (p= 0.009) y la edad (p= 0.041) resultaron estadísticamente significativos e influyen positivamente (β= .895) y negativamente (β= -0.253) respectivamente en la preferencia por la belleza del paisaje. Mientras que el estado civil es estadísticamente significativo (p= 0.019) e influye negativamente (β= -0.785) en la calidad del recurso hídrico. En otras palabras, al incrementar el número de casados disminuye la DAP por la calidad del agua.

Disponibilidad a pagar (DAP)

En el mercado hipotético se planteó la conservación de los SEH de calidad y cantidad, y del SEC de belleza del paisaje a través de acciones directas sobre el ecosistema ripario. La DAP (Tabla 6. Disponibilidad a pagar por atributo/hogar) fue de $75.58 bimestrales por hogar, y de $453.48 anuales por hogar. Los jefes de familia estuvieron dispuestos a pagar más por la cantidad del

recurso hídrico que por los otros dos atributos.

En la Tabla 7, se presenta la DAP total por atributo, bimestre, año y plazo del proyecto (cinco años). La población total beneficiada por el mercado hipotético de conservación representa 253 viviendas.

Tabla 6. Disponibilidad a pagar por atributo/hogar

Modelo	Calidad del agua ($)	Cantidad del agua ($)	Belleza del paisaje ($)	DAP Bimestral/hogar ($)	DAP Anual/hogar ($)
LM	19.89	42.7	12.99	75.58	453.48

Tabla 1 Disponibilidad a pagar de la población total

Modelo	Calidad del agua ($)	Cantidad del agua ($)	Belleza del paisaje ($)	DAP Bimestral/ Total viviendas ($)	DAP Anual/Total viviendas ($)	DAP en 5 años/Total viviendas ($)
LM	5,032.17	10,803.1	3,286.47	19,121.74	114,730.44	573,652.20

El proyecto de conservación de la VR planteado en el mercado hipotético permitiría restaurar 1) Valores de uso: el flujo hídrico, proveer de hábitat a la fauna asociada a humedales y estuarios río abajo, mantener la pesca local; 2) Valores de no uso: la dilución de contaminantes, la protección de la calidad del agua y la provisión de uso recreacional (Ojeda et al., 2008). Se considera la calidad del recurso hídrico como el atributo más importante para los respondientes (Khan y Zhao, 2019; Jensen y Olsen, 2019; Aguilar et al., 2018; Avilés-Polanco et al., 2010 y Loomis, 2000). En este estudio, los respondientes consideran la calidad como el segundo atributo más importante. La preferencia por el atributo calidad del recurso hídrico está relacionado a los fundamentos de la economía. Reconoce el recurso hídrico como un bien sin sustituto; está relacionado con el hecho de que el agua no es un bien renovable (Strang, 2015), ya que las descargas contaminantes de origen antrópico superan la capacidad de auto purificación. La percepción de la contaminación del río Copalitilla está asociada a las actividades turísticas que se desarrollan ahí desde hace poco más de 20 años. La belleza del paisaje es el atributo con menor preferencia en este estudio. Se esperaba que tuviera una preferencia elevada, ya que casi el 65 por ciento de los encuestados refieren que la implementación del mercado hipotético o conservación de la vegetación riparia los beneficiaría directamente a través de las actividades turísticas. Sin embargo, las actividades económicas o de subsistencia

no dependen exclusivamente de las actividades turísticas, ya que los respondientes alrededor del 74 por ciento, consideran que se verían más favorecidos al desarrollar actividades como la agricultura. Se podría suponer que la baja preferencia por este atributo se debe a una posible correlación de variables, es decir, que la belleza del paisaje es vista como un atributo que subyace de la cantidad y calidad del recurso hídrico.

El atributo cantidad del recurso hídrico es preferido por los respondientes, seguido de la calidad del recurso hídrico y posteriormente del atributo belleza del paisaje. En el contexto internacional, Aguilar et al. (2018) reportan en su estudio realizado en Estados Unidos que la DAP por los SEH calidad, cantidad y SEC belleza del paisaje de una cuenca es de \$75.00, \$59.00 y \$14.00 individuo^{-1} mes^{-1}respectivamente, la DAP total es de \$148.00 individuo^{-1} mes^{-1}. Esto indica que la DAP de ese país es alrededor de 3 veces más alta que en el río Copalitilla, donde la DAP es de \$37.79 individuo^{-1} mes^{-1}. Khan y Zhao (2019) reportan en su estudio realizado en China que la DAP por la calidad del recurso hídrico del río es de \$22.75 individuo^{-1} mes^{-1}, en contraste, la DAP de ese país equivale casi a la mitad de la DAP calculada para el área de estudio. Son cantidades considerablemente diferentes, el primer estudio no encuentra que las variables socioeconómicas expliquen la DAP; el segundo, encuentra que la DAP se explica por las variables ingreso, educación y sexo. Es evidente que existe una variación importante entre los montos obtenidos de país a país. Sin embargo, entre China y el área de estudio de esta investigación existe una mayor similitud en la DAP. En el contexto regional, se retoman dos tesis del suroeste del país, una de Chiapas (Gutiérrez-Villalpando, 2006), donde se determina la DAP por los SE de la cuenca en función del suministro de agua y del hábitat de vida silvestre; y otra de Oaxaca (García-Ángeles, 2006), que se enfoca en un proyecto de conservación del hábitat de vida silvestre. Estos estudios reportan una DAP de en \$23.66 y \$40.43 individuo^{-1} mes^{-1} respectivamente. Otra tesis, más reciente, del área de estudio en cuestión, reporta que la DAP por la restauración ambiental es de \$51 individuo^{-1} mes^{-1} (Ramírez, 2018). La DAP promedio mensual de estos estudios es de \$38.36 individuo^{-1} mes^{-1}; mientras que esta investigación estima la DAP en \$37.79 individuo^{-1} mes^{-1} por un proyecto

de conservación de la vegetación ribereña. La DAP anual por hogar de $453.48 representa 4.5 veces más de lo que pagan anualmente ($100) los hogares por concepto de suministro de agua potable. El gasto habitual por el pago del suministro de agua equivale al 0.20 por ciento de la media de ingresos anuales; sin embargo, los respondientes están dispuestos a dar el 0.90 por ciento de la media de sus ingresos anuales para implementar un proyecto de conservación.

Conclusiones

El valor económico que otorga la población estudiada a los SER y SEC asociados a la vegetación riparia es de $573,652.20. Este valor no representa el valor de cambio de la naturaleza. Refleja el nivel de importancia de los atributos para las personas en términos económicos, en especial, si se contrasta con lo que usualmente se gasta por un servicio similar ($100.00 anuales por suministro de agua), y se detecta que están dispuestos a aportar 4.5 veces más de lo que normalmente contribuyen. Se puede considerar como un indicio de una problemática sobre la disponibilidad del recurso hídrico en un lugar en el que dicho recurso abunda, y que, sin embargo, se percibe su degradación.

Los resultados obtenidos muestran que si la escasez del recurso hídrico sigue aumentando podría traer consecuencias como incrementar los costos para obtenerlo, incluso podría derivar un conflicto socio-ecológico. Por lo tanto, está información es útil para orientar las políticas públicas relacionadas con la gestión de los recursos hídricos. Las hipótesis de las variables explicativas (socioeconómicas) planteadas se probaron parcialmente, por lo tanto, se puede concluir que las variables edad, estado civil, situación laboral, ingresos tienen un efecto en la DAP. Se concluye también, que el modelo logit mixto es útil para calcular la DAP, ya que considera la heterogeneidad de las preferencias individuales, además de reportar mejores estadísticos en el ajuste general del modelo.

Referencias

Aguiar G., H. D., y Álvarez J., R. A. (2004). *Valoración económica de bienes ambientales*. Semestre económico, 5(9), 159–193.

Aguilar, F. X., Obeng, E. A., y Cai, Z. (2018). Water quality

improvements elicit consistent willingness-to-pay for the enhancement of forested watershed ecosystem services. Ecosystem Services, 30, 158–171. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.02.012

Avilés-Polanco, G., Huato, L., Troyo-Diéguez, E., Murillo, B., García, J. L., y Beltrán-Morales, L. F. (2010). Valoración económica del servicio hidrológico del acuífero de La Paz, B. C. S.: Una valoración contingente del uso de agua municipal. *Frontera Norte*, *22*(43), 103–128.

Azqueta, D., Alviar, M., Domínguez, L., y O'Ryan, R. (2007). *Introducción a la economía ambiental* (2da ed.). Madrid: McGraw Hill.

Bengochea M., A., Magadán D., M., y Rivas G., J. (2006). Valoración contingente. En *Actividad turística y medio ambient* (pp. 80–85).

Camarena, D. M., y Sanjuán, A. I. (2005). Heterogeneidad de preferencias y experimentos de elección: aplicación de un logit con parámetros aleatorios a la demanda de nueces. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, *3*(8), 105–119.

Carson, R. T. (2000). Contingent valuation: A user's guide. *Environmental Science and Technology*, *34*(8), 1413–1418. https://doi.org/10.1021/es990728j

Cornejo-Denman, L., Romo-Leon, J., Castellanos, A., Diaz-Caravantes, R., Moreno-Vázquez, J., y Mendez-Estrella, R. (2018). Assessing Riparian Vegetation Condition and Function in Disturbed Sites of the Arid Northwestern Mexico. *Land*, *7*(1), 13. https://doi.org/10.3390/land7010013

Daily, G. C., Söderqvist, T., Aniyar, S., Arrow, K., Dasgupta, P., Ehrlich, P. R., Folke, C., Jansson, A.M., Bengt-Owe, J., Kautsky, N., Levin, S., Lubchenco, J., Mäler, K., Simpson, D., Starrett, D., Tilman, D. y Walker, B. (2000). The value of nature and the nature of the value. *Science*, *289*, 395–396.

Flores-Díaz, A. 2014. Manejo de la zona riparia de la cuenca del río Cuitzmala. Tesis de Doctorado.

Instituto de Ecología, A.C. México.

García-Ángeles, A. (2006). "Valoración Económica de los Servicios Ambientales de Santa Catarina Ixtepeji, Distrito de Ixtlán, Oaxaca," Tesis, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

Gorfinkiel, D. (1999). La valoración económica de los bienes ambientales: una aproximación desde la teoría y la práctica. Universidad de la República.

Granados, D., Hernández, M., y López, G. (2006). Las Zonas Ribereñas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, *12*(1), 55–69.

Gregory, S. V., Swanson, F. J., McKee, W. A., y Cummins, K. W. (1991). An ecosystem perspective of riparian zones: Focus on links between land and water. *BioScience*, *41*(8), 540–551. https://doi.org/10.2307/1311607

Haab, T. C., y McConnell, K. E. (2002). *Valuing Environmental and Natural Resources*. (W. E. Oates y Hh. Folmer, Eds.). Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar. https://doi.org/10.4337/9781843765431

Hauber, A. B., González, J. M., Groothuis-Oudshoorn, C. G. M., Prior, T., Marshall, D. A., Cunningham, C., IJzerman, M. J. y Bridges, J. F. P. (2016). Statistical Methods for the Analysis of Discrete Choice Experiments: A Report of the ISPOR Conjoint Analysis Good Research Practices Task Force. *Value in Health*, *19*(4), 300–315. https://doi.org/10.1016/j.jval.2016.04.004

Jensen, A. K., y Olsen, S. B. (2019). Childhood Nature Experiences and Adulthood Environmental Preferences. Ecological Economics, 156(April 2017), 48–56. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.09.011

Khan, I., y Zhao, M. (2019). Water resources management and public preferences for water ecosystem services: A choice experiment approach for inland river basin management. *Science of the Total Environment*, *646*, 821–831.

https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.339

Lancsar, E., Fiebig, D. G., y Hole, A. R. (2017). Discrete Choice Experiments: A Guide to Model Specification, Estimation and Software. *Pharmaco Economics*, *35*(7), 697–716. https://doi.org/10.1007/s40273-017-0506-4

Loomis, J., Kent, P., Strange, L., Fausch, K., y Covich, A. (2000). Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: results from a contingent valuation survey. *Ecological Economics*, *33*, 103–117. https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00131-7

Louviere, J. J., Flynn, T. N., y Carson, R. T. (2010). Discrete choice experiments are not conjoint analysis. *Journal of Choice Modelling*, *3*(3), 57–72. https://doi.org/10.1016/0021-9797(68)90272-5

Martínez, M., y Dimas, L. (2007). Valoración Económica de los Servicios Hidrológicos : Subcuenca del Río Teculután, Guatemala. Compensación Equitativa por Servicios Hidrológicos Miguel (Ureña, Lil, Vol. 1). Guatemala: Programa de Comunicaciones WWF Centroamérica.

McFadden, D. L. (2005). Revealed stochastic preference: A synthesis. En *Economic Theory* (Vol. 26, pp. 245–264). https://doi.org/10.1007/s00199-004-0495-3

Mendoza, M., Quevedo, A., Bravo, Á., Flores, H., De La Isla, M. de L., Gavi, F., y Zamora, B. (2014). Estado ecológico de ríos y vegetación ribereña en el contexto de la nueva ley general de aguas de México. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 30(4), 11–16.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2003). Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09206-X

Mitchell, R. C., y Carson, R. T. (1989). Valuing Public Goods Using the Contingent Valuation Method. En

Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. *Resources for the Future*. https://doi.org/10.2307/2072944

Naiman, R. J., Decamps, H., y Pollock, M. (1993). The Role of Riparian Corridors in Maintaining Regional Biodiversity. Ecological Applications, 3(2), 209–212. https://doi.org/10.2307/1941822

Naiman, R. J., y Decamps, H. (1997). The ecology of interfaces: Riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *28*(102), 621–658.

Ojeda, M. I., Mayer, A. S., y Solomon, B. D. (2008). Economic valuation of environmental services sustained by water flows in the Yaqui River Delta. *Ecological Economics*, *65*(1), 155–166. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.06.006

Pascoe, S., Doshi, A., Kovac, M., y Austin, A. (2019). Estimating coastal and marine habitat values by combining multi-criteria methods with choice experiments. Ecosystem Services, 38, 1-12. 100951. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.10095

Patten, D. T. (1998). Riparian ecosystems of semi-arid North America: Diversity and human impacts. *Wetlands*, *18*(4), 498–512. https://doi.org/10.1007/BF03161668

Penna, J. A., de Prada, J. D., y Cristeche, E. (2011). Valoración económica de los servicios ambientales: teoría, métodos y aplicaciones. En P. Laterra, E. G. Jobbágy, y J. M. Paruelo (Eds.), *servicios ecosistémicos en Argentina* (p. 744). Buenos Aires.

Petrakis, R., van Leeuwen, W., Villarreal, M. L., Tashjian, P., Dello Russo, R., y Scott, C. (2017). Historical Analysis of Riparian Vegetation Change in Response to Shifting Management Objectives on the Middle Rio Grande. *Land*, *6*(2), 29. https://doi.org/10.3390/land6020029

Ramírez, C. (2018). Valoración económica de servicios hidrológicos: Cuenca del Río Copalita (Tesis de maestría). Centro Interdisciplinario de

Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional, México.

Riera, P., García, D., Kriström, B., y Brännlund, R. (2005). *Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales* (1ra ed.). Madrid: Paraninfo.

Smith, M., de Groot, D., y Bergkamp, G. (2006). *Pay. Establishing payments for watershed services.* Switzerland: IUCN.

Strang, V. (2015). *Water: Nature and Culture*. London, UK: Reaktion Books, Limited. http://ebookcentral.proquest.com/lib/multco/detail.action?docID=4312148

ISSN: 2594-0171
Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca
Año 6, Vol. 6, No. 6, 31 de Octubre, 2022

Artículo

IDENTIFICACIÓN DE *Colletotrichum asianum* COMO AGENTE CAUSAL DE ANTRACNOSIS EN MANGO CRIOLLO EN OAXACA, MÉXICO

Pacheco Esteva, Mary Carmen[1], Soto Castro, Delia[2], Vásquez López, Alfonso[1]

[1] Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca. Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, C.P. 71230. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.

[2]CONACyT-Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca. Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, C.P. 71230. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.

Autor de correspondencia: iqmarypacheco@gmail.com

Recibido: 30 de agosto de 2022
Aceptado: 26 de octubre de 2022
Publicado en línea: 31 de octubre de 2022

Resumen

El mango (*mangifera indica* L.) es una de las frutas tropicales más comercializadas en muchos países y consumida en todo el mundo. Oaxaca representa uno de los principales estados productores de mango a nivel nacional ya que ocupa el séptimo lugar en superficie plantada. En abril del 2020, frutos de mango criollo mostraron síntomas de antracnosis en un huerto comercial localizado en Tapanatepec, Oaxaca. La antracnosis, es una enfermedad causada por hongos fitopatógenos del género *Colletotrichum* que afecta la producción de mango causando pérdidas hasta del 100%. En la epidermis de los frutos de mango criollo se observaron lesiones necróticas hundidas de bordes irregulares. Del tejido enfermo se aislaron cepas con características morfológicas correspondientes al género *Colletotrichum*. Los resultados de las pruebas de patogenicidad mostraron que las cepas aisladas fueron capaces de inducir síntomas. El agente causal fue identificado como *Colletotrichum asianum* de acuerdo con sus características morfológicas y análisis filogenético usando las secuencias de ITS, ACT, CHS-1 y GAPDH. Este estudio constituye el primer reporte de *C. asianum* causando antracnosis en mango criollo en Oaxaca, México.

Palabras clave: Enfermedad, morfología, análisis filogenético, Tapanatepec

Abstract

Mango (mangifera indica L.) is one of the most commercialized tropical fruits in many countries and consumed all over the world. Oaxaca represents one of the main mangos producing states at the national level since it ranks seventh in planted area. In April 2020, criollo mango fruits showed anthracnose symptoms in a commercial orchard located in Tapanatepec, Oaxaca. Anthracnose is a disease caused by phytopathogenic fungi of the Colletotrichum genus that affects mango production, causing losses of up to 100%. In the epidermis of criollo mango fruits, sunken necrotic lesions with irregular edges were observed. Strains with morphological characteristics corresponding to the genus Colletotrichum were isolated from the diseased tissue. The results of the pathogenicity tests showed that the isolated strains were capable of inducing symptoms. The causal agent was identified as Colletotrichum asianum according to its morphological characteristics and phylogenetic analysis using ITS, ACT, CHS-1 and GAPDH sequences. This study is the first report of C. asianum causing anthracnose in criollo mango in Oaxaca, Mexico.

Keywords Disease; morphology; phylogenetic analysis; Tapanatepec

Introducción

El mango (*mangifera indica* L.) es una de las frutas tropicales más comercializadas en muchos países y consumida en todo el mundo. A nivel mundial, México ocupa el sexto lugar en producción de mango con 2.8 millones de t de las cuales el 3.9 % es exportado al mercado Internacional (SADER 2020). Los principales estados productores son: Veracruz, Sinaloa, Chiapas, Nayarit, Oaxaca, Michoacán, Tabasco, Jalisco, Colima, Guerrero, Tamaulipas y San Luis Potosí (Juárez y Alvarado 2008). En México se producen las variedades Manila, Kent, Tommy Atkins, Ataulfo, Hadden y Criollo (Ireta y Guzmán 2002; SADER 2021).

En Oaxaca, las zonas productoras de mango se encuentran en el oriente del Istmo de Tehuantepec: San Pedro Tapanatepec, Chahuites, Reforma de Pineda, San Francisco Ixhuatán y Santo Domingo Zanatepec. En estas localidades se siembran aproximadamente 18,500 ha para el mercado de exportación. En el 2018, Oaxaca exportó 39, 000 t de mango a E.U, Canadá y Europa (SEDAPA 2019). Oaxaca representa uno de los principales estados productores de mango a nivel nacional ya que ocupa el séptimo

lugar en superficie plantada (CESVO 2020). Sin embargo, el mango bajo condiciones de alta humedad y temperatura es susceptible a la invasión de hongos patógenos que merman en la calidad y pérdida de valor comercial. La antracnosis, es una enfermedad causada por hongos fitopatógenos del género *Colletotrichum* que afecta la producción de mango causando pérdidas hasta del 100% (Uddin et al. 2018). Los síntomas de la antracnosis consisten en la formación de lesiones necróticas, hundidas, con márgenes irregulares que con el tiempo coalescente y pueden llegar a cubrir más del 50 % de la superficie del fruto; en algunas ocasiones se forman acérvulos de color salmón con abundantes conidios. En México, la antracnosis de frutos de mango de diferentes variedades es inducida por *C. fructicola, C. siamense, C. tropicale, C. alienum y C. asianum* (Tovar-Pedraza et al., 2020). Por lo anterior, la correcta identificación del patógeno es primordial para el control eficaz de la enfermedad (Cai et al. 2009) en cultivos de importancia internacional como el mango. El objetivo del presente estudio fue identificar y caracterizar al agente causal de la antracnosis en mango criollo en la localidad de San Pedro Tapanatepec, Oaxaca, con base en sus características morfométricas y análisis filogenético.

Materiales y métodos

Muestreo y aislamiento

Frutos de mango criollo con síntomas típicos de antracnosis se recolectaron en un huerto comercial localizado en San Pedro Tapanatepec (16°22′N, 94°12′O, 25 msnm), Oaxaca en abril del 2020. El aislamiento de los hongos se llevó a cabo siguiendo la metodología descrita por Choi et al.1999. Los hongos se aislaron del tejido epidérmico infectado, sin esporulación visible. Posteriormente, las colonias similares a Colletotrichum se cultivaron en medio sólido de papa dextrosa (PDA). En total se obtuvieron seis aislados monoconidiales. Un aislado nombrado **CMC-C3** fue seleccionado para realizar las pruebas de patogenicidad y posterior caracterización morfológica y molecular.

Pruebas de patogenicidad

Las pruebas de patogenicidad se realizaron en 24 frutos de mango Ataulfo sanos siguiendo la metodología descrita por Bowler et al., (2001). Los frutos experimentales se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2% (NaClO) y

enjuagaron 3 veces con agua destilada. Posteriormente, en la epidermis del fruto se realizaron heridas de 2 mm de profundidad con una aguja hipodérmica.

En cada fruto se inocularon 3 puntos con un disco de micelio (Ø= 5 mm) de 7 días de crecimiento del aislado CMC-C3. Doce frutos se usaron como control. Todos los frutos se colocaron en bolsas de plástico con algodón humedecido con agua destilada estéril, y se mantuvieron en cámara húmeda a 25°C durante 36 horas. El estudio de patogenicidad se realizó dos veces.

Caracterización morfológica

El aislado se cultivó en medio PDA a 25°C durante 7 días. Las características culturales de la colonia (textura y color) y la tasa de crecimiento se registraron durante los 7 días. Mediante la técnica de cultivo en portaobjetos (Cai et al., 2009) se produjeron conidios y apresorios. La forma, color y dimensiones de 50 conidios y 10 apresorios se examinaron mediante microfotografías tomadas con una cámara IcC Axio Cam Carl Zeiss instalado en un microscopio binocular óptico Primo Star Carl Zeiss. Los conidios y apresorios se midieron usando el software Zen lite 2012® de Carl Zeiss.

Caracterización molecular

La extracción de ADN se realizó a partir del aislado CMC-C3 utilizando el Kit IDT, Oxford UK, siguiendo las instrucciones del fabricante. Las regiones genómicas de ITS (región del espaciador transcrito interno), ACT (actina parcial) CHS-1 (quitina sintasa) y GAPDH (gliceraldehído 3-fosfato deshidrogenasa) se amplificaron por PCR (Weir et al. 2012). El análisis de secuencias de los productos se realizó en los laboratorios de Secuenciación de Macrogen Inc. (Seúl, Corea del Sur). Las secuencias con alta similitud se seleccionaron para la construcción del árbol filogenético. El árbol filogenético se construyó con base en inferencia Bayesiana usando la combinación de los marcadores ITS, ACT, CHS-1 y GAPDH.

Las secuencias del aislado **CMC-C3** fueron depositadas en el Genbank con los siguientes números de acceso: ITS (**ON025804**), ACT (**ON054897**), CHS-1 (**ON054902**), GAPDH (**ON054907**).

Resultados y discusión

Los síntomas de antracnosis en los mangos inoculados se observaron a los 3 días posteriores a la inoculación (dpi). Los frutos desarrollaron lesiones irregulares hundidas de color café oscuro

que coalescieron y cubrieron aproximadamente 25 % de la superficie del fruto a los 7 días (Fig.1a). La colonia desarrolló micelio aéreo abundante de color blanco a gris, sin masa de exudado conidial visible, el micelio central fue color gris pálido (Fig. 1b-c). Los conidiomas son el cuerpo fructífero asexual que contiene conidios (Fig. 1d-e). La tasa de crecimiento micelial fue de 12.28 ± 0.5 mm/día. Los conidios fueron aseptados, cilíndricos con extremos ampliamente redondeados, largo/ancho de 13.29 ± 0.88 x 4.84 ± 0.35 µm (Fig. 1f). Apresorios escasos, solitarios, de color café oscuro, de forma irregular con margen completa y ligeramente ondulada a lobulado, largo/ancho de 8.31 ± 1.85 x 7.72 ± 0.52 µm (Fig.1 g-m). EL árbol filogenético mostró que el aislado **CMC-C3** pertenece a la cepa ex tipo de C. asianum con una probabilidad posterior de 1.0 (Fig. 2).

Con base en el análisis morfológico y filogenético, se aprobó la identidad del aislado CMC-C3 como *C. asianum.* Hasta el momento, se han descrito 18 especies de 3 distintos complejos de *Colletotrichum* que causan antracnosis en frutos de mango: *C. asianum, C. fructicola, C. tropicale, C. karstii, C. dianesei, C. alienum, C. cordylinicola, C. acutatum, C. gloeosporioides, C. siamense, C. endophytica, C. gigasporum, C. liaoningense, C. musae, C. scovillei, C. cliviicola y C. asianumand* (Li et al. 2019; Tovar-Pedraza et al., 2020; Benatar and Wibowo, 2021).

La identificación basada en análisis morfológicos no es suficiente para conocer el agente causal, debido a especies crípticas del género *Colletotrichum*. Por lo cual, es necesario realizar análisis moleculares para confirmar la identificación precisa de especie con caracteres morfológicos altamente variables o con alta similitudes morfológicas.

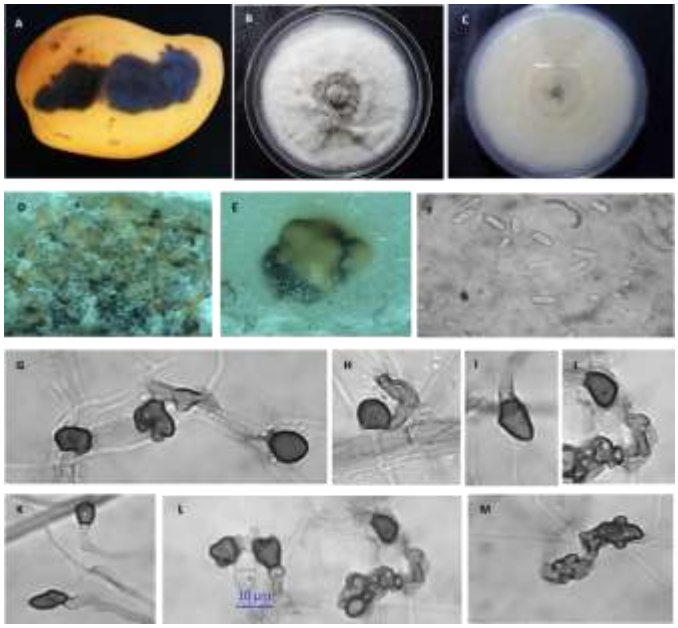


Fig. 1. Características morfológicas de *C. asianum*. (A) Síntomas de antracnosis en frutos de mango a los 7 dpi (Pruebas de patogenicidad). (B-C) Anverso y reverso de la colonia a los 7 ddi. (D-E) Conidiomas, (F) Conidios, (G-M) Apresorios. Barra de escala de 10 µm.

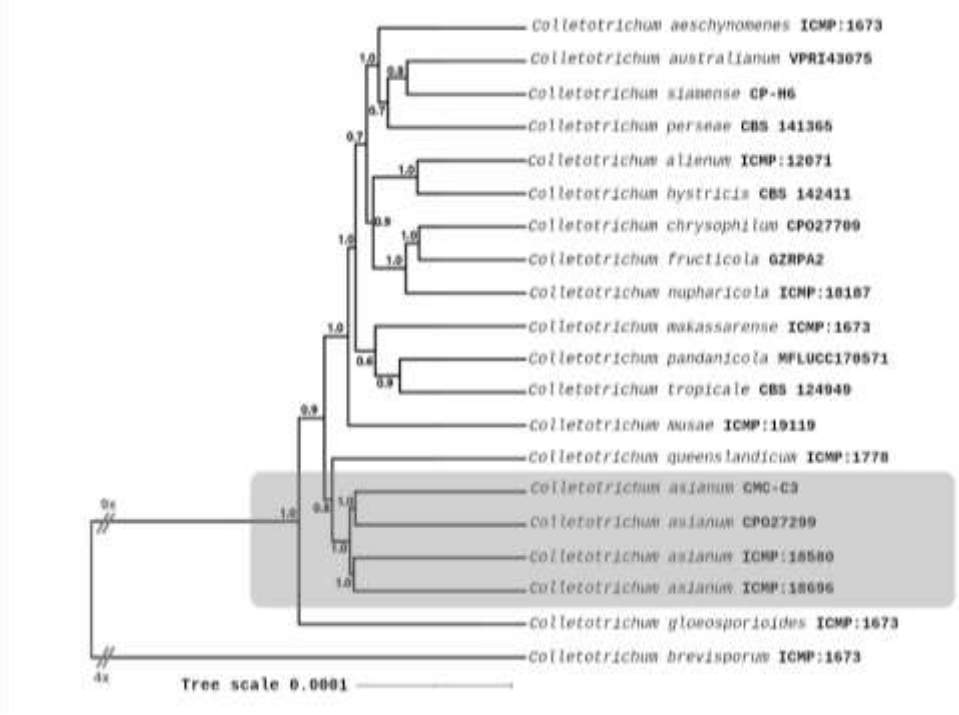


Fig. 2. Árbol filogenético de inferencia Bayesiana del complejo *Colletotrichum gloeosporioides* reconstruido a partir de secuencias multilocus combinada ITS, ACT, CHS, GAPDH. Las probabilidades posteriores se indican en cada nodo. El árbol esta enraizado con *C. brevisporum*.

Conclusiones

Colletotrichum asianum que pertenece al complejo *Gloeosporioides* se identificó como agente causal de antracnosis en frutos de mango criollo cultivados en el Sur de estado de Oaxaca. El presente estudio constituye el primer reporte de *C. asianum* causando antracnosis en mango criollo. Los resultados son útiles para conocer la dispersión geográfica del patógeno en los cultivos de mango y para establecer medidas de control fitosanitarias eficaces.

Referencias

Benatar, G. V., & Wibowo, A. (2021). *First report of Colletotrichum asianum associated with mango fruit anthracnose in Indonesia*. Crop Protection, 141, 105432.

Bowler, P. G., Duerden, B. I., & Armstrong, D. G. (2001). *Wound microbiology and associated approaches to wound managemen*t. Clinical microbiology reviews, 14(2), 244-269.

Cai, L., Hyde, K. D., Taylor, P. W. J., Weir, B., Waller, J., Abang, M. M., ... & Shivas, R. G. (2009). A polyphasic approach for studying *Colletotrichum*. Fungal Diversity, 39(1), 183-204.

CESVO. (2020). Campaña Contra Moscas Nativas de la Fruta. Impacto Fitosanitario- Económico. Revisado el 19-04-2022.https://www.cesvo.org.mx/contra-mosca-nativa-fruta/impacto.html

Ireta, O.A. y C. Guzmán, E. (2002). Guía técnica para la producción de mango en Sinaloa. INIFAP-CIRNO. Campo Experimental del Valle de Culiacán. *Folleto Técnico Núm. 22*. Culiacán, Sinaloa, México. 152 p. http://www.cesix.inifap.gob.mx/guias/MANGO.pdf

Juárez, J. A. S. J., & Alvarado, C. O. M. (2008). *Nuevas variedades de mango con potencial para el sur de Sinaloa*. Fundación Produce Sinaloa AC.

Li, Q., Bu, J., Shu, J., Yu, Z., Tang, L., Huang, S., ... & Hsiang, T. (2019). *Colletotrichum* species associated with mango in southern China. *Scientific reports*, 9(1), 1-10.

SADER. (2020). El rey de las frutas tropicales: Mango. Revisado el 15-04-2022.

https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-rey-de-las-frutas-tropicales-mango#:~:text=A%20nivel%20de%20producci%C3%B3n%2C%20M%C3%A9xico,3.9%20%25%20de%20la%20producci%C3%B3n%20mundial

SADER. (2021). El mango, producto estrella en México. Revisado el 18-04-2022. https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-mango-producto-estrella-en-mexico.

SEDAPA. (2019). Exporta Oaxaca más de 39 mil toneladas de mango a los EU, Canadá y Europa. Revisado el 19-04-2022. https://www.oaxaca.gob.mx/sedapa/exporta-oaxaca-mas-de-39-mil-toneladas-de-mango-a-los-eu-canada-y-europa/.

Tovar-Pedraza, J. M., Mora-Aguilera, J. A., Nava-Diaz, C., Lima, N. B., Michereff, S. J., Sandoval-Islas, J. S., ... & Leyva-Mir, S. G. (2020). Distribution and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with mango anthracnose in Mexico. Plant Disease, 104(1), 137-146.

Uddin, M., Shefat, S., Afroz, M., & Moon, N. (2018). Management of anthracnose disease of mango caused by *Colletotrichum gloeosporioides*: A review. Acta Scientific Agriculture, 2(10), 169-177.

Weir, B. S., Johnston, P. R., & Damm, U. (2012). The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. Studies in mycology, 73, 115-1

ISSN: 2594-0171
Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca
Año 6, Vol. 6, No. 6, 31 de Octubre, 2022

Artículo

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL PASO A PASO MEDIANTE FTIR, MASAS Y RMN EN 1 Y 2D DEL COMPUESTO BIOACTIVO 17α-(4-NITROFENIL)ETINIL-ESTRA-1,3,5(10)-TRIENE-3,17β-DIOL

Juárez Niño, Elia Donají[1], Santillan Baca, Rosa [2], Ochoa Becerra, Ma. Eugenia [2], Soto Castro, Delia[3]

[1] Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca. Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, C.P. 71230. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.

[2]Departamento de Química, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Apdo. Postal 14-740, 07000 México, CDMX., México.

[3]CONACyT- [1] Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca. Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, C.P. 71230. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.

Autor de correspondencia: dsotoc@ipn.mx

Recibido: 30 de agosto de 2022
Aceptado: 28 de octubre de 2022
Publicado en línea: 31 de octubre de 2022

Resumen

La resonancia magnética nuclear es una técnica de caracterización no invasiva ni destructiva, que permite elucidar estructuras moleculares, y en conjunto con la espectroscopía de infrarrojo y la espectrometría de masas es posible validar la estructura molecular de compuestos bioactivos. Por medio de una reacción de Sonogashira en condiciones clásicas se sintetizó el *17α-(4-nitrofenil)etinil-estra-1,3,5(10)-triene-3,17β-diol*, compuesto con actividad tripanocida. En este trabajo se muestra paso a paso la elucidación estructural del compuesto de manera inequívoca, mediante espectroscopía infrarroja se asignaron los modos normales de vibración de los grupos funcionales característicos (-OH y NO_2); por resonancia magnética nuclear (1D y 2D) se asignaron y correlacionaron todas las señales de ^{1}H y ^{13}C en los espectros correspondientes y se

corroboró el acoplamiento entre el p-iodonitrobenceno y el 17α-etinilestradiol; finalmente la espectrometría de masas permitió validar el peso molecular del compuesto.

Palabras clave: Actividad tripanocida, HMBC, HSQC, Sonogashira

Abstract

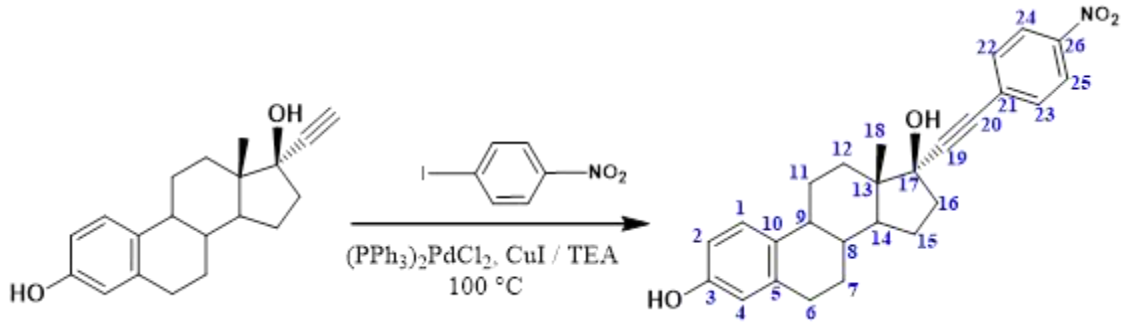
Nuclear magnetic resonance is a non-invasive and non-destructive characterization technique, which allows the elucidation of molecular structures and, in conjunction with infrared spectroscopy and mass spectrometry, it is possible to validate the molecular structure of bioactive compounds. By means of a Sonogashira reaction under classical conditions, 17α-(4-nitrophenyl)ethinyl-ethinyl-estra-1,3,5(10)-triene-3,17β-diol a compound with trypanocidal activity was synthesized. This work shows step by step the structural elucidation of the compound unambiguously, by infrared spectroscopy the normal modes of vibration of the characteristic functional groups (-OH and NO_2) were assigned; by nuclear magnetic resonance (1D and 2D) all the ^{1}H and ^{13}C signals in the corresponding spectra were assigned and correlated; the coupling between p-iodonitrobenzene and 17α-ethinylestradiol was corroborated. Finally, mass spectrometry allowed validation of the molecular weight of the compound.

Key words: Trypanocidal activity, HMBC, HSQC, Sonogashira

Introducción

Los antimicrobianos (antibióticos, los antivíricos, antifúngicos y antiparasitarios) son utilizados para prevenir y tratar infecciones en seres humanos, animales y plantas; sin embargo, el uso indiscriminado de este tipo de fármacos ha permitido que los microorganismos desarrollen resistencia. Lo que conduce a la búsqueda de nuevos antimicrobianos como alternativa o complementación a los ya existentes (OMS, 2022). En este sentido se diseñaron derivados del 17α-etinilestradiol (EE), los cuales teóricamente son buenos candidatos para actuar como antimicrobianos de administración oral y absorción por difusión pasiva. Dichos derivados pueden ser sintetizados a través de una reacción de Sonogashira en condiciones clásicas a partir del EE y un iodoareno. Específicamente el 17α-(4-nitrofenil)etinil-estra-1,3,5(10)-triene-

3,17β-diol, sintetizado a partir p-iodonitrobenceno y el 17α-etinilestradiol (Esquema 1, Juárez-Niño, 2021), mostró una buena actividad anti *T. cruzi* para la cepa TH con un IC_{50}78.09 ± 0.01.



Esquema 1. Obtención del *17α-(4-nitrofenil)etinil-estra-1,3,5(10)-triene-3,17β-diol* por medio de una reacción de Sonogashira en condiciones clásicas (Tomado de: *Juárez-Niño, 2021)*

La espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN) es un tipo de espectroscopía de absorción no destructiva como la espectroscopía de Ultravioleta - visible (UV) o Infrarroja (IR), bajo las condiciones adecuadas y dependiendo de las características de la muestra, esta absorbe la radiación electromagnética en la región de radiofrecuencia (3 MHz a 30.000 MHz) (Kaliva & Vamvakaki, 2020; Silverstein et al., 2005; Yadav, 2005). Así, la RMN se ocupa de las transiciones magnéticas nucleares entre los niveles de energía magnética de los núcleos atómicos en las moléculas para detectar su entorno químico, y permite la construcción de un gráfico con las frecuencias de absorción (desplazamiento químico expresado en ppm) y las intensidades de los picos (espectro de RMN) (Silverstein et al., 2005; Yadav, 2005). Existen aproximadamente 100 isótopos para los que es posible la espectroscopia de RMN, sin embargo, los más utilizados son los isótopos hidrogeno-1 (^{1}H-RMN) y carbono-13 (^{13}C-RMN) (Yadav, 2005). Esta técnica se desarrolló inicialmente para identificar las propiedades químicas de compuestos pequeños, pero los avances tecnológicos la han convertido en la herramienta más útil en el desarrollo y descubrimiento de nuevos fármacos, ya que permite determinar la pureza y estructura molecular a nivel atómico de una muestra, sus cambios de fase, alteraciones conformacionales y configuracionales, la solubilidad y potencial de difusión e

incluso los mecanismos enzimáticos (Mohamed et al., 2020; Singh & Singh, 2022). Junto con la RMN, la espectroscopía de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) y la espectrometría de masas (MS), complementan la información estructural de cualquier compuesto bioactivo (Yadav, 2005). Mediante FTIR es posible determinar las vibraciones fundamentales de los grupos funcionales presentes en las moléculas, mientras que con la MS se obtiene el peso molecular de compuesto y es posible identificar los iones derivados de la fragmentación en el proceso de ionización (Silverstein et al., 2005; Yadav, 2005).

Para entender el funcionamiento, mecanismo de acción, interacciones, biodisponibilidad y otras características de un antimicrobiano es indispensable determinar la estructura de los compuestos, realizar evaluaciones de bioactividad y posteriormente correlacionar la estructura con la actividad. Por lo anterior, en el presente trabajo se muestra paso a paso el uso de la RMN como una herramienta básica en la caracterización y elucidación estructural de un compuesto bioactivo de origen sintético, así como la asignación de las bandas de vibración en el espectro de FTIR, junto con la asignación del espectro de masas.

Materiales y métodos

Instrumentación y equipo

Los espectros de ^{1}H y ^{13}C se adquirieron en un espectrómetro de imán permanente Spinsolve de 80 MHz (Magritek, Alemania) y en un espectrómetro de imán superconductor ECA de 500 MHz (JEOL, Japón) en metanol deuterado (CD_3OD) como disolvente. Los desplazamientos químicos (δ) se expresaron en partes por millón (ppm) y las constantes de acoplamiento (J) fueron dadas en Hertz (Hz). Para asignar las señales se utilizaron los espectros de ^{1}H (32 escaneos), ^{13}C (621 escaneos), PENDANT-^{13}C (1410 escaneos), HSQC (1024 escaneos) y HMBC (1024 escaneos) con las siguientes abreviaturas: s= señal simple, d= señal doble, dd= señal doble de dobles y m= señal múltiple. El espectro de FTIR fue adquirido en un Nicolet 6700 (ThermoScientific, USA) con un ART (Attenuated Total Reflectance), mientras que las masas fueron obtenidas en un espectrómetro Agilent G1969A.

Síntesis del 17α-(4-nitrofenil)etinil-estra-1,3,5(10)-triene-3,17β-diol

La síntesis se realizó siguiendo metodología descrita en la tesis de Juárez-Niño (2021) en un matraz de vidrio de 10 mL, se pesaron 100 mg (0.34 mmol) de EE2, 84.01 mg (0.34 mmol) de 1-yodo-4-nitrobenceno, 5 mg (0.03 mmol) de CuI, y 11.84 mg (0.02 mmol) de $(PPh_3)_2PdCl_2$; se introdujo al matraz una barra de agitación magnética de 15 mm de PTFE (Fisher); y se le acopló un refrigerante de 10 cm; el sistema resultante se purgó con Ar. Posteriormente, se agregaron 2 mL de trietilamina (TEA) seca y se burbujeó el sistema de reacción con Ar por 10 min. La mezcla de reacción se sometió a agitación y calentamiento a 100 °C por 16h. Al finalizar la reacción se adicionaron 10 mL de AcOEt para obtener una fase orgánica, ésta se lavó con solución saturada de (NH_4Cl), hasta que ya no se observó el azul característico del Cu^{2+}. Posteriormente, la fase orgánica se lavó con agua destilada (4 x 10 mL) y se secó con Na_2SO_4 anhidro. El AcOEt se removió a vacío y el producto se purificó mediante cromatografía en columna con AcOEt/Hex 4:6.

Resultados y discusión

El 17α-(4-nitrofenil)etinil-estra-1,3,5(10)-triene-3,17β-diol (Esquema 1) se obtuvo mediante una reacción de Sonogashira en condiciones clásicas con 62.2% de rendimiento en 16 horas; con un Rf de 0.61 en un sistema de elución AcOEt/Hex 4:6. El compuesto obtenido fue un sólido de color amarillo con punto de fusión de 118-119 °C; el cual se caracterizó por ATR-FTIR, RMN (80 y 500 MHz) de ^1H y ^{13}C en 1 y 2 dimensiones, y espectrometría de masas como indica.

La espectroscopía de infrarrojo permitió identificar algunas de las vibraciones normales de la molécula. En el espectro de la Figura 1 se distingue la frecuencia de tensión del OH del anillo A en 3608 cm^{-1}, en 3430 cm^{-1} la tensión del OH en la posición 19 (anillo D); las bandas en 3308 y 3104 cm^{-1} corresponden a las tensiones C-H de los anillos aromáticos E y A, respectivamente; mientras que las bandas de 3051 a 2862 cm^{-1} corresponden a las vibraciones de tensión simétrica y asimétrica C-H de los carbonos alifáticos. La vibración de tensión del alquino se observa en 2218 cm^{-1} y las vibraciones del grupo NO_2, asimétricas y simétricas se observan en 1518 y 1339 cm^{-1}, respectivamente. Aunque es posible distinguir las bandas de vibración características esperadas, el FTIR no es la técnica que de manera inequívoca nos

permita elucidar la estructura, por lo que se realizó RMN.

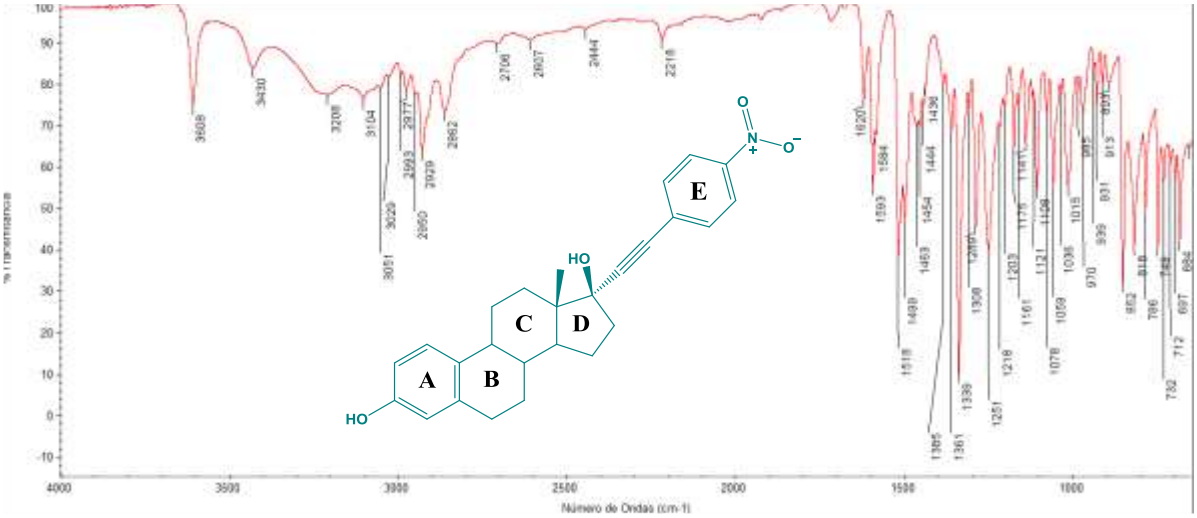
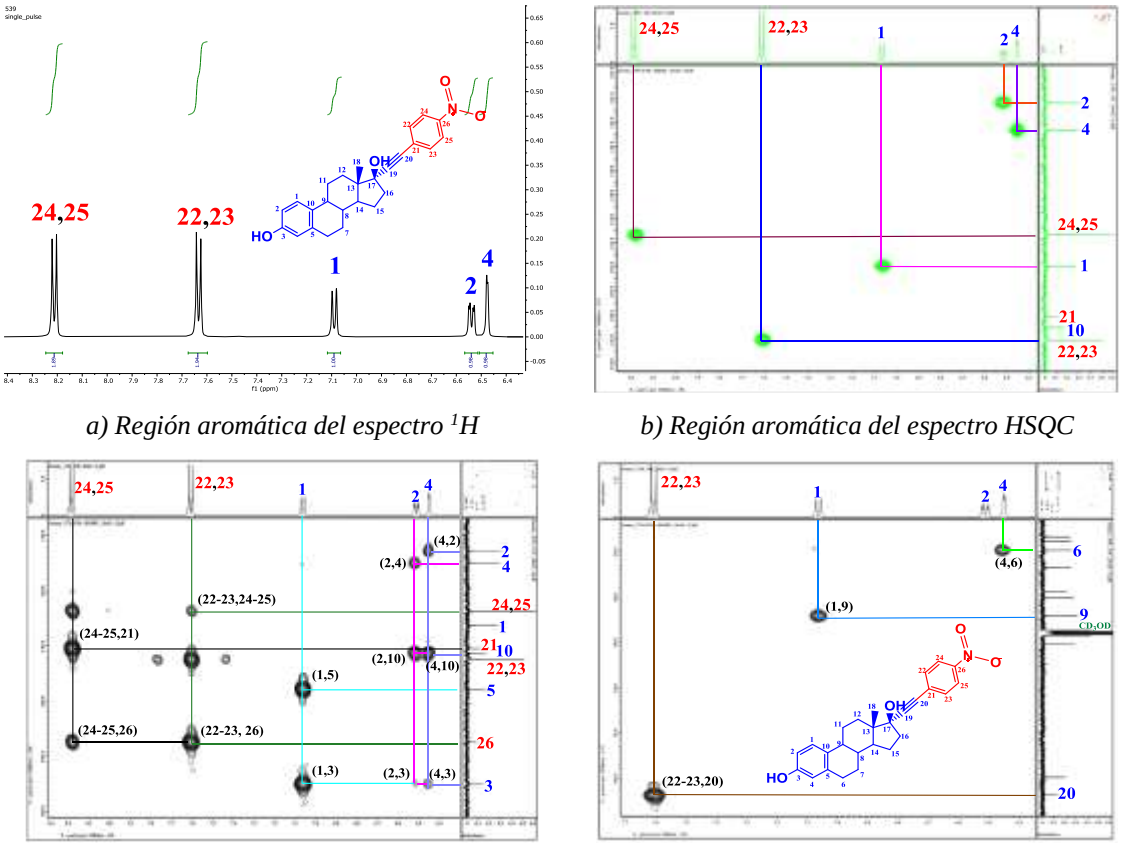


Figura 1. Espectro FTIR-ATR del 17α-(4-nitrofenil)etinil-estra-1,3,5(10)-triene-3,17β-diol

La elucidación estructural de la molécula comenzó a partir de las cinco señales ubicadas en la región aromática del espectro ^{1}H-RMN (Figura 2a). Se pudo asociar al anillo aromático del nitrobenceno el primer juego de señales dobles localizado en 7.63 (H-22, H-23) y 8.21 (H-24, H-25) ppm debido a que cada una de las señales integraba para dos hidrógenos, además que ambas señales están más desplazadas por la presencia del grupo nitro y presentan una constante de acoplamiento (*J*) de 9 Hz, indicando acoplamientos de hidrógenos en posición orto. Posteriormente, se asignaron las tres señales restantes con el anillo aromático del EE2, primero se estableció un acoplamiento orto entre la señal ubicada en 7.09 ppm (d, *J*= 8.2 Hz, H1) y la señal en 6.54 ppm (dd, *J*= 8.5, 2.7 Hz, H-2); esta última señal también presentó un acoplamiento meta con la señal doble en 6.48 ppm (d, *J*=2.7 Hz, H-4), por lo cual corresponde al protón de la posición 4.

Una vez asignadas las señales de los anillos aromáticos en el espectro ^{1}H-RMN se correlacionaron los carbonos correspondientes a través del espectro de dos dimensiones HSQC (Figura 2b) ubicando a las señales desplazadas en 133.4, 127.1, 124.7, 116.0 y 113.8 ppm con los carbonos de las posiciones 22-23, 1, 24-25, 4 y 2, respectivamente. Posteriormente, con ayuda del espectro HMBC se logró establecer las correlaciones a dos y tres enlaces con otros carbonos y protones de la molécula, por ejemplo, la asignación del C-26 se

identificó por la correlación a 2 distancias de enlace con H-24 y H-25, así como la correlación a tres enlaces con H-22 y H-23, estos últimos correlacionan a dos distancias de enlace con C-21, lo que permitió su asignación (Figura 2c). De manera análoga se asignaron C-5 y C-1. La región de los alquinos, resulta de suma importancia, ya que ésta dio cuenta inequívoca del acoplamiento entre el EE2 y el nitrobenceno. Al analizar la estructura se espera la correlación de C-20 con H-22 y H-23, misma que se observa claramente en la Figura 2d.



a) Región aromática del espectro ^{1}H

b) Región aromática del espectro HSQC

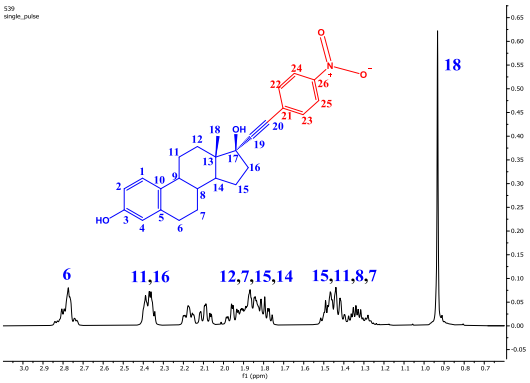
c) Región aromática del espectro HMBC

d) Región aromática-alifática del espectro HMBC

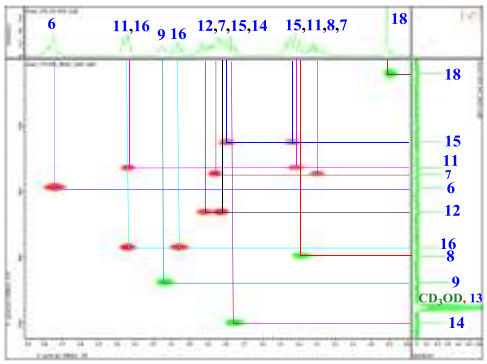
Figura 2. Ampliaciones de la región aromática de los espectros RMN (500 y 126 MHz, CD_3OD) del 17α-(4-nitrofenil)etinil-estra-1,3,5(10)-triene-3,17β-diol

Para la parte alifática de la molécula la reconstrucción comenzó a partir de H-1 que correlaciona a tres distancias de enlace con C-9, y de igual forma la correlación de H-4 con C-6 (Figura 2d). Conforme se fueron asignando las nuevas

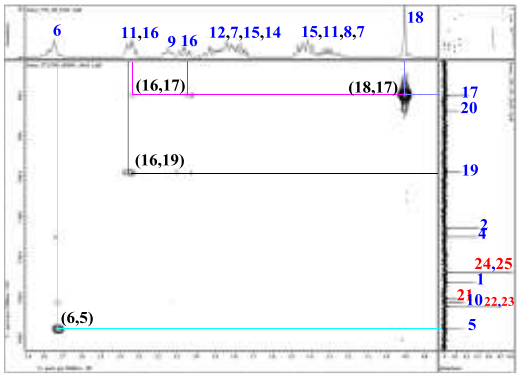
señales en el espectro HMBC, estas se registraron tanto en el espectro HSQC como en el de ^{1}H. Iterativamente se repitió el proceso de asignación de señales en los distintos espectros (Figura 3a, b, c y d) para poder asignar toda la región alifática. A la par se fueron corroborando las señales en el espectro con la secuencia de PENDANT-^{13}C (Figura 3e) el cual permitió distinguir entre carbonos cuaternarios y secundarios (señales hacia abajo), así como entre primarios y terciarios (señales hacia arriba); y mediante una ampliación del espectro ^{13}C (Figura 3f) fue posible identificar la señal correspondiente al C-13 que se encontraba traslapada con la señal del CD_3OD.



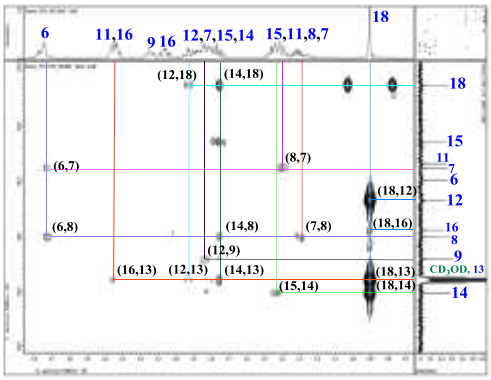
a) Región alifática del espectro ^{1}H



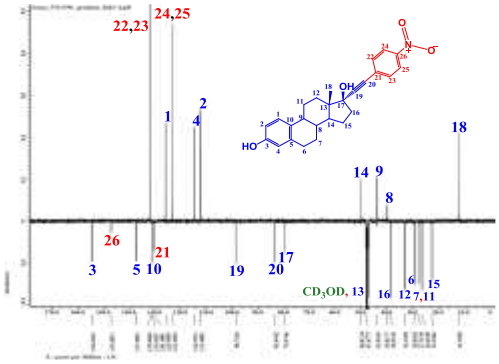
b) Región alifática del espectro HSQC



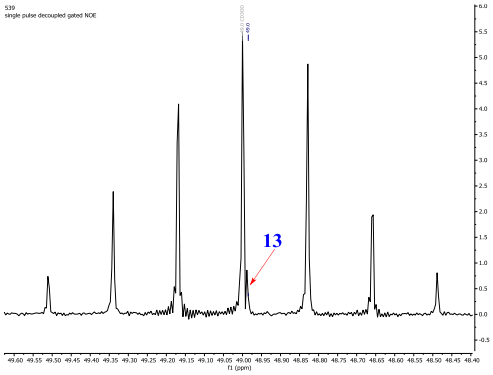
c) Región alifática-aromática del espectro HMBC



d) Región alifática del espectro HMBC



e) Espectro PENDANT-^{13}C



f) Región alifática del espectro ^{13}C

Figura 3. Ampliaciones de la región alifática de los espectros RMN (500 y 126 MHz, CD_3OD) del 17α-(4-nitrofenil)etinil-estra-1,3,5(10)-triene-3,17β-diol

En la Tabla 1 se muestran los desplazamientos químicos de las señales características y diferenciadas del compuesto obtenido; cabe destacar que los espectros obtenidos a 80 MHz permiten ver claramente los productos de acoplamiento, incluso en los espectros de ^{13}C existe una coincidencia casi exacta con los desplazamientos obtenidos en el equipo de 500 MHz (Tabla 1).

Además de la asignación de todas las señales esperadas de los núcleos de protón y de carbono, en los espectros de RMN no existen señales adicionales que correspondan a impurezas, evidenciando que al nivel de detección de RMN la muestra es un compuesto puro.

Tabla 1. Desplazamientos químicos de las señales características del 17α-(4-nitrofenil)etinil-estra-1,3,5(10)-triene-3,17β-diol a 500 MHz en metanol deuterado. (entre paréntesis las correspondientes de ^{13}C a 20 MHz)

Posición	δ_H (ppm) (multiplicidad, J en Hz)	δ_C (ppm)
1	7.09 (d, J=8.2 Hz)	127.1 (127.2)
2	6.54 (dd, J = 8.5, 2.7 Hz)	113.8 (113.8)
4	6.48 (d, J = 2.7 Hz)	116.0 (116.1)
17	-	80.9 (80.9)
18	0.93 (s)	13.5 (13.5)
19	-	100.1

20	-	84.8
22, 23	7.63 (d, J=9.0 Hz)	133.4 (133.4)
24, 25	8.21 (d, J=9.0 Hz)	124.7 (124.6)
26	-	148.5 (148.4)

Por otro lado, se obtuvo el espectro de masas donde se aprecia el pico con un valor de m/z de 418.2, correspondiente al ión molecular más un hidrógeno, con el cuál la molécula adopta la carga positiva y es detectada por el equipo [M+H], además de otros picos asociados a la perdida de una molécula de agua [M-H_2O, m/z 400.2], y la carga por complejación de un átomo de Na (m/z, 440.2) (Figura 4).

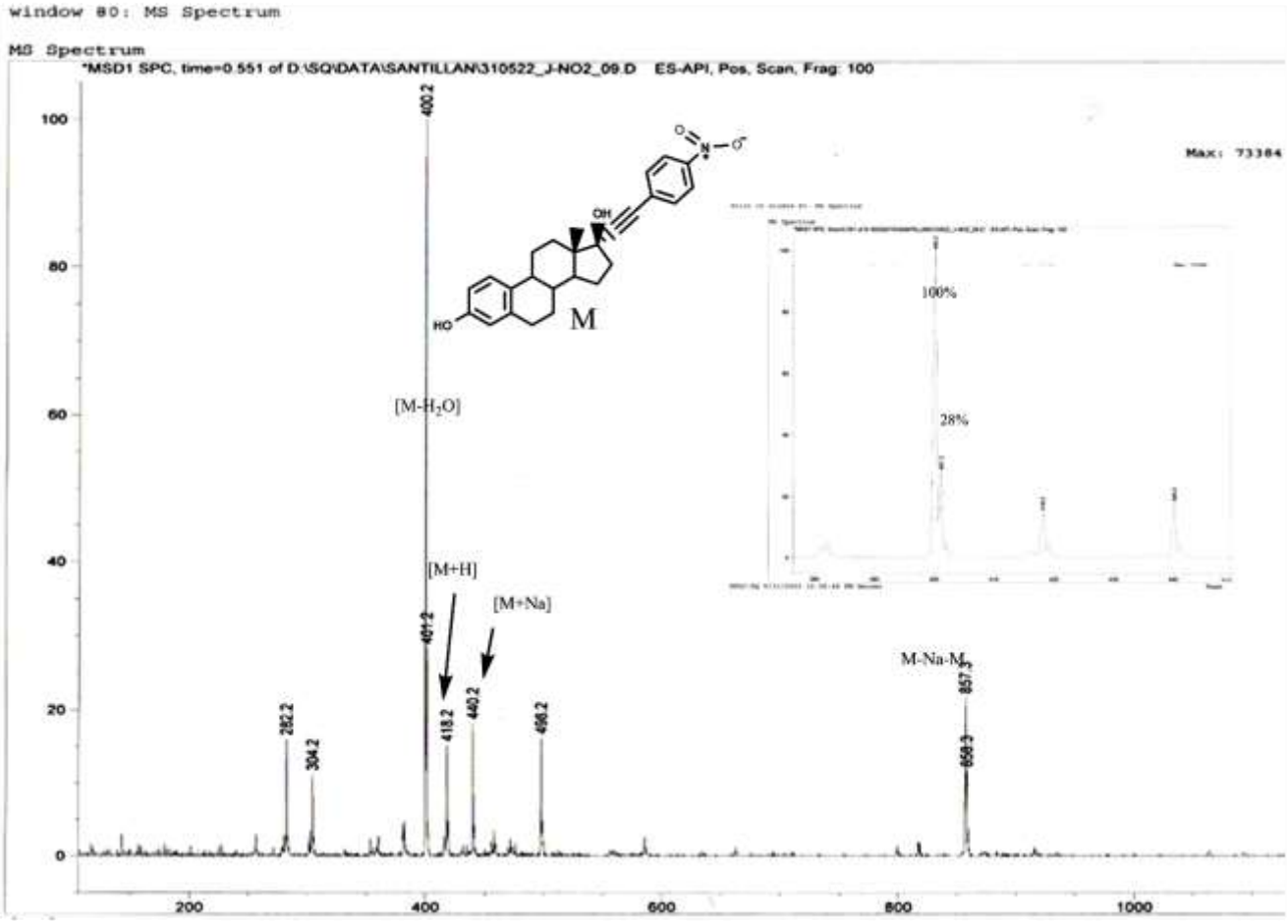


Figura 4. Espectro de masas del 17α-(4-nitrofenil)etinil-estra-1,3,5(10)-triene-3,17β-diol

Conclusiones

En este trabajo, se evidencia paso a paso el uso de la resonancia magnética nuclear como una poderosa herramienta espectroscópica no invasiva ni destructiva que permite conocer la estructura de moléculas desconocidas mediante las determinaciones cuantitativas de parámetros moleculares como los desplazamientos químicos, la multiplicidad de las señales, las constantes de acoplamiento y sus relaciones atómicas. La RMN junto con la espectroscopía infrarroja y la espectrometría de masas permitieron la elucidación estructural inequívoca del compuesto tripanocida 17α-(4-nitrofenil)etinil-estra-1,3,5(10)-triene-3,17β-diol, lo que convierte a estas técnicas en herramientas básicas para la caracterización estructural de cualquier compuesto bioactivo.

Agradecimientos

Elia Donají Juárez Niño agradece al CONACYT por la beca de Maestría y Doctorado en Ciencias No. CVU 1008405. Los autores agradecen al CONACYT (Proyecto INFRA 300802) y al IPN (SIP20210814, y SIP20220864) por el apoyo financiero. Se agradece especialmente al Doctor Prisciliano Cano Barrita del CIIDIR Oaxaca por las facilidades para adquirir los espectros FTIR y a CINVESTAV Zacatenco por las facilidades para la caracterización en RMN y Masas.

Referencias

Juárez-Niño, E. D. (2021). *Diseño in silico y obtención de derivados del 17-α-etinilestradiol como potenciales antimicrobianos* [Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales]. Instituto Politécnico Nacional.

Kaliva, M., & Vamvakaki, M. (2020). Nanomaterials characterization. *Polymer Science and Nanotechnology: Fundamentals and Applications*, 401–433. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816806-6.00017-0

Mohamed, M. A., Mohd Hir, Z. A., Wan Mokthar, W. N. A., & Osman, N. S. (2020). Features of metal oxide colloidal nanocrystal characterization. *Colloidal Metal Oxide Nanoparticles*, 83–122. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813357-6.00008-5

OMS. (2022). *Resistencia a los antimicrobianos*. Organización de Las Naciones Unidas. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20antimicrobianos%3F,los%20animales%20y%20las%20plantas.

Silverstein, R. M., Webster, F. X., & Kiemle, D. J. (2005). *Spectrometric Identification of Organic Compounds 7th ed* (D. Brennam, J. Yee, P. Kennedy, S. Wolfman-Robichaud, A. Wygal, M. Lesure, S. Rigby, & S. Warner, Eds.; 7th ed.). Jon Wiley & Sons.

Singh, M. K., & Singh, A. (2022). Nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Characterization of Polymers and Fibres*, 321–339. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823986-5.00011-7

Yadav, L. D. S. (2005). *Organic Spectroscopy*. Springer-Science+Business Media, B.V. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2575-4

ISSN: 2594-0171
Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca
Año 6, Vol. 6, No. 6, 31 de Octubre, 2022

Artículo

HONGOS ASOCIADOS A LA PUDRICIÓN DEL COGOLLO DE *Agave convallis* EN OAXACA, MÉXICO

Cruz Luna, Aída Rubí[1], Vásquez López, Alfonso[1], Martínez Gutiérrez, Gabino Alberto[1]

[1]Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca. Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, C.P. 71230. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.

Autor de correspondencia: acruzl1600@alumno.ipn.mx

Recibido: 30 de agosto de 2022
Aceptado: 28 de octubre de 2022
Publicado en línea: 31 de octubre de 2022

Resumen

El *Agave convallis* Trel., conocido regionalmente como maguey "jabalí", es una especie silvestre y endémica del estado de Oaxaca. La planta es altamente apreciada en la elaboración de mezcal dado los atributos organolépticos de la bebida; sin embargo, la escasa población de plantas se ve amenazada por problemas fitosanitarios. El objetivo del presente estudio fue determinar la diversidad de hongos asociados a la pudrición del cogollo de *A. convallis*. En 2022, en la Villa de Mitla, Oaxaca, se recolectaron muestras de maguey jabalí con síntomas de pudrición de cogollo. El tejido necrosado se originó a partir de las galerías generadas por larvas de *Scyphophorus acupunctatus*. Del tejido enfermo se aislaron 5 cepas fúngicas con características morfológicas correspondientes al género *Fusarium*. Este es el primer reporte de hongos asociados a la pudrición de cogollo de *A. convallis* en México. La posterior identificación precisa del agente causal de la enfermedad será de utilidad para implementar estrategias de manejo integrado del cultivo.

Palabras clave: Agave jabalí, *Fusarium* spp, Pudrición de cogollo.

Abstrac

The *Agave convallis* Trel., regionally known as maguey "jabalí", is an endemic specie in Oaxaca. The plant is valued highly in the elaboration of mezcal due to the organoleptic properties of the drink. However, the low population of plants is endangered by phytosanitary problems. This study aimed to determine the diversity of fungi associated

with the bud rot of *A. convallis*. In 2022, in Villa de Mitla, Oaxaca, samples of maguey "jabalí" with symptoms of bud rot were collected. The necrotic tissue originated from the galleries generated by *Scyphophorus acupunctatus* larvae. From the diseased tissue, five fungal strains were isolated with morphological characteristics corresponding to the *Fusarium* genus. This is the first report of fungi associated with bud rot of *A. convallis* in Mexico. The subsequent precise identification of the causal agent of the disease will be helpful in implementing integrated crop management strategies.

Key words: jabalí, *agave*, *Fusarium* spp., but rot.

Introducción

En México existen 160 especies de *Agave*; de las cuales 58 se encuentran en Oaxaca (Villaseñor, 2016; García-Mendoza, 2011). El *Agave convallis*, conocido en Oaxaca como maguey jabalí, fue recolectado por primera vez en 1905 por William Trelease en el Cañón de Tomellín, Oaxaca. En 2011, Abisaí García-Mendoza precisó las características morfológicas de la especie en plantas de la región de San Gabriel Almoloyas-Asunción Nochixtlán-Huajuapán de León, Oax. El nombre de jabalí se debe a que del maguey se extraía ixtle para hacer cuerdas llamadas jabalinas.

El *A. convallis* ha sido poco estudiado; sin embargo, en Oaxaca se ha utilizado en la elaboración de mezcal desde hace mucho tiempo debido a su particular sabor y a su difícil elaboración dado que posee alta concentración de saponinas (Starr, 2021). Sin embargo, la población de plantas de *A. convallis* se ve amenazada dado que su reproducción es por semilla en ambientes silvestres; por consecuencia, su población es escasa; aunado a esto, los problemas fitosanitarios también limitan su producción. La pudrición de cogollo es una enfermedad que se presenta en plantas de 2-3 años de edad e involucra un complejo de organismos tales como insectos, hongos y bacterias; pero hasta el momento no se han precisado las especies de los microorganismos asociados a este daño. Una enfermedad similar se reportó en *A. tequilana* inducida por la bacteria *Erwinia carotovora*, la cual es introducida al tallo de la planta por el insecto *Scyphophorus acupuntatus* quien actúa como vector natural de la bacteria (Rodríguez, 1999). En este mismo agave,

la enfermedad ha sido atribuida a *Fusarium oxysporum* (Vega-Ramo *et al.*, 2013). En *A. cupreata* la pudrición blanda de corona y hojas es inducida por la bacteria *Dickeya chrysanthemi* (Cabrera-Huerta *et al.*, 2019), pero también se encuentra presente *Fusarium oxysporum* ocasionando pudrición y marchitamiento en raíces, tallos y hojas (Trinidad-Cruz *et al.*, 2017). El objetivo de este estudio fue determinar la diversidad de hongos asociados a la pudrición del cogollo de *A. convallis* en Oaxaca, México.

Materiales y métodos

En la Villa de San Pablo Mitla (16°55′N, 96°21′O, 16836 msnm), Oaxaca, México; en el año 2022; se recolectaron 50 muestras (0.5 cm^2) del cogollo, con síntomas de pudrición, de plantas de *A. convallis* de 3 años. Las muestras se lavaron, desinfestaron con NaClO a 2 % durante 3 min; enjuagaron con agua destilada estéril y se secaron sobre toallas de papel estéril. Las muestras se sembraron en cajas de Petri con medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) por completo y se desprendió del tallo (Fig. 1D). De muestras del tejido necrosado del cogollo se aislaron 5 colonias fúngicas que por sus (Bioxon®, México) y se incubaron a 25 °C durante 3 días. Las colonias desarrolladas se transfirieron a cajas de Petri con PDA y se incubaron a 25±3°C con luz blanca durante 15 días (Scruggs and Quezada-Ocampo, 2016). Las colonias se purificaron mediante la técnica de cultivo monospórico y se preservaron en tubos de ensayo con PDA con aceite mineral estéril (Montesinos Matias *et al.*, 2015). La identificación de los hongos, a nivel género, se hizo siguiendo las claves taxonómicas de Barnett y Hunter (2006).

Resultados y conclusiones

Las plantas sintomáticas de *A. convallis* (Fig. 1A), presentaron perforaciones de 1-2 cm de diámetro en el cuello de la raíz (Fig. 1B), ocasionada por *S. acupunctatus*. En el tallo se encontraron galerías con larvas del insecto (Fig. 1C). La necrosis del tejido interno del tallo se originó a partir de las galerías y avanzó hacia la base de las hojas tiernas que conformaron el cogollo. Finalmente, el cogollo se necrosó características morfológicas se consignaron como especies de *Fusarium*. Cepa IPN1: micelio color blanco, esponjoso y crecimiento uniforme (Fig.

2A). Abundantes microconidios y escasos macroconidios. Cepa IPN2: micelio color amarillo, aéreo, disperso con crecimiento escaso e irregular y con producción de pigmento amarillo (Fig. 2B). Abundantes microconidios y escasos macroconidios. Cepa IPN3: micelio de color beige, escaso, a ras del medio de cultivo y con producción de pigmento de color ámbar (Fig. 2C).

Abundantes macroconidios y escasos microconidios. Cepa IPN4: micelio de color naranja, escaso, aéreo; con producción de pigmento color naranja (Fig. 2D). Abundantes macroconidios y escasos microconidios. Cepa IPN5: micelio central color café; micelio periférico color rosa, esponjoso, uniforme y abundante (Fig. 2E) escasos macroconidios y microconidios. La pudrición y marchitez de plantas de *Agave tequilana* se ha asociado a *Fusarium oxysporum* (Vega-Ramo *et al.*, 2013; Trinidad-Cruz *et al.*, 2017); y la pudrición blanda a *Dickeya chrysanthemi* en *A.cupreata* (Cabrera-Huerta, *et al*. 2019). Este es el primer reporte de hongos asociados a la pudrición de cogollo de *A. convallis* en Oaxaca, México.

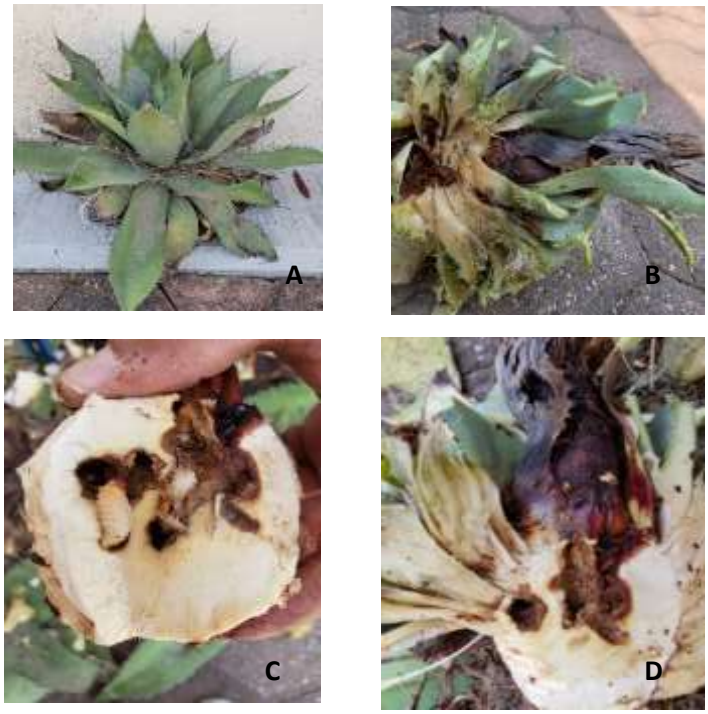


Fig. 1. Pudrición de cogollo en *Agave convallis*. A) Planta de 2 años de edad recolectada en San Pablo Mitla, Oaxaca en 2022. B) Corte trasversal del tallo mostrando galerías internas en el tallo y el cogollo necrosado. C) Corte transversal del tallo mostrando galerías donde se encontraron larvas de *S. acupunctatus*. D) Galerías al interior del tallo. Las galerías constituyen el punto de origen de la pudrición del cogollo

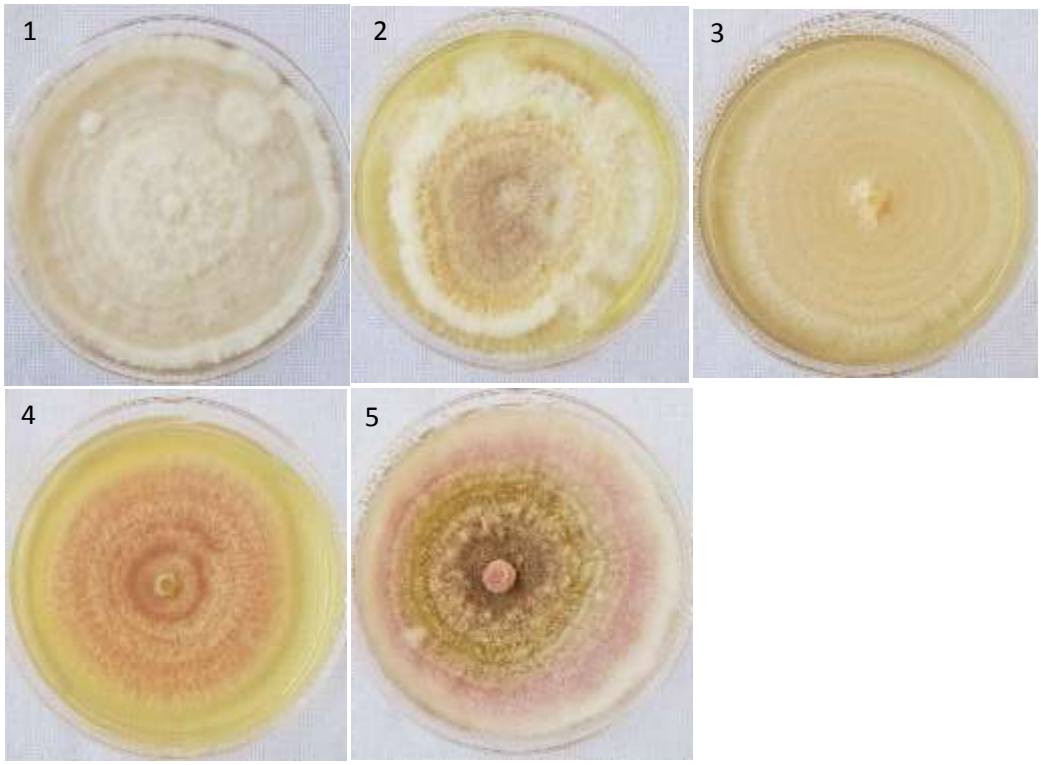


Fig. 2. Diversidad de colonias fúngicas aisladas de plantas de *A. convallis* con síntomas de pudrición de cogollo. A) Cepa 1. B) Cepa2. C) Cepa 3. D) Cepa 4. E) Cepa 5.

Referencias

Barnett, H. L., and Hunter, B. B. (2006). Ilustrated genera of imperfect fungi. Fourth edition. *Burgess publishing company*. New York, USA. 241 p.

Cabrera-Huerta E., Aranda-Ocampo S., Hernandez-Castro E., Nava-Diaz C., Mora-Aguilera J. A., and Vasquez-Lopez A. (2019). First Report of Bacterial Wilt Caused by Dickeya chrysanthemi on Agave Mezcal (Agave cupreata) in Mexico. Plant Disease 103(6), 1406-1406. https://doi.org/10.1094/PDIS-05-18-0877-PDN

García-Mendoza, A. (2011). *Agavaceae*. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 88, *Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México*. 98 pp

Montesinos Matías, R., Ayala Zermeño, M. A., Berlanga Padilla, A. M. (2015). Manual para conservación y mantenimiento de hongos entomopatógenos. Primera edición *Servicio Nacional de Sanidad,*

Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). ISBN: 978-968-5384-08-7

Rodríguez G., B. (1999). La investigación en agave tequilero en el CIATEJ. In: El Agave, Gaceta Informativa. Bernache P., F. y A. Avalos C. (eds.). Gaceta informativa Año 1 No. 2. *Unión Agrícola Regional de Mezcal Tequilero del Estado de Jalisco. Guadalajara, Jalisco, México*. pp: 2-3.

Scruggs, A.C., and Quesada Ocampo, L. M. (2016). Cultural, chemical, and alternative control strategies for *Rhizopus* soft rot of sweetpotato. *Plant Disease,* 100,1532-1540. https://doi.org/10.1094/PDIS-01-16-0051-RE

Starr, G. D. (2021). A Reevaluation of the *Agave* kerchovei Complex (Asparagaceae/Agavoideae) Including Expanded Descriptions of Three Species. *Haseltonia*, 27(1), 60-72. https://doi.org/10.2985/026.027.0107

Trelease, W. (1920). *Agave*. Contributions to the U.S. *National Herbarium*. 23,107–142

Trinidad-Cruz Jesús Rafael., Quiñones-Aguilar, Evangelina Esmeralda., Rincón-Enríquez, Gabriel., López-Pérez, Luis, & Hernández-Cuevas, Laura Verónica. (2017). Micorrización de *Agave cupreata*: Biocontrol de *Fusarium oxysporum* y promoción del crecimiento vegetal. *Revista mexicana de fitopatología,* 35(2), 151-169. https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1607-5

Vega-Ramos, K.L., Uvalle-Bueno, J.X. & Gómez-Leyva, J.F. (2013). Molecular Variability among Isolates of Fusarium oxysporum Associated with Root Rot Disease of *Agave tequilana*. *Biochem Genet* 51, 243–255. https://doi.org/10.1007/s10528-012-9559-4

Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87(3), 559-902. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017

ISSN: 2594-0171
Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca
Año 6, Vol. 6, No. 6, 31 de Octubre, 2022

Artículo

EL DESEMPEÑO SOCIAL EN EL SECTOR HOTELERO DEL ESTADO DE OAXACA

López Olmedo, Yesenia Guadalupe[1], Sánchez Medina, Patricia S[1]., de Yta Castillo, Diana[2]

[1]Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca. Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, C.P. 71230. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.

[2] CONACYT-Facultad de Ciencias, UMDI Sisal de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Autor de correspondencia: ylopezo2001@alumno.ipn.mx

Recibido: 30 de agosto de 2022
Aceptado: 28 de octubre de 2022
Publicado en línea: 31 de octubre de 2022

Resumen

El desempeño social de las empresas ha surgido como una evaluación o valoración del comportamiento corporativo; éste estudia la forma en que una organización configura sus principios, procesos, políticas, programas y resultados en sus relaciones con la sociedad; considera un compromiso a largo plazo en lugar de acciones cortoplacistas u oportunistas y contempla tres principales dimensiones: bienestar de los empleados, comunidad y medio ambiente. En el presente trabajo se lleva a cabo la medición del desempeño social en el sector hotelero de los tres principales destinos turísticos del estado de Oaxaca (Ciudad de Oaxaca, Puerto Escondido y Huatulco), con la finalidad de proponer una escala de medición de las acciones que los hoteles realizan en pro de los empleados, la comunidad y el medio ambiente. Como resultado del proceso se presenta la validez estadística utilizando un análisis factorial con una confiabilidad de la escala de .867 medida a través del alfa de Cronbach.

Palabras clave: bienestar de los empleados, comunidad, medio ambiente.

Abstract

Corporate social performance has emerged as an evaluation or assessment of corporate behavior; it studies the way in which an organization configures its principles, processes,

policies, programs and results in its relations with society; it considers a long-term commitment instead of short-term or opportunistic actions and contemplates three main dimensions: employee welfare, community and environment. This paper measures the social performance of the hotel sector in the three main tourist destinations in the state of Oaxaca (Oaxaca City, Puerto Escondido and Huatulco), with the purpose of proposing a scale to measure the actions that hotels carry out in favor of employees, the community and the environment. As a result of the process, statistical validity is presented using a factor analysis with a scale reliability of .867 measured through Cronbach's alpha.

Key words: employee well-being, community, environment.

Introducción

Oaxaca es un destino turístico nacional e internacional que atrae a miles de visitantes al año por lo que el turismo representa un sector estratégico ya que es en una alternativa para impulsar el desarrollo económico y social por la derrama económica y generación de empleos que se crea en las zonas donde se establecen los destinos turísticos (Rodríguez Lázaro & Barradas Martínez, 2021). Sin embargo, el crecimiento del turismo ha llevado a que el territorio turístico haya caído en el interés de centrar sus esfuerzos en satisfacer los intereses de la oferta y las necesidades de la demanda, así como enfocar una gestión basada en intereses económicos (Otoya Chavarría, 2006); dejando de lado los impactos negativos ambientales y socioculturales, y a su vez sobreponiéndolo ante el bienestar y la calidad de vida de la población local (James Cruz, 2013).

Dado los beneficios que proporciona el sector hotelero en el estado, es primordial encadenar una serie de prácticas que promuevan el desarrollo local en conjunto con el medio ambiente (Otoya Chavarría, 2006). En este sentido, en el presente documento se estudió la medición del desempeño social en el sector hotelero del estado de Oaxaca.

Dentro de la literatura sobre desempeño social se ha planteado que ha surgido como una evaluación o valoración del comportamiento corporativo (Wood & Jones, 1995), por lo que los estudios sobre desempeño social se han enfocado al desarrollo de indicadores que permitan la medición del cumplimiento de los objetivos planteados por las empresas.

Por lo tanto, el desempeño social constituye un constructo multidimensional cuyo comportamiento varía en función de sus insumos, procesamientos y resultados (Waddock & Graves, 1997).

El desempeño social de las empresas incluye el estudio de preocupaciones ambientales y sociales, por lo que indica la configuración de una organización en los principios de responsabilidad, procesos de respuesta ambiental y social; y las políticas, programas y resultados observables en lo que se refiere a las relaciones de la empresa (Fischer & Sawczyn, 2013). Por lo tanto, el bienestar de los empleados es una medida tan relevante del desempeño organizacional como lo es el éxito financiero (Tetrick & Quick, 2011), ya que sin el trabajo de las personas no es posible alcanzar los objetivos empresariales (Reyes Ponce, 2004). Lescano, Montoro, Timaná & Revilla (2017) afirman que el desempeño social debe ser percibido como un conjunto de políticas orientadas por los valores de la empresa, y debe considerar tres dimensiones principales: comunidad, medio ambiente y empleados.

Los conceptos sobre desempeño social pueden resumirse de la siguiente manera:

Según Clarkson (1995), el desempeño social es definido como la capacidad de gestionar y satisfacer a los diferentes grupos de interés de la empresa.

Para Chiappetta Jabbour & Almada Santos (2008), el desempeño social de una empresa se considera como su eficacia para gestionar la diversidad de sus recursos humanos.

El desempeño social es un término global que se refiere a la evaluación realizada con métodos cuantitativos como cualitativos para valorar el grado de responsabilidad en temas sociales que asume una compañía (Laasch & Conawat, 2017).

El desempeño social hace referencia a las actividades de orientación social definidas como: políticas y prácticas de las empresas que reflejan la responsabilidad de las empresas para el bien de la sociedad (Lahouel, Zaied, Song, & Yang, 2020).

Para esta investigación el desempeño social se define como la forma en que el hotel asume su responsabilidad con la sociedad en los temas de bienestar de los empleados, la comunidad y el medio ambiente.

Materiales y métodos

Cuestionario

Adaptado de Das (2013) y Mousa & Othman (2020) se diseñó un cuestionario conformado por 15 preguntas que permitiera recabar información sobre la medida en que las acciones relacionadas con aspectos sociales están vinculadas con las partes interesadas y su contribución a la calidad de vida. Las preguntas estuvieron organizadas en tres dimensiones: la dimensión 1 corresponde al bienestar de los empleados y contiene cinco preguntas; la dimensión 2 corresponde a la comunidad y contiene cinco preguntas; y la dimensión 3 corresponde a medio ambiente y contiene cinco preguntas. A partir de esto, se realizó una prueba piloto con una muestra de 30 hoteles, con lo que se determinó la validez. Finalmente se aplicó el cuestionario a la muestra final de 157 hoteles y la información se recabó a través de entrevistas cara a cara, por teléfono y correo electrónico durante los meses febrero, marzo y abril de 2022.

Muestra

Se aplicó el cuestionario a dueños, gerentes y/o encargados de 157 hoteles de 3, 4 y 5 estrellas, de los cuales 90 se aplicaron en la Ciudad de Oaxaca, 26 en Puerto Escondido y 41 en Huatulco. Predominaron los hoteles de 3 estrellas (62%), la mayoría de las personas encuestadas fueron mujeres (51%), predominó el rango de edad de entre 29-39 años y las personas encuestadas tienen un grado académico de licenciatura (72%).

Medición del desempeño social

Para medir las dimensiones de bienestar de los empleados y comunidad se utilizó una escala tipo Likert de 5 puntos, donde 1=0 veces al año, 2=1 vez al año, 3=2 veces al año, 4=3 veces al año y 5=4 o más veces al año. Mientras que para medir la dimensión medio ambiente se utilizó una escala tipo Likert de 5 puntos, donde 1=0 al 20%, 2= 21 al 40%, 3= 41 al 60%, 4= 61 al 80% y 5= 81 al 100%.

Se realizó un análisis factorial utilizando el paquete Statitical Package of the Social Science (SPSS) versión 23 con el método de extracción por componentes principales y rotación de Varimax con normalización de Kaiser. Se consideraron como válidos todos los ítems con cargas factoriales mayores o iguales a 0.5 y la confiabilidad se determinó con el alfa de Cronbach (Tabla 1).

Resultados y conclusiones

Tabla 2 Análisis factorial de la variable desempeño social.

Ítem	Componente			Comunalidad
	1	2	3	
1. Medio ambiente				
Reducción de la contaminación atmosférica (MA11)	**0.929**	0.170	0.015	0.891
Reducción de la contaminación del agua (MA12)	**0.867**	0.212	0.116	0.811
Reducción de la contaminación acústica (MA13)	**0.899**	-0.002	0.133	0.826
Reducción del uso de insumos (MA14)	**0.867**	0.237	-0.119	0.822
Reducción del consumo de productos que generen residuos sólidos (MA15)	**0.747**	0.301	-0.304	0.740
2. Comunidad				
Ofrece oportunidades de empleo en la comunidad (CO6)	0.089	**0.757**	-0.120	0.595
Realiza acciones que contribuyen a la mejora de la salud de la comunidad (CO7)	0.390	**0.686**	0.227	0.674
Contribuye en la mejora de la seguridad de la comunidad (CO8)	0.338	**0.723**	0.289	0.720
Contribuye en la reducción de los residuos generados en el hotel que puedan afectar a la comunidad (CO9)	0.283	**0.694**	-0.213	0.607
Realiza donaciones para apoyar una causa común (CO10)	0.089	**0.695**	0.095	0.500
Desarrolla programas de formación y desarrollo personal para los empleados (BE1)	0.258	**0.611**	0.370	0.577
Proporciona vacaciones a los empleados (BE4)	-0.008	**0.679**	0.256	0.527
3. Bienestar de los empleados				
Promueve el ascenso de los empleados en el trabajo (BE3)	0.046	0.441	**0.543**	0.491
Permite el desarrollo social de los empleados a través de convivios (BE5)	-0.080	0.041	**0.818**	0.678
% varianza total explicada	41.728	17.494	8.350	**67.572**
Alfa de Cronbach				**0.867**
Medida de Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación				**0.782**
Esfericidad de Barlett				**1634.432**
Significancia				**0.000**

Método de extracción: análisis de componentes principales.
Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.
a. La rotación ha convergido en 4 iteraciones.

En el factor 1 las preguntas se agruparon de acuerdo con la dimensión propuesta por Das (2013) (MA11, MA12, MA13, MA14 y MA15) que hacen referencia a la reducción de la contaminación medioambiental por lo que se ha nombrado "medio ambiente". El factor 2 quedó conformado por siete ítems (CO6, CO7, CO8, CO9, CO10, BE1 y BE4) agrupado de acuerdo con las dimensiones propuestas por Mousa & Othman (2020) y Das (2013) relacionados con la medida en que el hotel realiza acciones orientadas a aspectos sociales y que están vinculadas con las partes interesadas; por lo que se ha nombrado "comunidad". El factor 3 quedó conformado por dos ítems (BE3 y BE5) relacionados con la medida en que los hoteles realizan acciones en pro de los empleados como lo propone Das (2013), por lo que se ha nombrado "bienestar de los empleados".

El objetivo de este trabajo fue proponer una escala que permitiera medir acciones que contribuyan al desempeño social de los hoteles del estado de Oaxaca, ya que representa un sector con grandes oportunidades de crecimiento socioeconómico. Así mismo, se pretende contribuir a los estudios empíricos existentes, pues, el desempeño social ha recibido poca atención en el contexto del sector hotelero ya que generalmente los estudios realizados están enfocados a los índices financieros, dejando de lado a los empleados, sociedad y medio ambiente que son elementos indispensables para la generación de servicios. En este sentido, el desempeño social representa un enfoque holístico ya que aborda aspectos internos y externos de las organizaciones.

Referencias

Chiappetta Jabbour, C. J., & Almada Santos, F. C. (2008). The central role of human resource management in the search for sustainable organizations. *The International Journal of Human Resource Management*, *19*(12), 2133-2154.

Clarkson, M. E. (1995). A stakeholder framework for analyzing and evaluating social performance. *Academy of management review*, *20*(1), 92-117.

Das, S. C. (2013). Corporate social reporting and human resource disclosures: experiencies from insurance companies in India. *Social Responsability Journal*, *9*(1), 19-32.

Fischer, T. M., & Sawczyn, A. A. (2013). The relationship between corporate social performance and corporate financial performance and the role of innovation: Evidence from German listed firms. *Journal of management control*, *24*(1), 27-52.

James Cruz, J. L. (2013). EL Turismo como estrategia de desarrollo económico: El caso de las ilas de San Andrés y Providencia. *Cuadernos del Caribe*(16), 37-56.

Laasch, O., & Conawat, R. (2017). *Responsible business: The textbook for management learning, competence and innovation.* Londres: Routledge.

Lahouel, B. B., Zaied, Y. B., Song, Y., & Yang, G. (2020). Corporate social performance and financial performance relationship: A dara envelopment analysis without explicit input. *Finance Research Letters*.

Lescano, C., Montoro, Á., Timaná, J., & Revilla, A. (2017). Los efectos del desempeño social en los resultados de la empresa: La importancia de la gestión social.

Mousa, S. K., & Othman, M. (2020). The impact of green human resource management practices on sustainable performance in healthcare organizations: a conceptual framework. *Journal of Cleaner Production*, *243*, 118595.

Otoya Chavarría, M. (2006). Turismo, motor de crecimiento y desarrollo de Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, *31*(1), 21-26.

Reyes Ponce, A. (2004). *Administración moderna.* México: Limusa.

Rodríguez Lázaro, J., & Barradas Martínez, M. R. (2021). Profesionalización de las empresas ecoturísticas oaxaqueñas, una estrategia para potenciar el desarrollo sostenible de las comunidades rurales. *Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca*, *5*.

Tetrick, L. E., & Quick, J. C. (2011). Overview of occupational health psychology: Public health in occupational settings. American Psychological Association .

Waddock, S. A., & Graves, S. B. (1997). Quality of management and quality of stakeholders relations:

Are they synonymous? *Business & society*, *36*(3), 250-279.

Wood, D. J., & Jones, R. E. (1995). Stakeholder mismatching: a theorical problem in empirical research on corporate social performance. *The International Journal of Organizational Analysis*, *3*(3), 229-267.

EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

CIIDIR OAXACA

www.ipn.mx

Hornos núm. 1003, Col. Noche Buena, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. C.P. 71230
Tel. CDMX (55) 57296000 ext. 82700, Tel. Oaxaca +52 (951) 517 0610/ 517 1199 Ext. 82700
www.ciidiroaxaca.ipn.mx / correo electrónico: ciidiroaxaca@ipn.mx