



UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

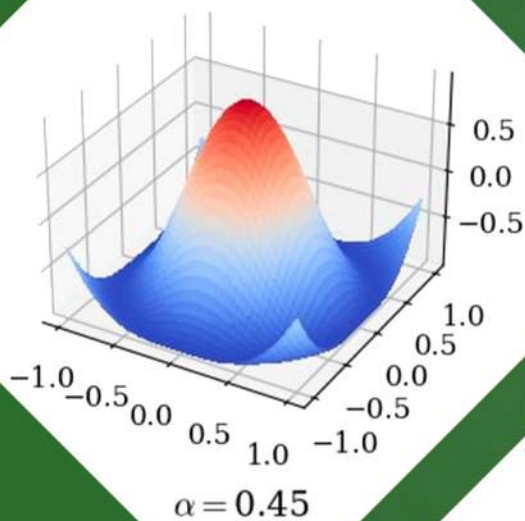
JOBS

Journal of Basic Sciences

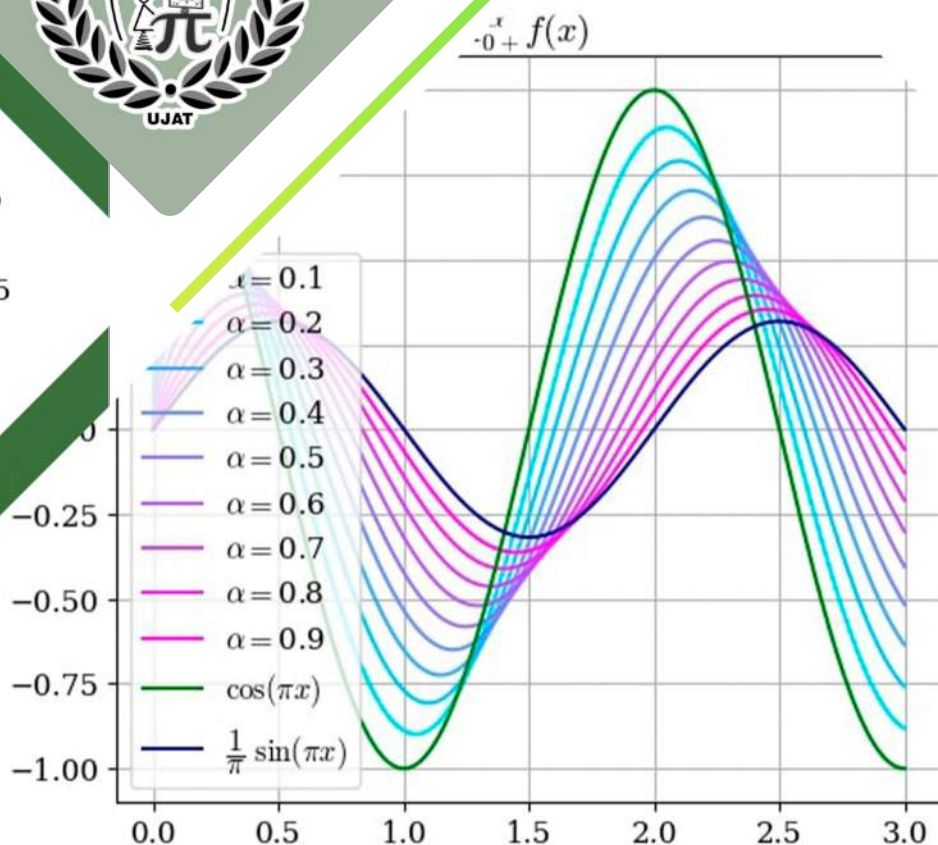
DACB • UJAT



$f(x, y) (\alpha = c)$



$-0^x + f(x)$



Con el número 30 del Journal of Basic Sciences, se inicia el volumen 11 de esta revista correspondiente al año 2025. El carácter multidisciplinario de esta revista, permite enriquecer su contenido con perspectivas variadas que abordan diversas problemáticas en el área de las ciencias básicas y disciplinas afines.

De esta forma, se presenta una contribución que desarrolló generalizaciones en cálculo multivariable para llegar a nuevas diferenciales totales fraccionarias, las cuales juegan un papel importante en la modelación de gran número de fenómenos. Por otro lado, se incluye también una aportación que trata sobre el desarrollo de un método para resolver la ecuación de transporte conservativa en dominios específicos, incluyendo su validación y prueba para demostrar sus capacidades.

Se incluye además, un reporte encaminado a mejorar la calidad de imágenes, mediante técnicas de discretización numérica presentando una evaluación cualitativa y cuantitativa de los resultados obtenidos. En otro orden de ideas, se centra la atención hacia el estudio de sistemas aleatorios y la complejidad en su modelación, mostrando un estudio inferencial para un proceso de Poisson mixto, que lleva a la obtención de expresiones para densidad predictiva.

Es innegable que el aprendizaje de las matemáticas representa un reto actual que no debe soslayarse. En este sentido, se incluye un estudio que muestra la relación entre el desarrollo de la memoria de trabajo y el aprendizaje de identidades trigonométricas por parte de jóvenes del nivel medio superior, mostrando los subcomponentes necesarios en el razonamiento para el aprendizaje de este tema. En otra contribución relativa a la matemática educativa, se presenta una propuesta para atender el aprendizaje de los polígonos por estudiantes de bachillerato, mediante una serie de actividades diseñadas ex profeso que permiten una mejora en la comprensión de la temática.

En un contexto diferente, está el estudio dirigido a evaluar la actividad antibacteriana de extractos de plantas del género *Cecropia*, de uso tradicional en el sureste mexicano, correlacionando esta propiedad con el perfil fitoquímico analizado. Se presenta además, una contribución encaminada a analizar el impacto, que en los últimos años, han ocasionado derrames petroleros en el sureste mexicano, con especial énfasis en la afectación a cultivos agrícolas.

La atención de problemas de salud está dada a través de dos artículos que forman parte de este número. Por un lado, se comparó la resistencia a la insulina a través de índices específicos en momentos anteriores y durante la pandemia de COVID-19; en otro aporte, se analiza la relación entre diversos factores de riesgo asociados a la población joven y la enfermedad de Chagas. Mientras que en el área de la ciencia de los materiales, se incluye una propuesta para la obtención de derivados de poliuretano, con un método eficiente y compacto.

De esta forma el Journal of Basic Sciences acerca a sus lectores al amplio panorama del quehacer científico.

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Lic. Guillermo Narváez Osorio.
Rector

Dr. Luis Manuel Hernández Govea.
Secretario de Servicios Académicos

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez.
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

Dr. Pablo Marín Olán. Director de Difusión,
Divulgación Científica y Tecnológica

Directorio Divisional División Académica de Ciencias Básicas

Dra. Hermicenda Pérez Vidal.
Directora

Dr. Luis Manuel Martínez González.
Coordinador de Investigación

M.C. Abel Cortazar May.
Coordinador de Docencia

L.Q. Esmeralda León Ramos.
Coordinador de Difusión Cultural y Extensión

CONSEJO EDITORIAL

- **Dr. Carlos Ernesto Lobato García.** Editor en Jefe. DACB, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, <https://orcid.org/0000-0003-3734-7780>
- **Dr. Adib Abiu Silahua Pavón.** Gestor Editorial. DACB, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, <https://orcid.org/0000-0001-5344-1430>

COMITÉ EDITORIAL

- **Mtra. Claudia Gisela Vázquez Cruz.** Editora Asociada. Actuaría. DACB, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, <https://orcid.org/0009-0002-1791-5621>
- **Mtra. María Hortensia Almaguer Cantú.** Editora Asociada. Ciencias de la Computación. DACB, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, <https://orcid.org/0009-0007-7839-9014>
- **Dr. José Arnold González Garrido.** Editor Asociado. Ciencias Farmacéuticas. DACB, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. <https://orcid.org/0000-0003-1135-4050>
- **Dr. José Luis Benítez Benítez.** Editor Asociado. Física. DACB, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. <https://orcid.org/0009-0000-0561-5029>
- **Mtro. Guillermo Chávez Hernández.** Editor Asociado. Geofísica. DACB, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, <https://orcid.org/0000-0002-3555-9678>
- **Dra. Addy Margarita Bolívar Cimé.** Editora Asociada. Matemáticas. DACB, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, <https://orcid.org/0000-0002-7342-0888>
- **Dra. Nancy Romero Ceronio.** Editora Asociada. Química. DACB, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, <https://orcid.org/0000-0001-8169-3811>

JOURNAL OF BASIC SCIENCES, Vol. 11, Núm. 30, abril de 2025, es una publicación continua cuatrimestral, editada por la División Académica de Ciencias Básicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Av. Universidad S/N, Zona de la Cultura, Col. Magisterial, C.P. 86040, Villahermosa Tabasco, México. Tel. (+52) (933) 358 1500 Ext. 5040. <https://revistas.ujat.mx/index.php/jobs>. Editor Responsable de la Revista: Carlos Ernesto Lobato García. Reserva de derechos al uso exclusivo 04-2015-052110084000-203, ISSN: 2448-4997, ambos otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Av. Universidad S/N, Zona de la Cultura, Col. Magisterial, Centro, Tabasco. C.P. 86040. Fecha de última actualización, 30 de enero de 2025.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación y de esta Casa Editora.

Las publicaciones respaldadas con el sello editorial de la UJAT no podrán utilizarse para entrenar modelos de IA generativa, a menos de que haya una declaración expresa, tanto de la Universidad como de los autores y/o herederos.

CONTENIDO

	Pag.
On Riemann-Liouville Operators for Functions of One and Several Variables	1-15
An unstructured finite-volume method for the two-dimensional conservative transport equation	16-31
Impacto de la discretización numérica del modelo de variación total de eliminación de ruido	32-44
Inferencia bayesiana sobre el parámetro de intensidad de un proceso de Poisson mixto-gamma	45-59
Memoria de trabajo y desempeño en demostración de identidades trigonométricas: Un modelo de ecuaciones estructurales	60-68
La visualización en la construcción de polígonos regulares por estudiantes de educación Media Superior	69-83
Perfil químico del extracto hidroalcohólico de <i>Cecropia</i> spp y su actividad antimicrobiana	84-92
Afectaciones en cultivos de Veracruz y Tabasco por derrame de petróleo en los últimos seis años	93-105

Evaluación de la resistencia a la insulina mediante el índice TyG: comparación prepandemia y pandemia de COVID-19	106-114
Relationship between risk factors and prevalence of Chagas disease in young people in Tabasco, Mexico	115-125
Metodología eficiente y compacta para la síntesis de Poliuretanos y Poliuretano-ureas Segmentados	126-135

Afectaciones en cultivos de Veracruz y Tabasco por derrame de petróleo en los últimos seis años

Javier-Jiménez, D.G.¹; Alor-Chávez, M. de J.^{1*}; Morales-Bautista, C.M.¹; Méndez-Olán, C.¹; Chablé-Candelerero, R.¹.

¹División Académica de Ciencias Básicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, C.P. 86690 Cunduacán, Tabasco, México.

*maricela.alor@ujat.mx

Resumen

La presente investigación analizó el impacto de los derrames de petróleo en los cultivos de Veracruz y Tabasco, México, del 2017 al 2023. Se centró en recopilar datos de diferentes fuentes bibliográficas, incluyendo estudios previos y reportes gubernamentales, para identificar las causas que ocasionaron estos derrames, tales como falta de mantenimiento, robo de hidrocarburos, etc. así como sus consecuencias en el medio ambiente y la salud humana, específicamente en la afectación de los cultivos. El estudio se enfocó principalmente en los derrames que ocasionan un daño en los cultivos (maíz, coco, cacao, entre otros) y propone alternativas para minimizar futuros derrames y sus impactos negativos. Finalmente, este trabajo enfatiza la vulnerabilidad de los ecosistemas y la población ante este tipo de eventos.

Palabras claves: *Petróleo, derrames, cultivos, contaminación, medio Ambiente*

Abstract

This research analyzed the impact of oil spills on crops in Veracruz and Tabasco, Mexico, from 2017 to 2023. It focused on collecting data from different bibliographic sources, including previous studies and government reports, to identify the causes that caused these spills, such as lack of maintenance, hydrocarbon theft, etc. as well as their consequences on the environment and human health, specifically on the affectation of crops. The study focused mainly on spills that cause damage to crop (corn, coconut, cocoa, among others) and proposes alternatives to minimize future spills and their negative impacts. Finally, this work emphasizes the vulnerability of ecosystems and the population to this type of events.

Keywords: *Oil, spills, crops, pollution, environment*

Recibido: 17 de diciembre de 2024, Aceptado: 27 de marzo de 2025, Publicado: 30 de abril de 2025

1. Introducción

México ocupa el doceavo lugar en la producción de hidrocarburos a nivel mundial, esto por la gran variedad de recursos naturales que se presentan en el territorio mexicano. Entre los estados considerados petroleros destacan dos: Veracruz, que en 2023 cerró con una producción de petróleo crudo de 111,109 mil barriles diarios (Mbd) y Tabasco, que alcanzó una producción de 487,809 mil barriles diarios (Mbd) ambos datos correspondientes a diciembre de ese año, según información de la Secretaría de Energía [1].

El petróleo desempeña un papel crucial en la economía mexicana, no obstante, factores como la falta de mantenimiento de los ductos, el robo de hidrocarburos, los desastres naturales, han provocado derrames desde su explotación en los estados mencionados anteriormente. Estos eventos han contaminado cultivos en las regiones afectadas, causando graves repercusiones en la economía, la salud y el patrimonio de los pobladores [1].

El objetivo del presente artículo fue la recopilación de datos reportados acerca de los derrames de petróleo más relevantes en los suelos de Veracruz y Tabasco, y correlacionar las afectaciones en los cultivos.

Los derrames de hidrocarburos han sido una problemática recurrente, especialmente en regiones con intensa actividad petrolera. Estas situaciones conllevan diversas consecuencias y efectos negativos para las áreas afectadas. Suarez en 2014 menciona que las zonas con actividad petrolera reactivan a la sociedad y economía del lugar como también propicia una mejor calidad de vida de la población local [2]. Sin embargo; estas actividades, pueden provocar un desequilibrio en los ecosistemas, contaminación ambiental y otros impactos negativos. Por su parte, Guerrero-Useda en 2021, sostiene que las actividades que integran la extracción de petróleo y gas deben considerar la biodiversidad, delimitando cuidadosamente las operaciones para minimizar el daño sin interrumpir los ciclos de las especies que habitan y se desarrollan en los ecosistemas locales [3].

Algunos estudios realizados en relación con el objetivo de la investigación son:

Durán-Carmona en 2018, llevó a cabo una síntesis y análisis de una problemática ocurrida en el ejido de Oxiacaque, en el municipio de Nacajuca, Tabasco. La investigación se centró en la explosión de un pozo petrolero y la interacción generada entre este evento y las comunidades locales. Como parte del estudio, se aplicó una encuesta a 500 habitantes de la población afectada, en donde los resultados representan la vida cotidiana de las personas. Algunas de las causas del derrame fueron la exploración y explotación del lugar como distintos ámbitos de la población. Las afectaciones reportadas incluyeron: el suelo (Deterioro de la vegetación terrestre y pérdida de fertilidad en cultivos), la fauna (Impacto negativos en animales de traspacio, peces y ganado) y, la salud (Aparición de enfermedades como dermatitis severa, dolor de cabeza, oído y garganta, así como crisis nerviosa). Los cultivos característicos de la región, como cacao, mango, plátano y tamarindo, resultaron gravemente dañados, afectando la economía local [4].

En la investigación de Muñoz (2019) se llevó a cabo un estudio sobre la evaluación del impacto socioambiental en el municipio de Comalcalco, donde identificaron, analizaron y jerarquizaron los impactos ambientales generados por actividades relacionadas con hidrocarburos. Las posibles causas del derrame en la localidad fueron la falta de mantenimiento de la infraestructura, el transporte de los ductos que atraviesan la comunidad y el robo de hidrocarburos. Estas situaciones derivaron en afectaciones

significativas tanto al medio ambiente (contaminación del suelo, agua y aire) como a la salud (problemas respiratorios, piel y vista), además se reflejó la contaminación a cultivos locales como el cacao y coco.

Almaraz -Leyva (2020) investigó la zona de Tihuatlán, Veracruz. En donde había antecedentes de derrames de hidrocarburos y en donde se realizaron 10 entrevistas cualitativas semi estructuradas a personal de instituciones y 322 encuestas aplicadas a los habitantes de la localidad. La encuesta fue estructurada para la comprensión de adultos y jóvenes en un rango de edad mayor a 17 años, estas preguntas fueron orientadas en afectaciones, lineamientos para contingencia, impacto en el medio ambiente e impacto en actividades productivas, del hogar y recreativas. La investigación reflejó diferentes causas como la exploración, explotación, transporte de petróleo y almacenamiento; las afectaciones contemplaron la contaminación del medio ambiente (contaminación del arroyo Totolapa, suelo, aire y vegetación). También resultaron afectaciones a la fauna (animales de traspatio y especies del entorno) y afectaciones a la salud (dolor de cabeza, temperatura, irritación de ojos, irritaciones y manchas en la piel). Los cultivos afectados fueron maíz, naranja, limón y plátano.

Estos antecedentes destacan las afectaciones provocadas por las actividades petroleras en los estados de Veracruz y Tabasco. Entre los principales impactos identificados se encuentran la contaminación de suelo, agua y aire. Otras se centran en las enfermedades que experimentaron los pobladores debido a los derrames ocurridos. Por esta razón, la presente investigación recopila y analiza las afectaciones registradas en los dos estados antes mencionados, con el objetivo de proponer alternativas útiles que ayuden a minimizar los derrames y, al mismo tiempo, evitar el impacto negativos en los cultivos locales.

2. Materiales y Métodos.

Para el desarrollo del presente artículo bibliográfico, se realizó una exhaustiva búsqueda de información sobre los principales derrames ocurridos en los suelos de los estados mencionados previamente. La información fue recopilada de diversas fuentes, incluyendo artículos, tesis, entrevistas, reportes, entre otros; utilizando buscadores académicos e instancias gubernamentales como (Google Académico, Senado de la República, Gobierno de Veracruz y Tabasco, PEMEX). Adicionalmente, se emplearon otras fuentes propias que contenían datos relevantes. La información recopilada incluyó detalles como: fecha, ubicación, afectaciones, cultivos dañados entre otros aspectos relacionados con los derrames. Algunas de las palabras claves empleadas en la búsqueda son derrame, cultivos y afectaciones.

Con los derrames identificados, se llevó a cabo un análisis y clasificación de diversos parámetros, tales como la fecha, la causa, los efectos, cultivos afectados y otros parámetros. Esta información se utilizó para construir una base de datos. Se empleó el programa Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (versión 2501 compilación 16.0.18429.20132) de 64 bits para representar la información y los parámetros más importantes. Como información adicional, se realizaron consultas en la página del INEGI, donde se buscó la población total de la comunidad (censo 2020) y la morbilidad del municipio o zona afectada [7,8].

3. Resultados

En la **tabla 1**, se describen los derrames relevantes en Veracruz y Tabasco del 2017-2023. Estos derrames están clasificados empezando por la Estado, zona, extensión territorial, afectaciones, causas, cultivos afectados por el derrame, consecuencias, fecha y fuente.

Tabla 1. Derrames de petróleo relevantes en Veracruz y Tabasco y cultivos afectados.

Estado, Zona y extensión municipal (Km ²)	Afectaciones	Causas	Cultivos	Consecuencias	Fecha
					Fuente
Estado: Veracruz Zona: Papantla Extensión: 1,458 km ²	Contaminación del suelo: Cultivos de vainilla y cítricos del lugar. Se presentó el desplazamiento de los pobladores, debido a la baja producción de sus parcelas, y optaron por sembrar en otras partes propiciando afectaciones económicas. Los derrames presentados contribuyen en aumentar enfermedades relacionadas con actividades petroleras.	La zona ya había tenido antecedentes de derrames por motivos de exploración y explotación.	Vainilla, naranja.	Desplazamiento de la agricultura local	2017 Chenaut, V. (2017) [9]
Estado: Veracruz Zona: Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río Extensión: 63.99 km ²	El derrame del 4 de octubre del 2018 afectó a la fauna (mortandad de armadillos, tortugas, peces, lagartos, víboras y aves, se sospecha que fue por contacto con el agua contaminada. Contaminación del suelo y desplazamiento de los pobladores, ya que tuvieron que irse de sus casas a zonas seguras mientras se realizaba el aseguramiento y saneamiento de la zona.	El derrame de hidrocarburos en la zona de Nanchital no se especifica si fue por falta de mantenimiento o por otras circunstancias. Las lluvias en la zona afectada provocaron que el hidrocarburo se desplazara al arroyo Tepeyac.	Frijol y maíz en grano.	Desplazamiento de personas	4 de octubre del 2018 Senado de la República. (2018). [10]

Estado: Veracruz	Contaminación de suelo (ecotoxicidad a los organismos, limitación en la absorción de agua, disminución en la retención de humedad y nutrientes, compactación, así como cambios en pH y salinidad).	En general la exploración, explotación, transporte de petróleo y almacenamiento ha ocasionado contaminación en la zona afectada durante años a los pobladores.	Maíz, naranja, limón, plátano.	Disminución de la fertilidad para sembrar	18 de octubre del 2018
	Contaminación del agua (Película del hidrocarburo interfiere con el paso de la luz en agua y aumento de la toxicidad). Afectación de la salud: Se presentan casos con dermatitis y efectos psicológicos (síntomas depresivos como ansiedad y estrés). Social: Involucra casos donde los pobladores fueron desplazados de las zonas afectadas por pérdida de empleo u otras razones.				
Zona: Oleoducto Humapa-CAB Tajin, Tihuatlán				Alteración Microbiológica	
Extensión: 828.3 km ²					
Estado: Tabasco	Efectos en el medio ambiente: Contaminación de pequeños arroyos que pasan por la zona afectada, la población dejó de usar el líquido para uso doméstico y de riego.	Falta de mantenimiento de los ductos y robo de hidrocarburos. Explosiones e incendios: Donde se liberan diferentes componentes tóxicos al ambiente. Otras causas pueden ser el transporte y disposición final del petróleo"	Cacao, caña de azúcar, copra, frijol, maíz, melón, naranja, sandía, coco.	Toxicidad Química	2019
	Contaminación de suelo (salinidad). Se generó una fuerte contaminación en la fauna (contaminación de las fuentes				
Zona: Ranchería Lázaro Cárdenas, Comalcalco.				Disminución de especies	
Extensión: 723.19 km ²					

Almaraz Leyva, N. E.
(2020). [6]

	primarias como el agua, su alimentación y muerte de estas especies). Afectación a la salud humana: Las personas expuestas a fuentes contaminadas presentaron problemas en vías respiratorias, piel y vista				Muñoz, Y. P. (2019). [11]
Estado: Veracruz	Se presentó la contaminación de suelo (erosión de la tierra y plantas).				2019
Zona: Arroyo el Frijolillo, ejido Emiliano Zapata, Papantla, Veracruz	También se generó la contaminación de agua, (rio "Frijolillo"), el cual es una fuente vital para los pobladores. Afectación a la salud: los efectos se reflejan en casos relacionados con la piel, las vías respiratorias y dolores de cabeza.	Falta de mantenimiento de ductos: El cual pasa por la comunidad y ha provocado diferentes derrames a lo largo de los años.	Maíz, frijol, chile, vainilla y naranja.	Aumento de enfermedades	
Extensión: 1,458 km ²					Bustamante, J. C. U. (2021). [12]
Estado: Veracruz	Medio ambiente: Las afectaciones involucraron la contaminación del agua que corresponde a la concentración del petróleo en el fondo del río. Como también la contaminación del suelo y otros factores	Un derrame de hidrocarburo originado en la refinería de Minatitlán afectó varios kilómetros del río Coatzacoalcos. Esto por causas desconocidas.	Frijol, limón, maíz en grano y naranja.	Alteración microbiológica Disminución de las especies marinas locales	25 de Junio del 2020
Zona: Minatitlán					
Extensión: 723.19 km ²					

	como los pastos cercanos y manglares del río. En cuanto a Fauna, podemos referirnos a la contaminación de camarones y mojaras, los cuales se comercializaban para consumo humano.				Senado de la República. (2020). [13].
	El derrame alteró al medio ambiente involucrando diferentes efectos (contaminación de flora, fauna y agua). La laguna antes mencionada tiene una extensión de 62 kilómetros cuadrados rodeada de pantanos y vegetación de manglar. Esta laguna es usada para el desarrollo de diferentes actividades tanto sociales, económicas y ambientales. Efectos en la salud: Intoxicación de las personas por medio de los peces y otros alimentos que se utilizan para consumo humano; esto se ve reflejado ya que los pobladores mencionaron el riesgo de más de 40 mil contenedores de ostión que usan para la venta y consumo. Cabe destacar que esta laguna es aledaña a la zona de la refinería olmeca				Pérez M, S. (2020). [14]
Estado: Tabasco		Derrame de hidrocarburo que se extendió a la Laguna de Mecoacán, uno de los lugares más importantes para la pesca y la producción ostrícola a nivel nacional. Hay antecedentes en la laguna de Mecoacán, incluso años atrás por exploración y explotación.			
Zona: Laguna de Mecoacán, ranchería “José María Morelos”, conocida como “El Bellote”, Paraíso.					
Extensión: 577.55 km ²			Coco y cacao.	Cambios biológicos Intoxicación	29 de mayo del 2020

Estado: Tabasco	Ocasiónó daños al medio ambiente como la contaminación del suelo (vegetación propia del lugar y de diferentes terrenos de la comunidad que posiblemente se usaban para el cultivo). Efectos sobre la salud debido a la contaminación de las fuentes primarias.	Derrame de hidrocarburo: La comunidad es una zona donde hay gran actividad petrolera como la exploración, explotación y transporte. Aproximadamente 10 hectáreas de distintos terrenos fueron dañadas.	Cacao, caña de azúcar, copra, frijol, maíz, melón, naranja, sandía, coco.	Desplazamiento de la agricultura local	Junio del 2020	Ramírez, P. (2022). [15]
Zona: Patastal, Comcalcalco						
Extensión: 723.19 km ²						
Estado: Tabasco	Las afectaciones provocaron la contaminación de agua en costas en Tabasco. En la fauna se puede reportar: 20 especies de cetáceos (mamíferos), al menos 4 tortugas marinas con alguna categoría de protección, 1,500 especies de peces, y especies en peligro como tiburones ballena y blanco, y las mantarrayas gigantes.	Derrame provocado posiblemente por el uso erróneo en el tamaño de las tuberías. PEMEX mencionó que la tubería tiene 12 pulgadas, pero esto no coincide con el tamaño de las llamas. A menor tamaño, estas aumentan la presión de operación y propicia un mayor riesgo de liberación.	Coco.	Pérdida de biodiversidad, la alteración de la cadena alimenticia y la transmisión de enfermedades	Julio del 2021	Quiroz, Y. (2021). [16]
Zona: Plataforma marina Ku-Maloob-Zap						
Extensión: Sin datos						
Estado: Veracruz	Afectaciones al medio ambiente: La fauna (serpientes y animales nativos), flora, cultivos agrícolas (10 hectáreas) y arroyos. Esta zona es representativa porque alberga comunidades originarias; las cuales fueron afectadas y presentaban preocupación sobre su salud.	"El derrame de petróleo fue derivado de la falta de mantenimiento por un estallido en lo que se supone sea la línea principal del Pozo Santa Agueda 223."	Ajonjolí, café cereza, chile verde, frijol, limón, maíz, naranja, papaya, plátano, sandía, tomate verde y toronja.	Disminución de tierra cultivable a comunidades originarias	Julio del 2022	Valenzuela G, C. A. (2022). [17]
Zonas: comunidades de Santa Agueda, Adolfo Ruiz Cortines y Casa Blanca, Papantla.						
Estado: 1,458 km ²						

Estado: Tabasco	El agua en general no tuvo más efectos negativos debido a las barreras de contención, pero la población de diferentes municipios fue afectada en sus actividades cotidianas. Ya que las bombas de agua fueron cerradas afectando así a las poblaciones.	El derrame se extendió sobre el río Samaria, llegando a algunas partes de Tabasco. Algunas plantas potabilizadoras de Huimanguillo, Cunduacán y El Mango fueron cerradas por presencia de petróleo.	Aguacate, cacao, caña de azúcar, arroz palay, café cereza y copra.	Impacto económico a diferentes sectores	Julio del 2022
Zona: Río Samaria, Huimanguillo y Cunduacán					
Extensión: 3,718.63 km ² en Huimanguillo y de 598.74 km ² en Cunduacán					
					Gobierno de Tabasco. (2022). [18]
Estado: Veracruz	Las zonas afectadas aumentaron por medio de las corrientes marinas. En donde el impacto al ecosistema es cada vez más preocupante para los pobladores del lugar ya que en las costas muchas de las comunidades se mantienen de la actividad pesquera.	El derrame fue ocasionado por el mantenimiento de ductos. La red de ductos de los campos Ek Balam concluyó su periodo de vida útil, por lo que, en forma preventiva se efectúa el cambio por una nueva red.	Coco	Desequilibrio en ecosistemas marinos	6 de julio del 2023
Zona: Costas de Veracruz					
Extensión: Sin datos					
					Viggiano, A. C. (2023). [19]

*Cultivos tomados del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2023).

Los cultivos afectados por los derrames de petróleo se esquematizan en la **figura 1**, destacando aquellos que fueron más frecuentes en el análisis realizado. Entre los cultivos más afectados se encuentran el maíz, coco, caña de azúcar y café. Estos productos agrícolas se mencionaron reiteradamente investigaciones, ya que son cultivos importantes para ambos estados debido al nivel de producción y la similitud en las condiciones climáticas que favorecen su producción (SIAP, 2023) [20].

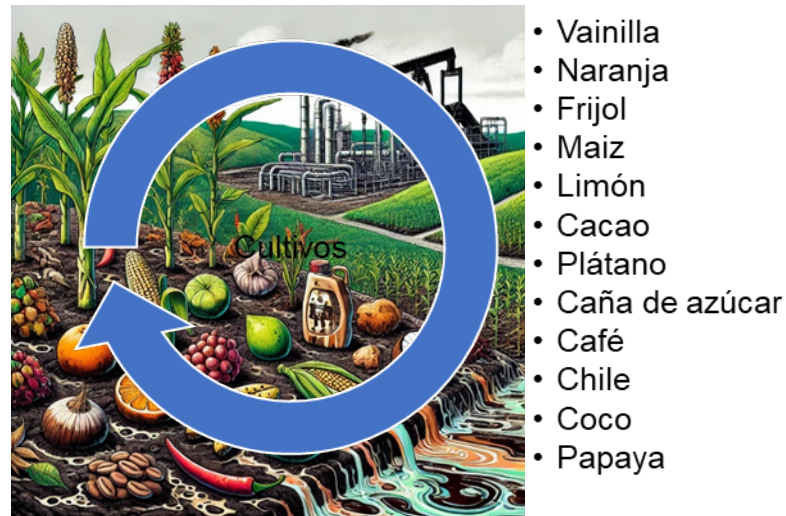


Figura 1. Cultivos identificados. Elaboración con IA

Los cultivos identificados en las zonas investigadas se pueden clasificar en 4 tipos: perenne, anuales, bienal, temporal (ver tabla 2). Esta clasificación indica que cualquier tipo de cultivos pueden ser afectados durante un derrame de petróleo.

Tabla 2. Clasificación de Cultivos

Tipo de cultivo	Cultivo registrado en la zona
Perenne	Naranja, cacao, plátano, caña de azúcar, Café cereza, vainilla, coco
Anuales o cíclicos	Chile, Maíz, frijol
Bienal	Papaya
Temporal	Limón, Maíz Temporal

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la **tabla 2**, se identificó que los cultivos perennes son los más frecuentes, esto debido a que en México ocupan 1,272 mil hectáreas de la superficie total del país, los cuales proporcionan dos terceras partes del volumen de producción porque sus cultivos más importantes tienen un peso más elevado que la mayoría de los cíclicos [20].

Los derrames de petróleo crudo suelen estar acompañados de otros contaminantes; por ejemplo, un estudio realizado en el Activo Petrolero Cinco presidentes (Campos Petroleros Rodador y La Venta). En el cual se caracterizaron las comunidades vegetales en un área afectada por derrames de petróleo, en su estructura y composición florística; se encontraron 52 derrames, de los cuales la mayoría afectó a los suelos Histoles y zonas manglar. Esta zona estaba compuesta por palmar, matorral, selva baja inundables, manglar e hidrófitas, así como pastos tolerantes a la humedad, cultivos múltiples y perennes (plantaciones de coco).

Todas las zonas presentaron contaminación debido a los hidrocarburos y metales pesados como Ni y V [21].

Los derrames pueden provocar pérdida de nutrientes, modificación de las plantas, acumulación de metales en raíces y poco crecimiento entre otros factores. Esto se respalda lo hecho por [22] Ortega-Ortiz et al., 2003, los cuales realizaron una comparación de los cultivos anuales y árboles frutales perennes, donde se encontró que la disminución de nutrientes en los suelos afecta el crecimiento de la raíz y el brote. Otros factores que pueden alterar a estos tipos de cultivos son los elementos químicos como Pb, Cr, Cd, Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Sn, Ba, Hg los cuales no pueden ser degradados por los cultivos.

4. Conclusiones

Los derrames de hidrocarburos han sido una problemática recurrente, en regiones con intensa actividad petrolera. En Veracruz, los municipios donde se han reportados derrames de petróleo fueron: Papantla, Minatitlán, Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río y Tihuatlán. Por otro lado, en Tabasco los municipios con mayores registros de estos incidentes fueron Comalcalco, Cunduacán, Cárdenas, Huimanguillo y Paraíso.

La información obtenida fue organizada y analizada donde se clasificaron las causas y efectos que pueden provocar los derrames. Esta investigación evidenció que los derrames en Veracruz y Tabasco pueden originarse por: Falta de mantenimiento de ductos, robo de hidrocarburos, actividades de exploración, explotación, transporte y almacenamiento. Estos derrames generan múltiples afectaciones que se pueden clasificar en: Medio ambiente (contaminación del suelo, agua, flora y fauna), la salud (enfermedades relacionadas con el sistema digestivo, respiratorio, tegumentario y nervioso) y, sociales y económica (impactos negativos en las comunidades y economía locales). De acuerdo con las causas identificadas y sus afectaciones, se proponen diversas alternativas para minimizarlos los derrames de petróleos, tales como proveer información básica a las personas que habitan en de zonas con probabilidades de derrames, aplicar las normas mexicanas correspondientes, combatir la corrupción, capacitar adecuadamente a los trabajadores y realizar inspecciones periódicamente de la infraestructura.

Veracruz y Tabasco comparten algunos factores determinantes como suelos (Vertisol, Gleysol, Histosol etc.) y los tipos de cultivos presentes en la región: perennes, anuales, bienales y temporales. Estos cultivos suelen verse afectados por la actividad petrolera del lugar, generándose consecuencias como la disminución de la producción, acumulación de metales en los suelos, cambios en la estructura física del suelo y otras afectaciones acerca de la calidad y productividad de los cultivos.

5. Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la División Académica de Ciencias Básicas por el apoyo brindado durante la realización de este trabajo de investigación.

6. Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

7. Declaración de uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que las figuras 1 y 2, fueron modificadas empleando inteligencia artificial a través de ChatGPT para fines ilustrativos de cultivos identificados en el apartado de resultados y en el resumen gráfico para mostrar el efecto de hidrocarburos sobre el cultivo.

8. Resumen gráfico

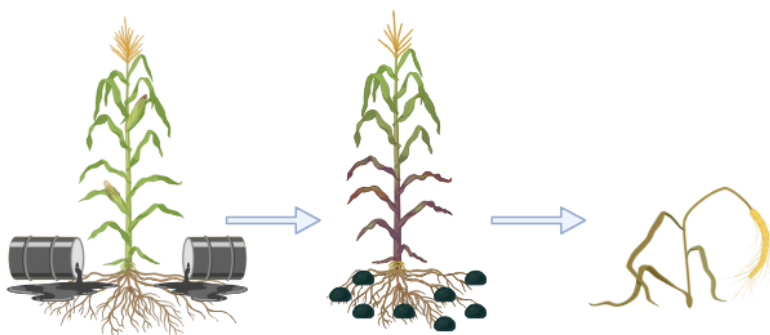


Figura. 2. Efecto del Hidrocarburo sobre el cultivo. Elaboración propia con IA

9. Referencias

- [1] SIE, "Producción de petróleo crudo por entidad federativa," 2023. [En línea]. Disponible en: <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=PMXB1C02>.
- [2] S. Suárez Tamayo, "El desarrollo industrial y su impacto en el medio ambiente," *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, vol. 52, no. 3, pp. 357-363, 2014.
- [3] M. Guerrero-Useda, "Equilibrio ambiental, extracción petrolera y riesgo de desastres en el oleoducto trasandino colombiano," *IPSA Scientia, Revista Científica Multidisciplinaria*, vol. 6, no. 3, pp. 86-101, 2021.
- [4] V. Durán-Carmona, "Impacto ambiental por la explosión del pozo Terra 123 en comunidades indígenas de Nacajuca, Tabasco," 2018.
- [5] Y. P. Muñoz, "Evaluación de impacto socioambiental por derrame de petróleo de un ducto en Comalcalco, Tabasco," *Journal of Basic Science*, vol. 5, no. 15, 2019.
- [6] N. E. Almaraz-Leyva, "Percepción de la población respecto a los lineamientos aplicados ante un derrame de petróleo en un sitio afectado de Tihuatlán, Veracruz," Tesis doctoral, Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 2020.
- [7] INEGI, "Archivo histórico de localidades geoestadísticas," 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/ahl/>.
- [8] INEGI, "Morbilidad," 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/continuas/salud/mobhospital.asp?s=est&c=33422&proy=esep_mobhospital.

- [9] V. Chenaut, "Impactos sociales y ambientales de la explotación de hidrocarburos en el municipio de Papantla, Veracruz (México)," *e-cadernos CES*, no. 28, 2017.
- [10] Senado de la República, "Gaceta del Senado," 8 de noviembre de 2018. [En línea]. Disponible en: https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_del_senado/documento/85657.
- [11] Y. P. Muñoz, "Evaluación de impacto socioambiental por derrame de petróleo de un ducto en Comalcalco, Tabasco," *Journal of Basic Science*, vol. 5, no. 15, 2019.
- [12] J. C. Bustamante, "La ambivalencia del petróleo: transformaciones paisajísticas de un ejido totonaco en la selva alta del norte de Veracruz (1900-2020)," 2021.
- [13] Senado de la República, "Gaceta Parlamentaria," 8 de julio de 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_del_senado/documento/109796.
- [14] S. Pérez M., "Gaceta Parlamentaria," Senado de la República, 10 de junio de 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_del_senado/documento/108788.
- [15] P. Ramírez, "Pemex registra 176 derrames y fugas de alto impacto ambiental de 2018 a 2021," *Causa Natura Media*, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://causanaturamedia.com/periodismo-cn/pemex-registra-176-derrames-y-fugas-de-alto-impacto-ambiental-de-2018-a-2021>.
- [16] Y. Quiroz, "El alto costo de un ecocidio: la explosión de gas en el ducto de Campeche," *Este País*, no. 6, 2021.
- [17] C. A. Valenzuela G., "Gaceta Parlamentaria," Senado de la República, 27 de julio de 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_del_senado/documento/127857.
- [18] Gobierno de Tabasco, "Reanuda CEAS operaciones de plantas potabilizadoras El Mango, Cunduacán y Huimanguillo," 2022. [En línea]. Disponible en: <https://tabasco.gob.mx/noticias/reanuda-ceas-operaciones-de-plantas-potabilizadoras-el-mango-cunduacan-y-huimanguillo>.
- [19] A. C. Viggiano, "Gaceta Parlamentaria," Senado de la República, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_del_senado/documento/136683.
- [20] Secretaría de Agricultura y Desarrollo, "Cultivos perennes, garantía de alimentación," Gobierno de México, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/cultivos-perennes-garantia-de-alimentacion>.
- [21] E. García-López, Z.-C.-L., "Caracterización de las comunidades vegetales en un área afectada por derrames de hidrocarburos," *Terra Latinoamericana*, vol. 24, no. 1, pp. 17-26, 2006.
- [22] H. Ortega-Ortiz, A. Benavides-Mendoza, y R. A.-G. Alonso, *Fitorremediación de suelos contaminados con metales pesados*, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2003.