

Sapiens+

Ciencia, Tecnología e Innovación

Nuestra Comunicad Científica

Dra. María Teresita
Miranda Rodríguez

Dr. Gerardo Grijalva Ávila

Artículos de Divulgación

Uso de bioinoculantes
como promotores de
crecimiento en cultivos de
tomate en malla sombra

Bentonita: mineral
disponible en Durango con
sorprendentes aplicaciones
en ingeniería

PFAS: el contaminante
eterno que rodea nuestras
vidas

¿A qué nos referimos
cuando hablamos de
calidad del agua?

Programa de Inclusión
Educativa para Docentes de
la Universidad Juárez del
Estado de Durango



DIRECTORIO

DR. ESTEBAN ALEJANDRO VILLEGAS VILLARREAL

GOBERNADOR DEL ESTADO DE DURANGO

DR. JOSÉ GUILLERMO ADAME CALDERÓN

SECRETARIO DE EDUCACIÓN DE DURANGO

DR. JOSÉ BETANCOURT HERNÁNDEZ

DIRECTOR GENERAL DEL COCYTED

C.P. CÉSAR ERNESTO MARTÍNEZ GUERRERO

DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN Y PLANEACIÓN DEL COCYTED

M.C. SOFÍA CARRILLO LECHUGA

DIRECTORA REGIONAL LAGUNA DEL COCYTED

DRA. BLANCA DENIS VÁZQUEZ CABRAL

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO CIENTÍFICO

M.M.E. JORGE ENRÍQUE CANTELLANO VARGAS

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN DE LA C.T.I.

COCYTED

Blvd. Guadiana No. 123 Fracc. Los Remedios C.P. 34100 Durango, Dgo.

Tels. 618-812-9238, 618-813-3528 y

618-688-5447

COCYTED LAGUNA

Universidad Politécnica de Gómez Palacio Carretera el Vergel - La Torreña Km. 0+820,

Localidad el Vergel. Gómez Palacio, Dgo.

Tel. 871-725-8601

COMITÉ EDITORIAL

RUBÉN FRANCISCO GONZÁLEZ LAREDO
PRESIDENTE DEL COMITÉ

MIEMBROS DEL COMITÉ

MARÍA DEL SOCORRO GONZÁLEZ ELIZONDO
MARIBEL CERVANTES FLORES
MARÍA DE LA LUZ SÁNCHEZ SOTO
ANA IRIS MURGUÍA HERNÁNDEZ
GERARDO DANIEL DE LEÓN MATA
JESÚS BERNARDO PÁEZ LERMA
VERÓNICA CERVANTES CARDOZA
VERÓNICA LOERA CASTAÑEDA
ITZA NALLELY CORDERO SOTO

BLANCA DENIS VÁZQUEZ CABRAL
COORDINADORA EDITORIAL DE LA REVISTA SAPIENS+

ADAN EDMUNDO MARTÍNEZ ROSAS
DISEÑO EDITORIAL

Año 6, Número 16.
Periodicidad de las publicaciones: cuatrimestral
Durango, Durango., México

Los artículos publicados en esta revista , expresan la opinión de sus autores y no representan forzosamente el punto de vista del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCyTED).

Correo de contacto: sapiens.cocytad@gmail.com

Las imágenes e ilustraciones incluidas en los artículos son responsabilidad del o los autores (as).

CONTENIDO

Nuestra Comunicad Científica

Dra. María Teresita Miranda Rodríguez

Pag. 5

Dr. Gerardo Grijalva Ávila

Pág. 9

Artículos de Divulgación

Uso de bioinoculantes como promotores de crecimiento en cultivos de tomate en malla sombra

Pág. 13

Bentonita: mineral disponible en Durango con sorprendentes aplicaciones en ingeniería

Pág. 18

PFAS: el contaminante eterno que rodea nuestras vidas

Pág. 21

¿A qué nos referimos cuando hablamos de calidad del agua?

Pág. 25

Programa de Inclusión Educativa para Docentes de la Universidad Juárez del Estado de Durango

Pág. 28

Actividades COCyTED

Encuentro Estatal de Investigadores Durango 2025

Pag. 33

Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías Durango 2025

Pág. 34

Semana Estatal del Conocimiento y la Innovación 2025

Pág. 35

EDITORIAL

En esta nueva edición de Sapiens+, el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCyTED) reafirma su compromiso con la divulgación del conocimiento y la promoción del quehacer científico que distingue a la comunidad académica y de investigación en la entidad. La revista continúa siendo un espacio de encuentro entre ideas, hallazgos y reflexiones que buscan acercar la ciencia a la sociedad, reconocer el trabajo de sus protagonistas y fomentar el interés por la investigación en las nuevas generaciones.

Este número presenta las entrevistas de dos destacados integrantes de la comunidad científica duranguense, una mujer y un hombre, cuyas trayectorias son ejemplo de dedicación, innovación y vocación por el conocimiento. A través de sus experiencias, se vislumbra el impacto que la ciencia tiene en la vida cotidiana y el valor del esfuerzo sostenido por contribuir al desarrollo regional y nacional desde la investigación. Asimismo, esta edición incluye una selección de artículos de investigación que abordan temáticas diversas y de gran relevancia, entre ellos, el uso de bioinoculantes como promotores de crecimiento en cultivos de tomate en malla sombra, el análisis sobre los PFAS, los contaminantes eternos presentes en nuestro entorno, y la exploración de las aplicaciones de la bentonita, un mineral con notable potencial en ingeniería y ampliamente disponible en Durango.

En el ámbito educativo, se presenta el Programa de Inclusión para Docentes de la Universidad Juárez del Estado de Durango, una iniciativa orientada a fortalecer la equidad en los espacios académicos. Finalmente, se ofrece una reflexión sobre un tema de interés general: la calidad del agua, un recurso vital cuya gestión y preservación son esenciales para el bienestar social y ambiental.

Con esta edición, Sapiens+ continúa cumpliendo su misión de difundir el conocimiento científico y tecnológico, dar voz a los investigadores duranguenses y promover una cultura de ciencia abierta y colaborativa, en beneficio del desarrollo sustentable y el progreso de Durango.

Dr. José Betancourt Hernández
Director General del
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango



Dra. María Teresita Miranda Rodríguez

Originaria de la ciudad de Durango, Dgo., la Dra. María Teresita Miranda Rodríguez cuenta con estudios de Licenciatura en Informática egresada del Instituto Tecnológico de Durango, Maestra en Administración Pública y Maestra en Administración por la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Juárez del Estado de Durango; Diploma de Estudios Avanzados por la Universidad de Sevilla, España en el programa de Doctorado en Formación e Investigación en el Contexto Iberoamericano y Doctorado en Intervención Educativa por el Instituto Ascencio Durango.

De 1995 a 1997 en el IMSS funge como responsable de Sistemas en la Coordinación de Educación e Investigación Médica; 1999 en la UJED ha desempeñado en diversos cargos en las áreas de Informática, Recursos Humanos, Vinculación y Desarrollo Empresarial y actualmente en Vinculación y Extensión Institucional, miembro de la Red de Vinculación Zona Noreste de la ANUIES desde 2006.

En la UJED, inició sustituciones en la Escuela Comercial Práctica y titular de las materias de Informática y Formación de Emprendedores en la Facultad de Ciencias Forestales de la misma universidad, 2016 investigadora en el Instituto de Ciencias Sociales. certificada en Competencias Docentes para la Educación Media Superior.

En el año 2004 participa en la publicación “La Situación de la Mujer Duranguense” con el tema: Principales características de las mujeres trabajadoras del estado de Durango. 2015 ponencia “Creación de un centro de tecnologías educativas para la educación en la Facultad de Ciencias Forestales” en las VIII Jornadas Científicas de Difusión de la Investigación de la Universidad de Castilla La Mancha, España. 2002 proyecto de investigación e implementación de la empresa ECEX Empresa de Comercio Exterior “Viva Durango” en la Facultad de Economía, Contaduría y Administración; 2005 en la Agenda Ambiental de la UJED; 2013 Diagnóstico Situacional del Destino Turístico Durango, Dgo; 2015 Intervención socio-urbana de inclusión y atención a la pobreza en los polígonos El Huarache, Solidaridad – Centenario y El Consuelo, en los municipios de Gómez Palacio y Lerdo, Dgo., investigación reconocida como mejor investigación 2016 otorgado por el COCyTED.

Se ha desempeñado como evaluadora en los programas: concurrencia con las entidades federativas 2015, apoyo a pequeños productores, componente tecnificación de riego; programa concurrencia con las entidades federativas 2016, apoyo a pequeños productores, componente extensionismo. 2019 a la fecha “Investigación de Talento Universum”; 2023 coautora del libro “Apuntalamientos para la Historia de la Facultad de Economía, Contaduría y Administración”; 2024 publicación ¿Hacia dónde vamos? Prospectiva de los estudios de seguimiento y trayectoria, editado por la Universidad Autónoma Metropolitana, con el tema: La gestión compartida universidad – empresa en la formación del capital humano, y su relación basada en las competencias requeridas en los egresados de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

Es Miembro del Sistema Estatal de Investigadores desde 2022, integrante de las redes de Recursos Naturales y la de Ciencias Sociales y Humanidades del COCyTED, responsable del Grupo Disciplinar Innovación en la formación, trayectoria y colegialidad profesional de la UJED.

En lo personal la Dra. Miranda se describe como una persona motivada y responsable para asumir retos tanto en su ámbito personal como el laboral, le gusta trabajar en equipo y cuidar la empatía con las personas con las que se relaciona para el emprendimiento de nuevos proyectos.

Como investigadora valora la experiencia que ha adquirido al tener la oportunidad de colaborar con investigadores reconocidos tanto a nivel estatal, nacional e internacional, y que le ha dejado el aprendizaje para ir adquiriendo un estilo propio, haber desarrollado habilidades y creencias como parte de esta identidad ha construido y que le permite ir estableciendo nuevas metas.

Tras egresar de la licenciatura en el ITD, realizó sus prácticas profesionales en el área de enseñanza e investigación del IMSS, delegación Durango, donde adquirió experiencia en el desarrollo de proyectos de investigación. Posteriormente, inició sus estudios de posgrado en la FECA-UJED, lo que fortaleció su interés por la generación de conocimiento y la colaboración con investigadores. Su trayectoria refleja el compromiso con la formación académica, la conciencia del impacto social de la investigación y el reconocimiento institucional obtenido, entre ellos el otorgado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango.

Actualmente, el dedicarse a la investigación y formar parte del grupo de investigadores del Instituto de Ciencias Sociales de la UJED se ha convertido en un pilar fundamental dentro de sus actividades cotidianas.

Ser miembro de diversas redes de investigación ha fortalecido en ella la actitud de buscar la excelencia mediante el aprendizaje y las mejoras que asimila de sus colegas, desarrollando una postura crítica y positiva. Su compromiso con la ética y la honestidad le permite vivir con pasión y entusiasmo cada proyecto en el que participa.

En su experiencia profesional, tuvo la satisfacción de formar parte del grupo de investigadores que desarrolló proyectos como la construcción de la Agenda Ambiental de la UJED, el Diagnóstico Situacional del Destino Turístico Durango, Dgo., en 2013, y la Intervención socio-urbana de inclusión y atención a la pobreza en los polígonos El Huarache, Solidaridad-Centenario y El Consuelo, en los municipios de Gómez Palacio y Lerdo, Dgo., en 2015.

La conformación de un equipo multidisciplinario permitió abordar los problemas sociales, económicos y ambientales desde una perspectiva integral, reconociendo que estos se encuentran estrechamente interrelacionados. Por ello, se consideró necesario aplicar un enfoque global para comprenderlos y proponer soluciones que respondieran a las necesidades de las zonas con mayor vulnerabilidad y escasez de recursos. Como investigadores, se enfatizó que las propuestas de solución debían formularse con una perspectiva holística.

La Dra. Miranda enfatiza que, la situación económica de las instituciones educativas ha dificultado la realización de proyectos de investigación de mayor alcance. Ante este panorama, la vinculación con los diferentes sectores que integran la cuádruple hélice se vuelve cada vez más necesaria. Corresponde a los investigadores generar líneas de investigación que despierten el interés y la necesidad de dichos sectores para invertir en la producción de conocimiento útil para la toma de decisiones. Asimismo, resulta fundamental impulsar la creación de centros de bancos de datos que faciliten y agilicen el desarrollo de nuevas investigaciones.



Dr. Gerardo Grijalva Ávila

El Dr. Gerardo Grijalva Ávila es investigador y académico con amplia experiencia en el diseño, desarrollo y validación de tecnologías aplicadas al sector agroindustrial, con énfasis en procesos de transformación de alimentos, maquinaria agroindustrial y la integración de sistemas de instrumentación y control. Su labor se orienta a la generación de valor agregado a materias primas regionales, al fortalecimiento de capacidades tecnológicas locales y a la vinculación efectiva entre la academia, el sector productivo y los organismos públicos.

Ha participado en diversos proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico relacionados con procesos de extrusión de alimentos y piensos, la optimización de procesos productivos, el diseño mecánico y la evaluación técnico-económica de tecnologías emergentes, con impacto potencial en pequeñas y medianas empresas agroindustriales. Su experiencia incluye el uso de herramientas de diseño asistido por computadora, análisis de procesos, validación experimental y transferencia de conocimiento hacia productores, estudiantes y personal técnico.

Cuenta con producción académica en revistas y foros especializados, así como con participación en proyectos colaborativos interinstitucionales a nivel regional. De manera paralela, desarrolla actividades de formación de recursos humanos, asesorando a estudiantes en proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico, contribuyendo a la consolidación de una cultura científica y tecnológica con pertinencia regional.

Su línea de trabajo se encuentra alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente en el fortalecimiento de la ciencia aplicada y la innovación tecnológica como herramientas para el desarrollo sostenible, mediante la generación de soluciones tecnológicas viables orientadas a atender problemáticas productivas, económicas y sociales del contexto regional.

El Dr. Grijalva Ávila se distingue por ser una persona constante, comprometida y cercana, que valora el trabajo colaborativo y el aprendizaje continuo. Como investigador, mantiene una postura práctica y orientada a la solución de problemas reales, con especial interés en que el conocimiento científico y tecnológico sea comprensible, útil y accesible para distintos sectores de la sociedad. Considera que la investigación adquiere su verdadero sentido cuando logra generar un impacto positivo en las personas y en su entorno.

Asimismo, procura un equilibrio entre su vida profesional y personal, basado en la organización del tiempo y la claridad de prioridades, reconociendo que el bienestar personal y familiar es un pilar fundamental para el desempeño profesional. Encuentra en la docencia, la investigación y el trabajo comunitario una extensión natural de sus valores personales, lo que le permite integrar ambas dimensiones de manera armónica.

Entre sus principales intereses personales se encuentran la lectura, especialmente en temas científicos y tecnológicos, así como las actividades relacionadas con la divulgación del conocimiento, el acompañamiento educativo y el trabajo con jóvenes. Disfruta también del diseño y desarrollo de proyectos técnicos, los cuales representan para él una oportunidad constante de aprendizaje y crecimiento personal.

La principal motivación de su trayectoria ha sido la necesidad de dar respuesta a problemáticas concretas del entorno, particularmente en contextos educativos y productivos. El contacto directo con estudiantes de nivel secundaria, bachillerato y licenciatura, así como con productores rurales, le ha permitido identificar áreas estratégicas en las que la ciencia y la tecnología pueden convertirse en herramientas de mejora social, económica y productiva.

Una de sus mayores satisfacciones ha sido observar el impacto del conocimiento en las personas, especialmente cuando los estudiantes descubren su interés por la ciencia o cuando los productores logran mejorar sus procesos mediante soluciones tecnológicas desarrolladas de manera conjunta. De igual forma, la formación de recursos humanos y el acompañamiento de jóvenes en sus primeras experiencias científicas constituyen logros relevantes dentro de su trayectoria profesional.

Su investigación contribuye al fortalecimiento de capacidades locales mediante el desarrollo de tecnologías aplicadas al sector agroindustrial, la valorización de materias primas regionales y la optimización de procesos productivos. Estos esfuerzos buscan generar alternativas viables para pequeños productores, promover prácticas más eficientes y sostenibles, y fomentar una cultura científica que incida positivamente en el desarrollo social y económico del estado.

Entre sus objetivos inmediatos se encuentran la consolidación de proyectos de investigación aplicada, el fortalecimiento de la formación científica y tecnológica en estudiantes de distintos niveles educativos y la continuidad de proyectos de innovación con impacto regional. Asimismo, busca ampliar los espacios de divulgación y transferencia del conocimiento hacia comunidades educativas y productivas.

Finalmente, considera fundamental fortalecer la vinculación entre instituciones educativas, centros de investigación, sector productivo y comunidades, así como impulsar una mayor cultura científica desde edades tempranas. Asimismo, subraya la importancia de promover apoyos sostenidos a proyectos de investigación aplicada, incentivar la participación de jóvenes y docentes, y reconocer a la ciencia y la tecnología como motores estratégicos del desarrollo regional.

Uso de bioinoculantes como promotores de crecimiento en cultivos de tomate en malla sombra

Coria Arellano, J. L.*, Ramírez Aragón, M. G., Borroel-García V. J., Macías Cortés, E.
TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Lerdo.
E-mail: jesi.coria9115@gmail.com

En la actualidad las prácticas agrícolas tradicionales han sido sustituidas por prácticas innovadoras que prometen tener un menor impacto ambiental en materia de contaminación de suelos, y que al mismo tiempo puedan llegar a remediar aquellos que han dejado de usarse por la degradación de este. Dada la importancia que tiene el emprender estrategias que sean efectivas ante la evidente problemática de salinización de suelos en la región de la Comarca Lagunera y del abandono de tierras de cultivo por falta de condiciones óptimas para el desarrollo vegetal, se realizó un estudio, utilizando tres aislados bacterianos recuperados de la planta *Suaeda sp.* que se desarrolla en una zona con extremas condiciones de salinidad, esto con el objetivo de evaluar el efecto de tres aislados sobre plantas de *Solanum lycopersicum*. Los aislados usados fueron los siguientes: *Brevibacterium sp.*, *Bacillus sp.* y *Virgibacillus sp.*

En un cultivo, variables como altura de planta, número de frutos, peso de raíz y área foliar, son un indicador muy importante en la evaluación del desarrollo vegetal por ser un reflejo de la adaptación fisiológica, el aprovechamiento de nutrientes y las condiciones ambientales en que se desarrolla la planta.

En un cultivo, variables como la altura de la misma, el número de frutos, el peso de raíz y el área foliar son un indicador muy importante en la evaluación del desarrollo vegetal debido a que son un reflejo del crecimiento y desarrollo del mismo.

En el análisis de fisiológico de las plantas, se registraron notables diferencias en los tratamientos.

En altura de planta, las rizobacterias bajo el tratamiento de *Bacillus* tienen cerca de 70 cm, siendo el único tratamiento con un desarrollo muy superior al testigo (60cm) y los tratamientos de *Brevibacterium* (58cm) y *Virgibacillus* (55 cm). Lo cual indica que *Bacillus* influyó en un mayor crecimiento de la parte aérea de las plantas. En cuanto a área foliar, los tratamientos de *Brevibacterium* (2900 cm²) y *Bacillus* (3000 cm²) presentaron un significativo incremento en comparación al testigo (1700cm²), en cambio, *Virgibacillus* presentó valores más bajos (1200 cm²), sugiriendo una disminución o menor eficiencia en la generación de superficie fotosintética.

En relación al área foliar/peso seco (cm²/g PS), nuevamente sobresalieron los tratamientos con *Brevibacterium* (110) y *Bacillus* (90) superando significativamente al testigo (60). Lo anterior refleja que las plantas tratadas con estas rizobacterias poseen mayor capacidad de producir área foliar en relación con su biomasa, lo cual les otorga una ventaja para la captura de luz y eficiencia fotosintética.

En conjunto, los datos sugieren que las inoculaciones con *Brevibacterium* y *Bacillus* promueven un crecimiento más vigoroso y eficiente de las plantas de tomate, mientras que *Virgibacillus* no mostró efectos positivos destacados en las variables evaluadas.





IMPORTANCIA EN LA REGIÓN

La Comarca Lagunera está conformada por dos ciudades del estado de Durango que son Gómez Palacio y Lerdo, así como, una ciudad del estado de Coahuila que es Torreón (Secretaría de Recursos Hidráulicos, 1976). La precipitación media anual actual se encuentra entre 230 y 300 mm, predominando en la temporada de lluvias de mayo a octubre (SMA, 2023).

Estos datos reflejan un clima seco extremo, con temperaturas elevadas, escasa lluvia y condiciones que exigen estrategias de riego eficientes y gestión responsable del agua.

EFFECTOS NEGATIVOS DEL USO DE AGROQUÍMICOS

La Comarca Lagunera se distingue por la escasez de agua y un clima predominantemente seco. Durante el verano, las temperaturas pueden alcanzar hasta 45.3 °C, mientras que en invierno las temperaturas varían entre 8 °C y 0 °C, con registros mínimos de hasta -7 °C.

Según la clasificación climática propuesta por Enriqueta García, esta región presenta un clima árido tipo BWhw”(e´), con una temperatura media anual superior a los 18 °C, llegando a los 22.7 °C. Se caracteriza por tener dos periodos secos: uno extenso en invierno y otro más corto en verano, además de mostrar una marcada diferencia entre las temperaturas de invierno y verano.

Los datos del Observatorio Meteorológico de Torreón indican que las lluvias se concentran principalmente entre junio y septiembre, con promedios históricos de 30 mm en junio, 42.8 mm en julio, 40.9 mm en agosto y 51.6 mm en septiembre. Por el contrario, de enero a mayo y de octubre a diciembre, las precipitaciones suelen ser menores a 20 mm.

SALINIZACIÓN DE SUELOS

La salinización se refiere a la concentración de sales totales que se encuentran en la zona superficial del suelo, lo cuál en algunas ocasiones es consecuencia de la sobreexplotación de mantos acuíferos o bien, del uso inadecuado de agroquímicos. Algunas de las medidas que se utilizan para contrarrestar este hecho, son: lavado y drenaje, uso de abonos, aplicación de estiércol, lixiviación de sales solubles y la fertilización con bioinoculantes. Siendo estos últimos de gran interés en la actualidad dado que sustentan un

Parámetro	Valor histórico	Valor actual aproximado
Precipitación anual	100–300 mm	230–300 mm (actual)
Media anual de temperatura	20.8 °C	~24 °C
Máx./mín. estacional	37.4 °C / 1.6 °C	≤45 °C / hasta -7 °C
Evapotranspiración	280 mm (mes jun)	~2000 mm (anual)
Mes más lluvioso	Septiembre (~40 mm)	Persistente irregularidad

Tabla 1. Comparación de Parámetros Climáticos Históricos y Actuales en la Comarca Lagunera.

rendimiento óptimo del cultivo y un buen desarrollo vegetal, así mismo, los microorganismos aplicados, específicamente el conjunto denominado Rizobacterias Promotoras de crecimiento Vegetal (PGPR por sus siglas en inglés), tienen la capacidad de adaptarse a diversos ambientes en condiciones de estrés abiótico. Estas rizobacterias son capaces de activar mecanismos como la producción de sideróforos, la solubilización de fosfatos, la producción de fitohormonas, la fijación biológica de nitrógeno, entre otras.

El uso de bioinoculantes preparados a base de cepas del género *Bacillus*, prometen ser una alternativa biotecnológica viable para el desarrollo vegetal en tomate. Se ha demostrado que su acción no es propia de un solo mecanismo, sino de un conjunto de procesos como la solubilización de fosfatos, producción de sideróforos, la producción de fitohormonas, la síntesis de compuestos antimicrobianos, la emisión de compuestos orgánicos volátiles, así como, la respuesta sistémica inducida en la planta. Es muy probable que la eficiencia de dichos bioinoculantes, sea producto de la sinergia de estos mecanismos, actuando de manera conjunta.

De igual forma, el hallazgo de la tolerancia a la salinidad del género *Bacillus* que puede ser de hasta un 15% de NaCl, resulta ser de gran importancia, dado que sugiere actividad y supervivencia en ambientes salinos, abriendo la posibilidad de utilizarlas como bioinoculantes efectivos en suelos que se riegan con aguas salinas o que se encuentran degradados. Este hecho no solo favorece el establecimiento de cultivos bajo condiciones de estrés abiótico, sino que amplía la perspectiva de una agricultura sostenible regiones altamente salinas.

Sin embargo, aún hay retos en los próximos años, lo cual exigirá profundizar en identificar de manera exacta las rutas metabólicas empleadas por estas rizobacterias, así como, su respuesta en condiciones de cielo abierto. Por lo que el apoyo de la genómica permitirá descifrar estos procesos con mayor exactitud en conjunto con la generación de investigaciones,

abriendo la puerta a la creación de nuevos Bioinoculantes a base de *Bacillus*, mismos que sean más eficientes y que estén adaptados a diversos sistemas productivos, promoviendo la agricultura sostenible y la reducción del uso de fertilizantes químicos, lo cual impactará positivamente en la seguridad alimentaria bajo escenarios de creciente demanda agrícola.

Referencias

- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2022). Reporte anual CIRNOC La Laguna 2022 [Informe anual]. INIFAP. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/829898/REPORTE_ANUAL_CIRNOC_LA_LAGUNA_2022.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Muro-Pérez, G., Sánchez-Salas, J., & Alba-Ávila, J. A. (2012). Desarrollo agroindustrial: Reseña y perspectiva en la Comarca Lagunera, México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 11(1), 1-7.
- Secretaría del Medio Ambiente de Coahuila. (2023). Escenarios climáticos para Coahuila. Recuperado de <https://sma.gob.mx/wp-content/uploads/2023/08/ANEXO-4-ESCENARIOS-CLIMATICOS-PARA-COAHUILA.pdf>

Bentonita: mineral disponible en Durango con sorprendentes aplicaciones en ingeniería

González Lozano, M.A.*, Ponce Peña, P., Núñez Ramírez, D. M., Rodríguez Muñoz, N. A.
Universidad Juárez del Estado de Durango, FCQ Campus Durango
E-mail: azucena.gonzalez@ujed.mx

Una de las actividades económicas primordiales del Estado de Durango es la minería, tanto de minerales metálicos como de no metálicos. Con respecto a los minerales no metálicos, se destaca en la producción de bentonita, mármol y fluorita. En 2018, Durango destacó como la región minera con mayor potencial productor de bentonita en México, con el 92% de la producción nacional; seguida por San Luis Potosí con el 5% y por Puebla, que contribuye con el 3% de la producción [1]. La bentonita es arcilla de tamaño de partícula muy fino, formada por minerales del grupo de la esmectita, los cuales son básicamente, aluminosilicatos cuya estructura cristalina está compuesta por capas de grupos tetraédricos de óxido de silicio y grupos octaédricos de hidróxido de aluminio, ligados unos con otros; la Fig. 1 presenta la representación esquemática de la estructura de la bentonita [2]. Es clasificada en sódica y cálcica, con base en el catión predominante en el espacio interlamina y la habilidad para dilatarse. La bentonita sódica (Na^+) muestra una alta capacidad de dilatación en agua, mientras que la bentonita cálcica (Ca^+) tiene mucho menos capacidad de dilatación [3].

Las propiedades de las bentonitas dependen principalmente de su estructura, tamaño de partícula y los cationes entre capas. Dichas propiedades condicionan su aplicación, pero podemos decir que son sorprendentes y muy variadas, las diferentes industrias las utilizan en estado natural o activado. También se comercializan en diferentes formas: en bruto, triturada, molida en diferentes mallas según el destino final, o activadas. A continuación, se citan algunas de las aplicaciones más comunes.

En la industria metalúrgica, la bentonita tiene principalmente dos aplicaciones: como aglutinante en la elaboración de moldes de arena para fundición y, en la aglomeración de pellets de concentrados de hierro para la fabricación de acero. En estas aplicaciones se aprovecha que la superficie de la bentonita es iónica y en presencia de agua, crea un recubrimiento pegajoso, que aglutina las partículas tanto de arena como de concentrados, impartiendo resistencia mecánica cuando el agua se evapora [4]. La capacidad de intercambio iónico en bentonitas se debe fundamentalmente a la propiedad de reemplazar los cationes interlaminares, débilmente ligados a su estructura, por otros cationes diferentes, cuando estos últimos se encuentran en solución acuosa. Por ello, han sido estudiadas para la remoción de fenoles, arsénico, zinc, cobre, níquel, plomo, cromo, cadmio, tetraciclina y ciprofloxacina y pesticidas, en aguas contaminadas [4]. Así mismo, las bentonitas en solución acuosa, presentan un comportamiento no newtoniano, actuando como agentes tixotrópicos, es decir, la viscosidad disminuye al ser agitados o sometidos a un esfuerzo cortante y luego recuperan su estado más viscoso una vez que el esfuerzo cesa. Por dicha característica, se utilizan en ingeniería civil como material de soporte y lubricante en muros de diafragma y cimientos, en túneles, y en perforación direccional. Para ésta última aplicación se usan lodos de perforación, los cuales son los fluidos bombeados que circulan a través del pozo mientras este es perforado, las funciones de la bentonita son para sellar y estabilizar las paredes del pozo, lubricar el cabezal de corte, enfriar la herramienta de perforación, extraer el escombros y limpiar el fondo del pozo [4].

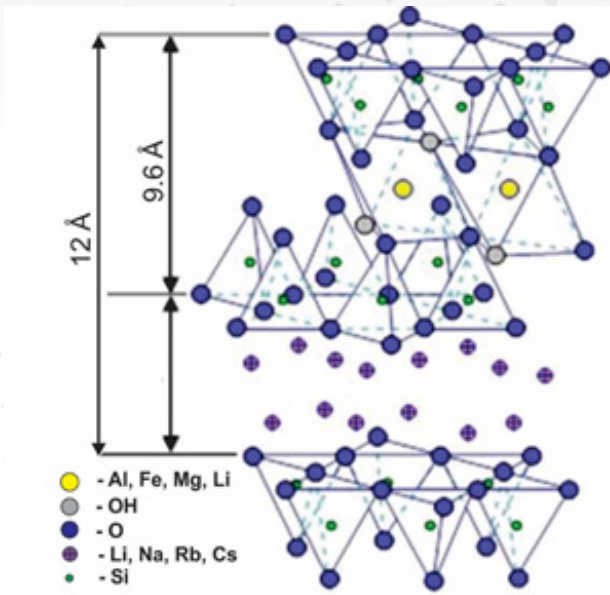


Fig. 1. Estructura cristalina de la bentonita [2].



Fig. 2. Probetas cilíndricas de BTC.



Fig. 3. Pellets de bentonita-mucílago de nopal-cemento.



Otras aplicaciones en las cuales se aprovecha la capacidad de absorción y adsorción de las bentonitas se incluyen: la fabricación de arena para gatos, eliminación de impurezas durante el procesamiento de aceites y grasas comestibles (aceite de soja / palma / canola), en bebidas como la cerveza, el vino y el agua mineral, y en productos como el azúcar o la miel, la bentonita se utiliza como agente clarificante [4].

En los últimos años, el uso de bentonitas en la industria farmacéutica ha cobrado relevancia. Como excipientes, se emplean normalmente como estabilizantes y agentes de suspensión en la preparación de geles, ungüentos y cremas, para preparados de administración oral y tópica, y las interacciones borde-cara y cara-cara de las partículas de arcilla son los dos mecanismos principales implicados en la formación de un sistema rígido. A causa de su actividad biológica, se utilizan como principio activo en formulaciones que necesitan productos absorbentes, esterilizantes, anti-inflamatorios o detergentes [4].

Aunque el estado de Durango posee este recurso natural, el aprovechamiento del mismo en la generación de productos de alto valor agregado, aún no se ha desarrollado. Sin embargo, derivado del financiamiento al proyecto titulado “Generación de productos de valor agregado a partir de bentonitas del estado de Durango” por parte del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCYTED), se presentan tres productos viables de producir a base de bentonita, los cuales se describen a continuación.

Ladrillo BTC (bloque de tierra comprimida) para uso en construcción (Fig. 2), en dicho material se mezclan bentonita, cemento, arena y agua hasta obtener una pasta la cual es prensada en moldes de acero, obteniendo BTC con resistencia mecánica por arriba de los 35 MPa, superando por mucho el valor de 11 MPa, establecidos en la norma mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2012 para el ladrillo de arcilla recocida.

Material compósito a base de bentonita, cemento y mucílago de nopal, para remoción de metales pesados en agua (Fig. 3), dicho material fue probado en la remoción de plomo en solución y se determinó que el compósito puede remover el 99% del plomo de una solución con 0.1 mg/L de Pb.

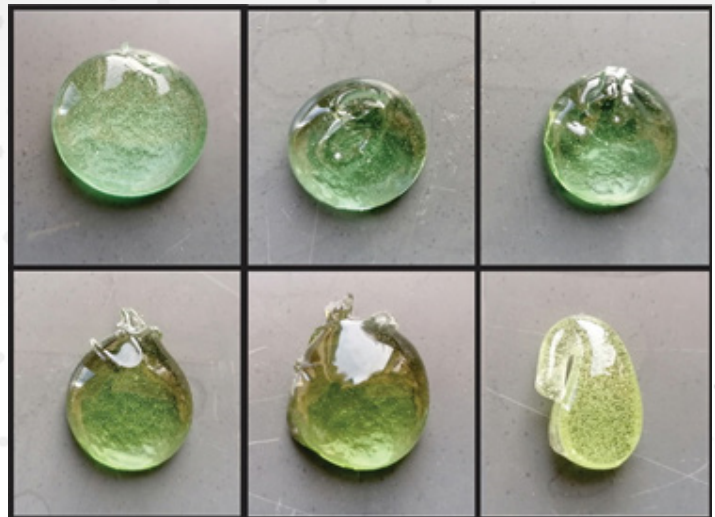


Fig. 4. Vidrios producidos a base de bentonita y vidrio reciclado.

Vidrios con características del tipo sódico-cálcico a partir de bentonita y vidrio reciclado (Fig. 4), los cuales son obtenidos por fusión a 1370°C, a partir de mezclas de bentonita, carbonato de potasio y/o sodio, ácido bórico (como fundente) y vidrio de botellas transparentes de desecho.

Referencias

1. Perfil de Mercado de la Bentonita, Dirección General de Desarrollo Minero, Enero de 2021, tomado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/624830/2Perfil_Bentonita_2020__T_.pdf, fecha de última consulta 18 de septiembre de 2023.
2. Página en internet: <https://www.aplicacionesespeciales.com/estructura-de-la-bentonita/>, fecha de última consulta 22 de septiembre de 2023.
3. Méndez Salas Arturo y Pineda Núñez Víctor Manuel, comportamiento de cimentaciones en suelos, expansivos, Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 2011.
4. Luis Fernando Chávez Vargas, Bentonitas: Estructura, Propiedades y Aplicaciones, Monografía de Licenciatura, Universidad Juárez del Estado de Durango, México, 2022.



FELIZ
Navidad

*Que la paz y la dicha llenen tu hogar y
que el calor familiar inunde tu corazón*

Te desea el Consejo de Ciencia y Tecnología
del Estado de Durango

PFAS: el contaminante eterno que rodea nuestras vidas

García Herrera, A. G.¹, Descamps Angeliaume, A.², Alarcón Herrera, M. T.^{1*}

1 Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Subsección Durango, México.

2 IPEAT, Universidad de Toulouse, Jean Jaures, Toulouse, Francia

E-mail: teresa.alarcon@cimav.edu.mx

El agua es vida. La necesitamos para beber, asearnos, limpiar, transportar, cultivar y producir. Pero cada vez es más difícil garantizar que sea limpia para los diferentes usos a los cuales vaya a ser destinada. Muchos de los inventos que facilitan nuestra vida cotidiana esconden un costo silencioso: contaminan los ríos, lagos y suelos con sustancias casi imposibles de eliminar. Uno de los grupos de contaminantes más preocupantes es el de las sustancias per y polifluoroalquiladas, conocidas como PFAS, presentes en una gran cantidad de productos de uso cotidiano como: champús, hilo dental, empaques de alimentos (dulces, las cajas de las pizzas, las bolsas de palomitas), barniz de uñas, productos de limpieza, etc. (Figura 1).

Los PFAS se inventaron en los años treinta y pronto conquistaron la industria. Desde entonces los encontramos en productos de consumo como: ropa resistente al agua, sartenes, espumas para combatir incendios, etc., en resumen: están en muchos productos que usamos a diario. Pero hay un problema, ya que una vez que estos productos se desechan, los PFAS pasan al drenaje, al suelo y al agua, de ahí terminan en el ambiente, se introducen en los diferentes ecosistemas y cadenas tróficas, los alimentos y en nuestros cuerpos. Como consecuencia de su uso, los residuos y contaminación provocada, son tan prominentes que se está convirtiendo en un grave problema ambiental,

el cual, al ser identificado, ha levantado las alarmas en naciones como Estados Unidos, así como en países de la Unión Europea. Una vez que están en el ambiente, es complicado mitigar la contaminación que generan debido a ciertas características químicas muy particulares de los PFAS:

1) Los PFAS son un grupo muy amplio de compuestos que comparten una característica en especial: son compuestos orgánicos cuyas cadenas están saturadas por átomos de flúor. El enlace entre el carbono y el flúor es muy fuerte, por lo que este tipo de compuestos son prácticamente indestructibles. Esto los hace muy resistentes a la degradación química, física y biológica — por ende, la comunidad científica los conoce como “contaminantes eternos” [2].

2) Los enlaces entre los átomos de flúor y de carbono también le confieren a los PFAS características de interés industrial, como son la habilidad de repeler agua y grasa — de ahí que se utilicen para productos como abrigos impermeables, empaques de comida, sartenes de teflón...etc.

Es importante mencionar que los PFAS son compuestos considerados dentro del grupo de contaminantes emergentes (CE), que representa a una gran familia de contaminantes que han atraído la atención de la comunidad científica debido a su potencial dañino para

la salud humana y ambiental y que, en su mayoría no están regulados por agencias medioambientales. Al ser tan prevalentes los PFAS, no es sorprendente — pero sí altamente preocupante — saber que el Centro de Control de Enfermedades (CDC) reportó en 2019 que prácticamente toda la población de los Estados Unidos presenta niveles detectables de PFAS en la sangre [1].

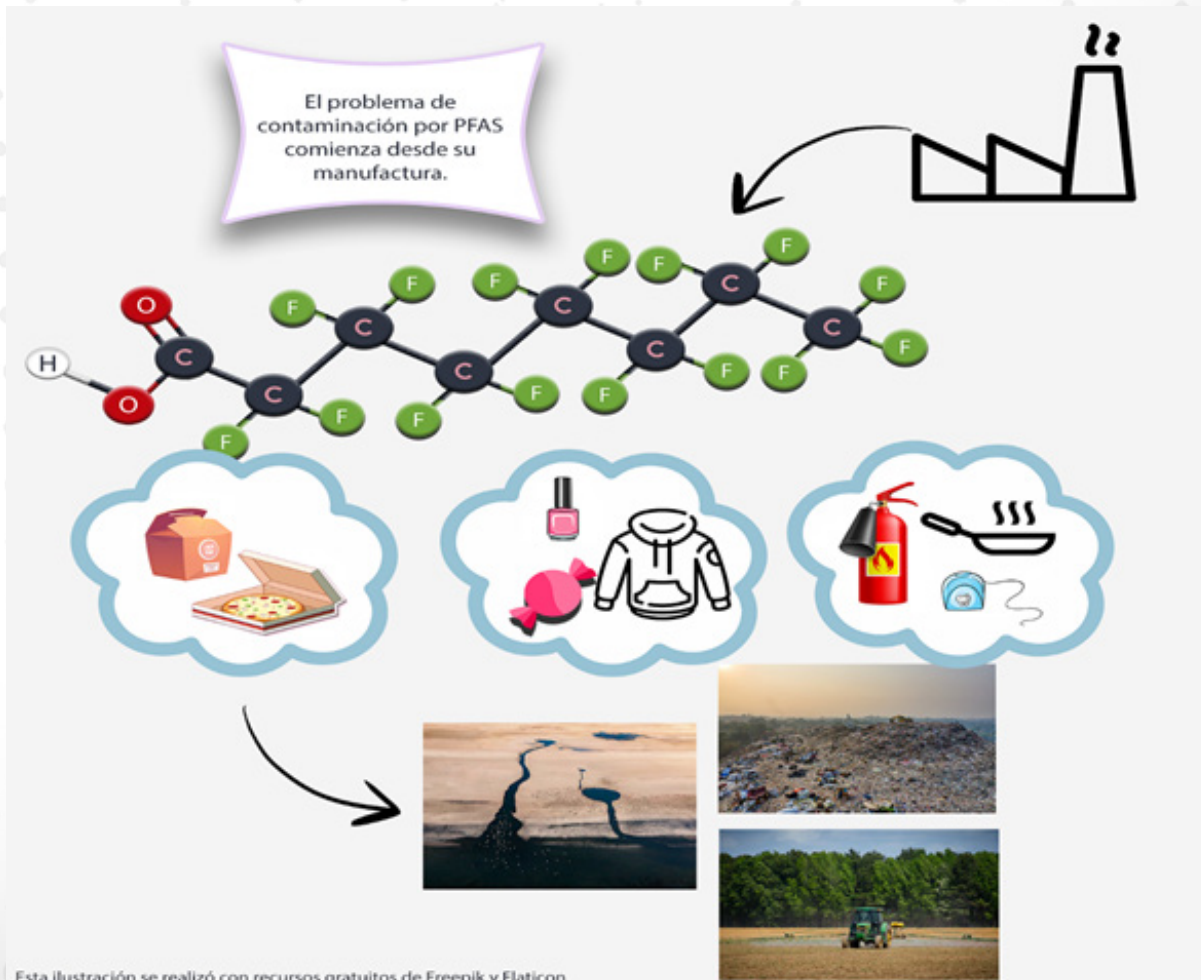
El impacto de estas sustancias en la salud humana aún se está investigando. Sin embargo, se ha llegado a ciertas conclusiones que confirman que la población se ve afectada ante la exposición prolongada a este tipo de sustancias a través de diferentes medios y vías de exposición, como lo es la cadena trófica (Figura 2):

1) La exposición a PFAS ha sido asociada con una disminución de la respuesta inmunológica del cuerpo, efectos negativos en los sistemas endócrinos, hepáticos, cardiovasculares y reproductivos, y cáncer [2].

2) Se ha encontrado que los bebés cuyas madres fueron expuestas a estas sustancias tienden a tener bajo peso al nacer [3]. Además, la prevalencia de los PFAS en el medio ambiente es tan prominente que se ha encontrado sustancias de este tipo en la placenta de mujeres embarazadas [4] por lo que los fetos están expuestos directamente a estos contaminantes desde las etapas más tempranas de desarrollo.

3) El cuerpo humano no elimina fácilmente los PFAS; se estima que el tiempo de vida media de estos contaminantes se encuentra entre 2.3 y 15.5 años. En otras palabras, una vez dentro de nosotros, permanecen por largo tiempo.

Puede que surja la interrogante, ¿cómo se expone la población a los PFAS? Recordemos que es un grupo de contaminantes presentes en una gran cantidad de productos del día a día, lo cual ya representa una vía de exposición; recientemente, la empresa estadounidense Thinx, dedicada a la manufactura de ropa interior apta para los días de menstruación, fue enjuiciada debido a la posible presencia de PFAS en sus productos, lo que



Esta ilustración se realizó con recursos gratuitos de Freepik y Flaticon
 Figura 1. Productos que incluyen en su manufactura la presencia de PFAS

implicaría que miles de mujeres estuvieron expuestas de manera directa a estos contaminantes [5].

Cabe mencionar que se han encontrado PFAS en sangre menstrual, por lo que es posible que alteren el ciclo menstrual. Además, todos los productos que contienen PFAS son desechados eventualmente y terminan en el medio ambiente. Al terminar en agua y suelo, pueden contaminar los alimentos que consumimos, representando otra vía directa de exposición (recordemos que nuestros cuerpos no son capaces de metabolizar estos compuestos). Entonces, ¿cuál es la solución?, sin duda es todo un reto. En la Unión

Europea y en Estados Unidos, los gobiernos se han comprometido a eliminar gradualmente este problema desde su raíz: la producción. Desafortunadamente, en nuestro país la legislación en materia ambiental se ha visto rebasada por los descubrimientos de la ciencia. De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, y hasta la fecha de redacción de este artículo, no hay ningún tipo de regulación para los PFAS, ni en el agua, ni en el suelo, ni en los productos que consumimos diariamente — de hecho, las investigaciones enfocadas específicamente a la detección de PFAS en suelo, aire y aguas mexicanas es muy escasa. La mitigación y remediación son

buenas opciones que siempre deben ser consideradas cuando ya hay un daño. Sin embargo, no podemos dejar que el tiempo pase sin hacer nada, hasta ver los efectos fatales en la salud de la población y los ecosistemas. Reflexión: Los PFAS son invisibles, pero persistentes. Los usamos sin saberlo y permanecen en nosotros durante años. Si no actuamos ahora, pagaremos el costo más adelante, en salud y en ecosistemas dañados. La pregunta es: ¿queremos seguir acumulando “contaminantes eternos”, o preferimos construir un futuro donde el agua y la vida tengan prioridad. Los contaminantes eternos ya están en tu vida. La decisión es: ignorarlos o actuar.



Figura 2. Vías de exposición a PFAS a través de la cadena trófica

Referencias

1. Centro de Control de Enfermedades. (2022). Biomonitoring data tables for environmental chemicals. https://www.cdc.gov/exposurereport/data_tables.html
2. Agencia de Protección Ambiental (EPA). (2019). Información básica sobre PFAS [Overviews and Factsheets]. <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-pfas>
3. Kempisty, D. M., & Racz, L. (Eds.). (2021). Forever chemicals: Environmental, economic, and social equity concerns with PFAS in the environment (First edition). CRC Press.
4. Hall, S. M., Zhang, S., Hoffman, K., Miranda, M. L., & Stapleton, H. M. (2022). Concentrations of per- and polyfluoroalkyl substances in human placental tissues and associations with birth outcomes. *Chemosphere*, 295, 133873. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133873>
5. Gupta, A. H. (2023). What to know about PFAS in period underwear. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2023/01/20/well/pfas-thinx-period-underwear.html>

Agradecimientos

Se agradece a COCyTED por el financiamiento del proyecto con folio 782 “Determinación de elementos potencialmente tóxicos en agua envasada y suelo agrícola” mediante el programa de Apoyos Institucionales Proyectos de Investigación del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango COCyTED, Convocatoria de Proyectos de Investigación Científica Aplicada “Mujeres en la ciencia, tecnologías, ingeniería y matemáticas”.

¿A qué nos referimos cuando hablamos de calidad del agua?

Irigoyen Campuzano, J. R.^{1*}, Torres Castañón, L. A.¹ y Reynoso Cuevas, L.²

1 Centro de Investigación en Materiales Avanzados, CIMAV

2 Secihti, Centro de Investigación en Materiales Avanzados, CIMAV

E-mail: jose.irigoyen@cimav.edu.mx

En los periódicos, redes sociales y otros medios de comunicación, títulos como “Durango, el estado con más focos rojos en calidad del agua subterránea”, “De calidad, el agua que se consume en Durango: CAED” o “Agua en mayor cantidad y calidad” no son ajenos. Pero... ¿Qué es calidad del agua?

En una pregunta rápida a un grupo de estudiantes de tercer cuatrimestre de la carrera de Técnico Superior Universitario en Energías sobre ¿qué es para ellos la calidad del agua?, algunas de las respuestas más comunes fueron “que el agua sea inodora e incolora; que no tenga metales pesados”; “que no tenga tantos minerales”; “que tenga los minerales necesarios”. Otras respuestas incluyeron “que el agua debe cumplir con estándares de algo”, o bien, “que el agua debe cumplir con ciertos parámetros establecidos”. Su profesor dio la siguiente: “que se refiere a las distintas concentraciones de los elementos que conforman el agua y que la hacen apta o no para consumo humano o con base en dichos niveles apta para cualquier otra finalidad”. En general, todos tienen algo de razón.

La calidad del agua se refiere al conjunto de características –físicas, químicas y/o biológicas— que ésta debe de cumplir para un uso en particular (Chapelle et al., 2009; U.S. Geological Survey, 2001). Así pues, agua con grandes cantidades de sales (agua de mar, por ejemplo) no cumple con la calidad para su uso en riego o para consumo humano, pero sí cumple con la calidad o características para enfriar plantas termoeléctricas.

¿Por qué la calidad del agua nos debe preocupar? Nos debe preocupar porque esas características que debe poseer el agua, en función de dónde se vaya a emplear, repercuten en todos los niveles de nuestra vida. En salud, por ejemplo, si no cumple con los estándares para uso y consumo humano —en México es la NOM-127-SSA1-2021—, puede llevar a la gente a padecer enfermedades como fluorosis, diversos tipos de cáncer, enfermedades renales, enfermedades gastrointestinales, etc.

En temas agrícolas, es la calidad para riego: si el agua de riego tiene muchas sales, saliniza el suelo y puede comprometer la capacidad de absorción de nutrientes de las plantas, matarlas por efectos de toxicidad de ciertos iones acumulados o llegar al punto donde ningún cultivo convencional pueda crecer. De igual forma las altas cargas de materia orgánica procedente del uso del agua residual (cruda o deficientemente tratada) pueden generar efectos adversos en el suelo, los cultivos y ser fuente de contaminación de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

Y como en la naturaleza todo está relacionado, no sólo hay afectaciones ambientales, sino también económicas, sociales y de salud. Un ejemplo de esto es la degradación de la calidad del agua superficial para consumo por la invasión de lirio acuático en cuerpos de agua superficiales (Figura 1), como ríos, arroyos o lagos. Éste afecta a todo el ecosistema y tiene repercusiones no solo de calidad del agua, sino también socioeconómicas. Volviendo a los periódicos y otros medios, en zonas

áridas y semiáridas como la del norte de México, vemos también con cierta frecuencia títulos como “Tamaulipas, seco el 99.5% del territorio”. Intuitivamente, este encabezado nos da una idea de que la cantidad de agua disponible para uso y consumo es limitada por las pocas lluvias anuales y, si consideramos no solo el agua superficial sino también el agua del subsuelo, la calidad se vuelve un aspecto todavía más crítico.



Figura 1. Izquierda, imagen del río El Tunal, proliferación de microalgas por altos contenidos de nutrientes. Centro, río invadido de lirio acuático. Derecha, laguna en buen estado.

En el tema de cantidad, para 2017, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) había contabilizado 115 acuíferos sobreexplotados, donde el 66.9% pertenecen a la zona centro y norte de México. De las 13 regiones hidrológico-administrativas en las que se divide México, el 53.8% habían registrado un grado de presión hídrica alto (40-85%). De éstas, las regiones I, II, III y la VI, que se localizan en el norte del país, comprenden el 45% del territorio nacional, pero reciben tan solo el 26.5% de la precipitación anual total, que es menor a 500 mm (SEMARNAT, s. f.).

Ahora, si a esta situación sumamos la contaminación —que puede ser de origen geológico o causada por actividades humanas—, dentro de esta cantidad disponible todavía puede restringirse otro tanto por estar contaminada (sea por contaminantes naturales o por actividades humanas). Esto permite inferir que la disponibilidad del agua no sólo debe ser considerada en cantidad, sino que la calidad también puede impactar en la disponibilidad (Ravenscroft & Lytton, 2022).

¿Qué se hace en México respecto de la calidad? En México, las Instituciones de Educación Superior y Centros Públicos de Investigación, además de algunas Organizaciones No Gubernamentales (ONG), llevan a cabo labores de monitoreo de calidad para diversos fines. A nivel estatal o municipal, los organismos operadores que administran el agua también cumplen con estas labores.



Figura 2. Sistema de tratamiento de agua para consumo humano.

El organismo responsable del tema a nivel federal —entre otros tantos referentes al agua— es la CONAGUA. Para atender al monitoreo de calidad del agua, la CONAGUA hizo un gran esfuerzo al crear la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA), cuyo objetivo era "proveer a la autoridad del agua, a los usuarios, al sector ambiental y al público en general de resultados confiables, legalmente defendibles y oportunos que pudieran transformarse en información para la toma de decisiones sobre el manejo del recurso hídrico". Esta red estuvo activa durante el período 2012-2021, con 2,050 sitios de monitoreo. Los resultados de los datos de calidad del agua, tanto superficial como subterránea, se encuentran disponibles en el sitio web de la CONAGUA (CONAGUA, 2023).

¿Son suficientes las acciones realizadas? Aún queda mucho por trabajar en el tema de la calidad del agua y su monitoreo. En el tema de agua subterránea, por ejemplo, a pesar de la gran cantidad de sitios monitoreados hasta el 2018, a nivel acuífero no se habían hecho estudios de calidad del agua en 371 de los 653 existentes (Oswald Spring, 2018).

Podemos concluir que la calidad del agua es un aspecto primordial que afecta diversos ámbitos de la vida, desde la salud de las personas hasta el desarrollo agrícola y el medio ambiente. Los estudios sobre la calidad del agua son indispensables para garantizar que cumpla con los estándares necesarios para su uso específico, ya sea para consumo humano, riego o cualquier otra finalidad, es fundamental seguir trabajando en la mejora de la calidad del agua y en el fortalecimiento de los programas de monitoreo para proteger este recurso vital y asegurar su disponibilidad y seguridad para las generaciones presentes y futuras. La calidad del agua debe ser una prioridad para garantizar el bienestar de la sociedad y el equilibrio del medio ambiente.

La Figura 2 presenta un sistema de tratamiento que muestra las etapas de filtración y desinfección, cada una diseñada para eliminar partículas, materia orgánica, microorganismos y contaminantes químicos, garantizando así que el agua cumpla con los estándares de potabilidad.

Referencias

1. Chapelle, F. H., Bradley, P. M., McMahon, P. B., & Lindsey, B. D. (2009). What does «Water quality» mean? *Groundwater*, 47(6), 751-874. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2009.00569.x>
2. U.S. Geological Survey. (2001). *A Primer on Water Quality*. <https://pubs.usgs.gov/fs/fs-027-01/>
3. SEMARNAT. (s. f.). *Agua. Informe de Medio Ambiente. Agua*. Recuperado 21 de junio de 2023, de <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap6.html#tema1>
4. Ravenscroft, P., & Lytton, L. (2022). *Seeing the invisible. A strategic report on groundwater quality*. World Bank Group.
5. CONAGUA. (2023, junio 21). *Calidad del agua en México*. *Calidad del Agua en México*. <http://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua>
6. Oswald Spring, Ú. (2018). *La seguridad del agua en México*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C.

Feliz
2026
Año nuevo

Que este Año Nuevo traiga felicidad, salud y éxito en todo lo que te propongas. Que cada rincón de tu hogar esté lleno de luz, sueños cumplidos y grandes aventuras por vivir.

COCYTED

CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEL ESTADO DE DURANGO

Programa de Inclusión Educativa para Docentes de la Universidad Juárez del Estado de Durango

Ortiz Martínez, M. G.*, Ramírez Farías, A. A., Villarreal Ángeles, M. A., Aguirre Gurrola, H.B., Walkup Núñez, L. A.
Facultad de Ciencias de la Cultura Física y Deporte, Universidad Juárez del Estado de Durango.
Email: guadalupe.ortiz@ujed.mx

La audición es esencial para conectar a los individuos con el mundo sonoro que los rodea. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) la pérdida de audición discapacitante se refiere a una pérdida superior a 35 decibelios (dB) en el oído que oye mejor. La Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH) define la discapacidad auditiva como la disminución o pérdida de percepción de los sonidos externos, alteración de los mecanismos de transmisión, conducción e integración de estímulos sonoros, que implican tanto al oído como a las estructuras y funciones asociadas, con grados diferentes de implicación y que, en algún momento pueden incidir en la capacidad de habla (CNDH, 2012).

Existen barreras educativas a las que se enfrentan los estudiantes con discapacidad auditiva. García Pacheco (2016) menciona que el desarrollo cognitivo varía de acuerdo con la recepción auditiva, lo que genera una mayor o menor dependencia del canal visual. En este sentido, el pensamiento del alumno está estrechamente ligado a las percepciones, lo que puede ocasionar dificultades para comprender expresiones simbólicas, así como para abordar tareas que impliquen pensamiento abstracto y/o razonamiento.

Cuando la información que reciben es incompleta o confusa, y además se privilegia lo que es visible o concreto, puede formarse una visión limitada de la realidad. Esto puede dificultar la aceptación de normas sociales y la comprensión de las situaciones desde

distintos puntos de vista. De igual forma, los problemas de comprensión lectora que suelen presentarse están relacionados con varios factores.

Uno de ellos es la codificación fonológica, que consiste en la capacidad de asociar los sonidos del lenguaje con las letras y palabras escritas. Otro factor es la memoria secuencial-temporal, es decir, la habilidad para recordar y organizar la información en el orden en que ocurre, como al seguir las ideas de un texto. También influyen las dificultades para comprender ciertas construcciones sintácticas, que son las estructuras gramaticales de las oraciones y que, cuando son complejas, pueden resultar confusas. Frente a estas barreras, la inclusión educativa en las aulas universitarias se convierte en un mecanismo esencial que asegura la participación y el desarrollo de las personas con discapacidad, permitiéndoles acceder a una preparación integral para la vida laboral y favoreciendo la eliminación de toda forma de discriminación.

Para Martín, et al. (2013) citado por Paz Maldonado (2020) la inclusión hace referencia al respeto, tolerancia, solidaridad y aceptación de los seres humanos sin importar su condición. Desde dicha perspectiva, todas las personas deberían tener acceso a la enseñanza en sus distintos niveles educativos (p. 195); sin embargo, las mayores dificultades que debe enfrentar el estudiantado en situación de discapacidad están relacionadas con la falta de reconocimiento, la carencia de apoyos en el contexto universitario, la ausencia de una admisión

inclusiva que facilite la incorporación de acuerdo con criterios establecidos por las propias universidades, debido a la exigencia de una serie de requisitos de ingreso que no son favorables (Paz Maldonado, E, 2021).

En este mismo sentido, Valles Escobedo, García Gomez, Sifuentes Ocegueda y Sifuentes Ocegueda (2020) mencionan que una de las barreras a las que se enfrentan las universidades es el desconocimiento por parte del personal docente para atender a estudiantes con discapacidad, debido a que la mayoría no cuenta con una formación pedagógica, lo que genera un obstáculo en proceso de enseñanza-aprendizaje.

Programa de inclusión educativa para docentes en la Facultad de Ciencias de la Cultura Física y Deporte.

A finales del año 2020 la Facultad de Ciencias de la Cultura Física y Deporte (FCCFyD) de la Universidad Juárez del Estado de Durango observó la necesidad de capacitar a la planta docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje para atender a estudiantes en condición de discapacidad auditiva. En ese momento estaban matriculados dos estudiantes con diagnóstico de hipoacusia severa con mayor audición del lado derecho y que hacían uso de aparatos auditivos, así como un estudiante más en condición de sordera profunda, el cual no era candidato para implante coclear ni para uso de aparato auditivo. En los tres casos se les asignó un intérprete de Lengua de Señas Mexicana (LSM) por parte de la Asociación de Padres con Hijos Sordos (APADAC).

Por lo tanto, para atender el reto del aprendizaje significativo en estudiantes con discapacidad auditiva, entendido como aquel proceso en el que lo aprendido adquiere sentido porque puede relacionarse con conocimientos previos y aplicarse en la vida diaria, se diseñó un programa de formación docente orientado a favorecer la inclusión de estos estudiantes en la Licenciatura en Educación Física y Deporte de la FCCFyD.

La intervención se desarrolló en dos fases. En la primera se realizaron entrevistas en profundidad a 15 docentes, tres estudiantes con discapacidad auditiva, dos intérpretes y dos directivos de la Facultad, con el propósito de identificar las barreras educativas, las estrategias aplicadas y las áreas de oportunidad en la

inclusión. En la segunda fase se llevó a cabo un grupo focal con cuatro docentes y un asesor externo, donde se diseñaron las actividades y contenidos del programa de formación docente.

Dicho programa se estructuró en un espacio virtual con módulos sobre discapacidad (conceptos, tipologías y marco legal), inclusión educativa, estrategias pedagógicas apoyadas en tecnologías de la información y la comunicación, así como nociones básicas de lengua de señas. Esta investigación se enmarcó dentro del enfoque cualitativo, bajo la modalidad de investigación etnográfica, y la muestra se tomó de manera intencional, integrándola con docentes, estudiantes en condición de discapacidad auditiva y sus intérpretes.

En cuanto a los resultados, desde la opinión de los estudiantes, la interacción fue el elemento mayormente beneficiado después de la aplicación del programa de inclusión, ya que tanto los compañeros de clase como gran parte de la comunidad estudiantil y maestros lograron un mayor acercamiento con los estudiantes con discapacidad auditiva e intentaron comunicarse con ellos por medio del LSM de manera básica. Además, se rompió la barrera del miedo a la comunicación entre sordos y oyentes. En los tres casos se describe una sensación de soledad y aislamiento antes de la intervención; sin embargo, después de las acciones realizadas manifiestan sentirse acogidos por la mayor parte de la comunidad estudiantil y del personal docente. En cuanto a las estrategias didácticas, los estudiantes no perciben un cambio significativo en las metodologías, pero sí reconocen un mayor interés de los docentes por su aprendizaje y una disposición a dedicar tiempo extra a la explicación individual.

Respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje, antes de la aplicación del programa los docentes mencionaban que la principal forma de comunicación era a través del intérprete y que su estrategia básica consistía en colocar al estudiante con discapacidad en las primeras filas para captar su atención. Después de la aplicación del programa, los profesores lograron comunicarse de manera básica mediante LSM, expresiones corporales y faciales; no obstante, aún requieren del apoyo del intérprete.

También integraron mayores actividades prácticas en sus clases, manteniendo la estrategia de ubicar al estudiante en las primeras filas para favorecer su atención.



A pesar de que la inclusión es un tema acogido por el sector educativo y de que los esfuerzos continúan para lograr una educación superior inclusiva, todavía queda mucho camino por recorrer, para Valle Escobedo, García Gómez, Sifuentes Ocegueda y Sifuentes Ocegueda (2020) una de las barreras a las que se enfrentan las universidades es el desconocimiento por parte del personal docente para atender a estudiantes con discapacidad, debido a que la mayoría no cuenta con una formación pedagógica, lo que genera un obstáculo en la enseñanza-aprendizaje, coincidiendo con los resultados obtenidos en la presente investigación, ya que docentes y estudiantes de la FCCFyD mencionan que los maestros de la Licenciatura no cuentan con una capacitación pedagógica para atender a este tipo de población.

Se puede concluir que el programa ha tenido un gran impacto en la interacción y participación de los estudiantes en situación de discapacidad, además que se observó una gran avance en la empatía por parte del personal docente dentro y fuera del aula, sin embargo, es necesario seguir trabajando en la formación docente para el desarrollo de estrategias didácticas que favorezcan el proceso de enseñanza aprendizaje y así ampliar las adaptaciones curriculares, mejorar en los procesos metodológicos, entender la diversidad de ritmos de aprendizaje y estilos de aprendizaje.

Referencias

CNDH. (14 de septiembre de 2012). Comisión Nacional de Derechos Humanos . Obtenido de <https://www.cndh.org.mx/DocTR/2016/JUR/A70/01/JUR-20170331-NOR27.pdf>

García Pacheco, L. (2016). El complejo mundo de la discapacidad auditiva. Obtenido de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1827/%22El+complejo+mundo+de+la+discapacidad+auditiv%22.pdf?sequence=1>

Paz Maldonado, E. (2021). La inclusión educativa del estudiantado universitario en situación de discapacidad en Honduras. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 29, 738-760.

Paz Maldonado, E. (2020). Revisión sistemática: inclusión educativa de estudiantes universitarios en situación de discapacidad en América Latina. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 46(1), 413-429.

Valles Escobedo, R. M., García Gomez, L. E., Sifuentes Ocegueda, A. T. y Sifuentes Ocegueda, E. L. (2020). Análisis documental de competencias docentes e indicadores para la creación de una propuesta de capacitación inclusiva en la Unidad Académica de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Nayarit, México. *EDUCATECONCIENCIA*, 28(29), 402-423.

ENCUENTRO ESTATAL DE INVESTIGADORES DURANGO 2025

El Miércoles 15 de Octubre de 2025, se realizó el Encuentro Estatal de Investigadores Durango 2025, evento que reunió a la comunidad científica y tecnológica del Estado de Durango, representando un espacio para difundir avances científicos y dar visibilidad a los proyectos de Investigación que se han desarrollado en nuestro Estado, además de promover el intercambio de conocimientos y experiencias entre investigadores, académicos y estudiantes. Se dio la bienvenida a la Comunidad Científica con el mensaje del Dr. José Betancourt Hernández, Director General del COCyTED, e inmediatamente, fue Inaugurado por el Dr. Francisco Javier Ibarra Guel, Subsecretario de Educación Media Superior y Superior y representante personal del Dr. Esteban Alejandro Villegas Villarreal, Gobernador de nuestro Estado y del Dr. Guillermo Adame Calderón, Secretario de Educación en Durango. En este evento se destaca la presencia de la Diputada Georgina Solorio García, Presidenta de la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación del Honorable Congreso del Estado de Durango, además nos acompañó también el Dr. Alfredo Téllez Valencia, Director Institucional de Posgrado e Investigación de la UJED en representación del Rector de la máxima casa de estudios en Durango el MSP. Ramón García Rivera, así como el Dr. Guillermo de Anda Rodríguez, Director del Instituto Tecnológico de Durango. Dieron realce a este evento el Dr. José Aurelio Díaz Moreno y el Dr. Benito Pereyra con sus conferencias magistrales. La comunidad Científica realizó la exposición de Carteles Científicos y tomaron el taller de Herramientas de la IA en la Investigación.

¡Gracias a todas y todos ustedes, miembros de la Comunidad Científica, que hacen de todo esto posible!



FERIA MEXICANA DE CIENCIAS E INGENIERÍAS DURANGO 2025

El pasado martes 28 de octubre se llevó a cabo la Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías en su etapa Estatal (FEMECI Durango 2025) en donde se presentaron los proyectos de estudiantes de nivel Medio Superior y Superior, provenientes de diferentes municipios de nuestro Estado. Esta edición de la Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías albergó 46 proyectos registrados, provenientes de 21 Instituciones educativas, 10 de ellas de nivel Medio Superior (COBAED 02, COBAED 24, CECyTE 09, CECyTE 15, CECyTE 20, Colegio Americano de Durango, EMSAD 21, CBTIS 110, CBTIS 89 y Centro de Estudios Tecnológicos en Aguas Continentales 007) y 11 Instituciones más de nivel Superior (FCQ-GP-UJED, FAMEN-UJED, ITD, ITSRL, ITSSMO, ITSSP, ITVG, UNIPOLI DGO, UNIPOLI Cuencamé, UTD y UIM) a quienes felicitamos ampliamente por la exitosa presentación de cada uno de sus equipos.

La Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías tuvo su Ceremonia de Inauguración a cargo del Dr. José Betancourt Hernández Director General del COCyTED, el Dr. Francisco Javier Ibarra Guel Subsecretario de Educación Media Superior y Superior y representante personal del Dr. Esteban Alejandro Villegas Villarreal, Gobernador del Estado de Durango, agradecemos la anfitrionía del C.P. Jesús Alfredo Andrade Gallegos Director General del Museo Interactivo Bebeleche y a la Maestra Eréndira Murillo, Subdirectora académica del ITD.

Por su parte, al finalizar el evento el Dr. Betancourt Hernández felicitó a los ganadores de esta edición de la FEMECI su etapa estatal, mismos que representarán a nuestro Estado en la etapa Nacional próximamente en el Estado de Sonora en 2026.

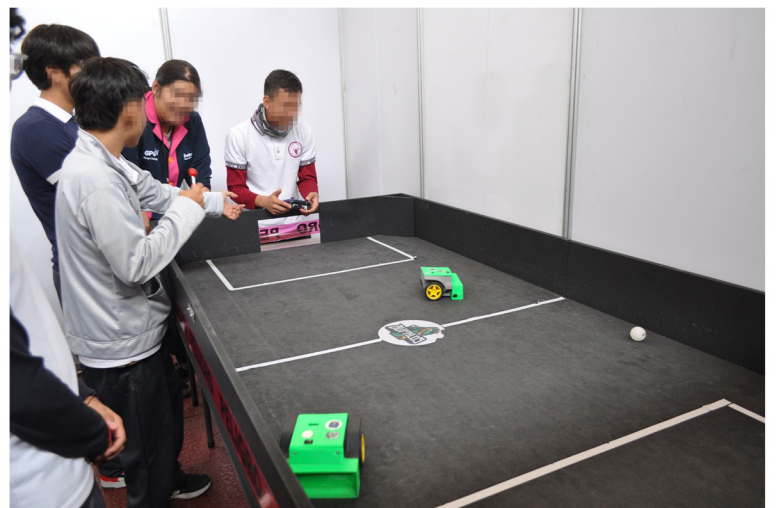


SEMANA ESTATAL DEL CONOCIMIENTO Y LA INNOVACIÓN 2025

Teniendo como sede las instalaciones del Museo Bebeleche en Durango Capital y el Acertijo Museo Interactivo del 18 al 21 de noviembre se llevó a cabo la Semana Estatal del Conocimiento y la Innovación 2025, la cual, en la Capital, contó con la participación de más de 9 instituciones entre las que destacan: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Secretaría de Seguridad Pública del Estado de Durango, Secretaría de Turismo de Durango, Instituto de la Juventud, Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Dirección Municipal de Protección Civil y Bomberos de Durango, Aguas del Municipio de Durango y la Universidad Tecnológica de Durango.

Durante el protocolo de inauguración el Dr. José Betancourt Hernández Director General, agradeció a los titulares de las diferentes secretarías, institutos y organismos por el apoyo, y enfatizó la importancia de estas actividades para divulgar y popularizar la ciencia y tecnología en el ámbito de una entidad federativa, al despertar el interés entre el público infantil y juvenil, al propiciar un acercamiento respetuoso y cordial entre científicos, divulgadores, tecnólogos y autoridades en beneficio de las nuevas generaciones.

Asimismo, se contó con la presencia y respaldo de autoridades como el Mtro. Josué Israel Valles Martínez con la representación del C. Gobernador Esteban Alejandro Villegas Villarreal y el Secretario de Educación el Dr. José Guillermo Adame Calderón, C.P. Jesús Alfredo Andrade Gallegos Director General del Museo Bebeleche, la Dra. Juana García de la ByCENED, la Lic. María de Jesús Ortega del INEGI, Lic. Emiliano González Martínez Subsecretario de Atención y Participación Ciudadana, Ing. Norberto Coria Quiñones de la SRNyMA, el Ing. Jorge Medina Muñoz Rector de la UTD, Lic. Hugo Nevárez Hernández de la SSP, Dr. Artemio Carrillo Parra Director del ISIMA y el C.P. Juan Zúñiga Villa del IDJ, quienes agradecieron la invitación y subrayaron la importancia de llegar a más niñas y niños en situación de vulnerabilidad para evitar el rezago educativo.



30

22 02 26

COCYTED

CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEL ESTADO DE DURANGO