

# Sapiens+

Ciencia, Tecnología e Innovación

## ACTIVIDADES COCYTED

CEREMONIA DE ENTREGA DE RECONOCIMIENTOS DEL SISTEMA ESTATAL DE INVESTIGADORES 2025

## ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

EL RIESGO DE NO EVALUAR EL RIESGO: FLUOROSIS EN DURANGO.

EL MEMBRILLO, FRUTA DE LOS DIOS: PASADO, PRESENTE Y FUTURO EN EL PUEBLO MÁGICO DE NOMBRE DE DIOS DURANGO.

TRATAMIENTOS DE REMOCIÓN DE CROMO.

¿QUÉ EFECTO HA TENIDO EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EN COMUNIDADES FORESTALES DEL ESTADO DE DURANGO, MÉXICO?

PROYECTO DE DESARROLLO TERRITORIAL TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA: INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN GANADO BOVINO

**ESCARABAJOS  
PRESENTES  
EN AGAVES  
MEZCALEROS DE  
NOMBRE DE DIOS,  
DURANGO**



# NUESTRA COMUNIDAD CIENTÍFICA

pág. 2 DRA. ALICIA SOLÍS CAMPOS

pág. 4 DR. VÍCTOR MANUEL AYALA GARCÍA

## ACTIVIDADES SCOCyTED

pág. 6 “DIBUJEMOS LA CIENCIA, NIÑAS EN STEAM”

pág. 7 VISITAS A MUSEOS, MUSEO INTERACTIVO BEBELECHE Y BIOPARQUE SAHUATOBA

pág. 8 LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA SIGUEN RECORRIENDO LA REGIÓN LAGUNA DE DURANGO

pág. 9 INAUGURAN SALA TEMPORAL "INGENIUS"

pág. 10 DESPEDIDA DE LA DELEGACIÓN DE DURANGO PARTICIPANTE EN FEMECI CHIHUAHUA 2025

pág. 12 DURANGO PRESENTE EN LA FEMECI EN CD. JUÁREZ, CHIHUAHUA.

pág. 15 CEREMONIA DE ENTREGA DE RECONOCIMIENTOS DEL SISTEMA ESTATAL DE INVESTIGADORES 2025

SÍGUENOS EN TODAS NUESTRAS REDES SOCIALES, PUEDES ENCONTRARNOS COMO:

 CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE DURANGO

 COCYTED

 COCYTED

# CONTENIDO

INICIA EL DIPLOMADO EN INVESTIGACIÓN 2025 EN LA REGIÓN LAGUNA **pág. 16**

ENTREGA DE RECONOCIMIENTOS DEL PRIMER DIPLOMADO EN INVESTIGACIÓN 2024 **pág. 17**

## ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN

EL RIESGO DE NO EVALUAR EL RIESGO: FLUOROSIS EN DURANGO. **pág. 19**

EL MEMBRILLO, FRUTA DE LOS DIOSES: PASADO, PRESENTE Y FUTURO EN EL PUEBLO MÁGICO DE NOMBRE DE DIOS DURANGO. **pág. 22**

TRATAMIENTOS DE REMOCIÓN DE CROMO **pág. 24**

ESCARABAJOS PRESENTES EN AGAVES MEZCALEROS DE NOMBRE DE DIOS, DURANGO **pág. 28**

¿QUÉ EFECTO HA TENIDO EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EN COMUNIDADES FORESTALES DEL ESTADO DE DURANGO, MÉXICO? **pág. 32**

PROYECTO DE DESARROLLO TERRITORIAL TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA: INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN GANADO BOVINO **pág. 36**

## 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.C. FRANCISCO ZALDÍVAR ORONA**

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO

**M.M.E. JORGE ENRÍQUE CANTELLANO VARGAS**

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

**M.M.E. ADAN EDMUNDO MARTÍNEZ ROSAS**

COMUNICACIÓN SOCIAL COCYTED

Año 6, Número 14.

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.cocyted@gmail.com](mailto:sapiens.cocyted@gmail.com)

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

# EDITORIAL

En esta edición, la ciencia, la tradición y el compromiso con el desarrollo sostenible de Durango se entrelazan para dar vida a una revista que refleja la riqueza natural, social y cultural de nuestra región. Los temas que aquí presentamos surgen de la observación cuidadosa de nuestro entorno y de la necesidad urgente de generar conocimiento que transforme realidades.

Este número abre con una advertencia necesaria: “El riesgo de no evaluar el riesgo”, un análisis profundo sobre la fluorosis en Durango, que recuerda la importancia de no ignorar los impactos de las decisiones que se toman en materia de salud pública. En contraste, se adentra también en la dulzura de nuestra tierra con un artículo sobre el membrillo, fruta ancestral que guarda la memoria y la identidad de Nombre de Dios, un Pueblo Mágico que apuesta por preservar sus raíces y mirar hacia el futuro.

En el mismo territorio, la naturaleza sigue hablándonos: los escarabajos que habitan los agaves mezcaleros nos revelan la intrincada relación entre biodiversidad y producción, abriendo camino a nuevas formas de manejo sustentable. Por otro lado, los tratamientos para la remoción de cromo nos enfrentan con los desafíos de la contaminación ambiental, proponiendo alternativas viables para un presente más limpio.

Mirando hacia nuestras comunidades rurales, nos preguntamos: ¿qué tan efectivo ha sido el pago por servicios ambientales en los bosques de Durango? Una cuestión que no solo evalúa políticas, sino también el compromiso colectivo con nuestros ecosistemas.

Finalmente, la innovación tecnológica llega al campo con fuerza: la inseminación artificial a tiempo fijo en ganado bovino se presenta como un proyecto que combina ciencia, territorio y desarrollo rural con una visión transformadora. Cada uno de estos temas refleja un pedazo de nuestra realidad, una preocupación compartida y una oportunidad de cambio. Invitamos al lector a sumergirse en este viaje por el conocimiento aplicado y el amor por nuestra tierra.

Porque conocer es el primer paso para transformar.

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

# NUESTRA COMUNIDAD CIENTÍFICA

## Dra. Alicia Solís Campos



La Doctora Alicia Solís Campos tiene una licenciatura en Administración por la Facultad de Economía, Contaduría y Administración de la UJED, Maestría en Educación en el Campo de práctica educativa, por la Universidad Pedagógica de Durango y Doctorado en Ciencias de la Educación, por la Universidad Autónoma de Coahuila. Ella participa con la Secretaría de Educación del Estado de Durango (SEED), en el proyecto denominado FOGISE, el cual contempla la construcción de 10 edificios en su primera etapa, para que los supervisores y jefes de Sector de una región estuvieran en la posibilidad de compartir sus decisiones en la misma región donde incidían, el cual culmina al término del gobierno federal. Es cofundadora del Centro de Investigación e Innovación para el Desarrollo Educativo (CIIDE), primero en su género en la república mexicana, dado que es el primer centro de investigación que depende de una Secretaría de Educación y no de una Universidad. En el CIIDE se desempeñó como Coordinadora

Administrativa y, posteriormente como Coordinadora Académica, uno de los principales logros fue que la SEED y esta institución (CIIDE) ingresaran al RENIECYT, fue la primera SNI del CIIDE y también fue cofundadora y editora ejecutiva de "Matda" Revista de Investigación e Innovación Educativa, para lo cual también participó en la gestión de su propia página web, y organizó el primer comité de revisión internacional para la revista. Se impulsaron proyectos de investigación e intervención para la mejora educativa, además ha estado participando como evaluadora en diferentes revistas de índole nacional, así como de programas nacionales de posgrado de calidad (antes PNPC) y evaluadora del Sistema de becas a la Investigación (EDI) que tiene el Politécnico Nacional. Ha participado en el diseño y rediseño de planes y programas de estudio en la Dirección Institucional de Posgrado, además de ser coautora de diversos libros, capítulos de libro y artículos que son publicados en revistas nacionales e internacionales, actualmente ella es Profesora de Tiempo Completo, Perfil PRODEP, SNI I, de la Facultad de Lenguas de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED) y coordinadora general del Doctorado en Investigación Educativa, que se encuentra dentro del Sistema Nacional de Posgrados.

La Dra. Solís comparte el ¿Cómo se describe como persona y como investigadora?, y en su opinión es difícil separar a la persona de la investigadora, sin embargo, se puede decir que es una persona metódica, tenaz y atrevida. Le gusta pensar que el límite se lo pone uno mismo, los objetivos son alcanzables,

modificables y que habrá cosas que se pueden negociar y siempre se tendrá los que no son negociables. En todo, en la vida, en la investigación, en las relaciones.

Además, lo que a ella le motivó para incursionar en la investigación científica y tecnológica, es algo interesante, en su opinión, cuando comenzó con el proyecto del CIIDE, recuerda que desconocía lo que hacía el antes CONACYT, ahora SECIHTI, así que les ayudaron a registrar la SEED y luego el CIIDE para tener acceso a realizar investigaciones y bajar presupuesto, así al descubrir lo que se podía hacer comenzó a entender lo que era investigar en educación. Al iniciar en esta área y trabajar en los manuales de organización comenzó ella y tres compañeras docentes que les gustaba la investigación, a tener la posibilidad de aportar a los supervisores y jefes de sector de la educación básica, información científica que les ayudara a tomar mejores decisiones. El tener esta perspectiva en conjunto con otras maestras, le motivó a iniciar con fuerza para que las investigaciones no se quedaran en el estante, sino que se pudieran implementar y cambiar realidades.

Todo esto le ha dado satisfacciones como el descubrimiento, es decir, cuando se hace investigación y se descubre qué se está haciendo incorrecto o incompleto para una mejora educativa y se tiene la posibilidad de probar que lo que se propone es lo correcto o lo incorrecto, descubrir que no todo lo que puedas proponer es lo mejor; le satisface cuando ve a sus estudiantes que se emocionan por

la investigación y que les puede ayudar a llegar a ser Investigador Nacional. Le satisface que el trabajo que realiza a lo largo del tiempo comienza a dar frutos. Estar al frente de la Coordinación del Doctorado y, observar el crecimiento que han tenido los docentes y los estudiantes a lo largo del camino, le brinda satisfacción, porque ella es parte de eso.

En sus palabras la investigación que ella realiza impacta en problemas sociales, ambientales y económicos del estado de una forma especial, está teniendo frutos en el área de las ciencias sociales, dado que es investigación educativa, esta busca impactar en el desarrollo de políticas públicas, por ejemplo: una investigación en proceso enfocada en la ansiedad y el estrés semiótico por las matemáticas, esta investigación, se desea implementar su instrumento de evaluación en educación básica, para verificar lo que está haciendo el docente a la hora de enseñar esa asignatura, o qué están haciendo los estudiantes cuando la aprenden, así se pueden realizar propuestas de mejora y volver a medir, quizá esto pueda ayudar en la enseñanza aprendizaje.

La formación de investigadores es esencial, no buscamos expertos en un enfoque educativo, sino investigadores flexibles para el aprendizaje, que tengan la capacidad de emprender investigaciones que aporten a la mejora educativa, que puedan realizar cambios en su propia docencia, que es importante para la educación. Se inicia con pequeños cambios que pueden generar grandes pasos para un cambio mayor.

## Dr. Victor Manuel Ayala García

**E**l Dr. Víctor Manuel Ayala García es originario de Culiacán, Sinaloa. Cursó la licenciatura en Ingeniería Bioquímica en el Instituto Tecnológico de Culiacán y realizó estudios de posgrado, maestría y doctorado, en el Departamento de Biología de la Universidad de Guanajuato. Además, realizó una estancia posdoctoral en el Laboratorio de Bioquímica Estructural del Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad de CINVESTAV-IPN. Se desempeña desde el año 2018 como profesor-investigador de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Químicas Durango de la Universidad Juárez del Estado de Durango en donde también ha fungido como Jefe de Carrera de la Licenciatura en Químico-Biotecnólogo y es actualmente el coordinador de la Maestría en Ciencias Químico-Biológicas, esta última perteneciente al Sistema Nacional de Posgrados.

Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores en el nivel I e investigador honorífico por el Sistema Estatal de Investigadores del COCYTED. Es ganador junto con diversos colaboradores del Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación Durango 2023 en la categoría Investigación e Innovación en el área de

Medicina y Ciencias de la Salud por sus contribuciones a la secuenciación e identificación de variantes del virus SARS-CoV-2 circulantes en el Estado de Durango durante la pandemia por la COVID-19. El Dr. Ayala es líder del cuerpo académico consolidado UJED-CA-126 Biología molecular y celular aplicada a procesos ambientales y de salud y posee además el reconocimiento de Perfil Deseable de PRODEP. Ha fungido como responsable técnico de proyectos de investigación con financiamiento otorgados por COCYTED, SECIHTI y la SEP, así como colaborador en diversos proyectos nacionales. Ha dirigido 23 tesis de licenciatura y 3 de posgrado. Es autor de 23 publicaciones internacionales indizadas y miembro de la Red de Investigación Sustentabilidad Ambiental y Salud con registro en COCYTED. Sus líneas de investigación se enfocan en el estudio de moléculas emergentes con aplicaciones biotecnológicas para fines ambientales, de salud y agricultura usando modelos de estudios bacterianos.

El Dr. Víctor Ayala se define como una persona entusiasta, siempre dispuesto a escuchar y colaborar con la mejor disposición de contribuir al desarrollo profesional de sus estudiantes y colaboradores cercanos. Se considera a sí mismo como un investigador responsable, perseverante y dedicado para alcanzar las metas que se propone al tiempo de ser científicamente inquieto, siempre con mucha curiosidad y ganas de emprender nuevos retos.

Su primer acercamiento a la investigación científica y tecnológica fue participar en un programa de verano científico en la Universidad de Guanajuato cuando aún era estudiante de licenciatura; ahí descubrió su gusto por temas de biología molecular y experimental usando modelos de estudio y herramientas moleculares. Regresar a esa casa de estudios para hacer estudios de posgrado enfocados en sistemas de reparación de material genético consolidó su vocación como investigador.

Siempre es satisfactorio para él poder generar nuevo conocimiento, ya sea ciencia básica o aplicada, que al final pueda apoyar otras investigaciones y nuevos descubrimientos. “Eso es hacer ciencia, no quedarte las cosas que descubres para ti mismo, siempre hay que divulgar y discutir lo generado por ti y tu equipo y también lo que los demás están generando otros grupos”. También es muy satisfactorio para él ver crecer profesionalmente a sus estudiantes asociados. “Te conviertes en una especie de papá científico, los ves llegar chiquitos a clase o al laboratorio, temerosos e inseguros, pero con muchas ganas de aprender, y verlos partir con toda la seguridad ganada es muchas veces nostálgico, pero a la vez te llena de orgullo”.

El Dr. Ayala hace ciencia básica pero también desarrolla procesos biotecnológicos para enfrentar problemas regionales como la sequía y la presencia de contaminantes en el agua de Durango, específicamente arsénico. Modifica bacterias genéticamente para hacer que tengan nuevas características con

el fin de emplearlas en sinergia con cultivos locales como el sorgo a fin de que este resista el estrés hídrico y también para la detección, reducción o incluso remoción del arsénico en fuentes contaminadas. También colabora fuertemente en la investigación sobre los orígenes genéticos-moleculares que conllevan a la conducta suicida en nuestro estado, un fuerte problema en nuestra población. Considera que no se puede hacer ciencia individualista por lo que siempre busca unir capacidades tanto de otros grupos de investigación al interior de la universidad como también hacia el exterior con centros de investigación en Durango como el CIMAV y el ITD para potenciar al máximo recursos e intelectos.

### ¿Qué sugiere para mejorar la investigación en Durango?

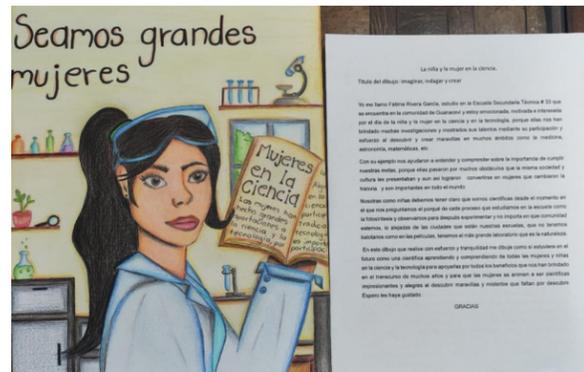
Le gustaría ver que se le dé a la investigación que se hace en nuestro estado mayor realce, que se invierta en recursos para la investigación a nivel gubernamental y que se propicie una mayor articulación entre la sociedad científica, la población y los órganos de gobierno. Si bien actualmente los investigadores estamos más cerca de la sociedad en general al propiciar un acceso universal al conocimiento, aun nos falta hacer que se gesten mas políticas públicas que fomenten la investigación y se tome en cuenta la opinión de los investigadores en la toma de decisiones que impactan a toda la población.

# ACTIVIDADES COCyTED

## “DIBUJEMOS LA CIENCIA, NIÑAS EN STEAM”

Destacando la necesidad de fomentar las vocaciones científicas en niñas y jovencitas, el viernes 11 de febrero cerró la convocatoria: “Dibujemos la Ciencia – Niñas en STEAM” donde se invitó a niñas de nivel primaria y secundaria a participar inscribiendo un dibujo con la finalidad de visibilizar y concientizar a la sociedad del importante papel de las mujeres en la ciencia y tecnología. Por su parte el Dr. José Betancourt Hernández, Director General del COCyTED, enfatizó la importancia sobre el papel que ejerce la mujer hoy en día en áreas como: astronomía, química, matemáticas, ingenierías y ciencias sociales (por mencionar algunas), haciendo hincapié en acortar la brecha de género, propiciando más y mejores oportunidades para su pleno desarrollo. ¡Felicidades a todas las ganadoras del concurso!

Teniendo como marco el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, se premiaron a las ganadoras del Concurso haciendo entrega de un kit didáctico, así como cortesías para el Museo Bebeleche, alentando a las ganadoras a continuar con su sueño de ser investigadoras y ser un modelo que inspire a otras jovencitas a continuar por el camino de la investigación científica y tecnológica, y “que no pierdan esa curiosidad por conocer el mundo que las rodea”.



## VISITAS A MUSEOS, MUSEO INTERACTIVO BEBELECHE Y BIOPARQUE SAHUATOBA



El 14 de febrero tuvimos la visita del Preescolar Sócrates al Zoológico Sahuatoba, dentro de las actividades del Programa de Visitas Guiadas del COCyTED, donde los pequeños tuvieron oportunidad de conocer, disfrutar e interactuar con la fauna que alberga el Zoológico como: osos, leones, cocodrilos hipopótamos, entre otros.

De esta manera, se reconoce la importante labor didáctica del Zoológico Sahuatoba al observar la diversidad de especies, su comportamiento, características y actividades adaptadas a programas educativos, orientadas a incidir positivamente en el conocimiento, conservación, concientización y mejoramiento del medio ambiente. Agradecemos las facilidades otorgadas para la realización de esta visita al Zoológico Sahuatoba Durango.



# LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA SIGUEN RECORRIENDO LA REGIÓN LAGUNA DE DURANGO

Durante los meses de enero y febrero, como parte del Programa de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, se han atendido cerca de 1,800 niños de nivel preescolar y primaria de los municipios de Lerdo y Gómez Palacio, con divertidos talleres de electricidad, robótica, biología y química. Con estas actividades, niñas y niños descubren de manera interactiva el apasionante mundo de la innovación científica.

Así, se fortalece la vocación científica y tecnológica en cada rincón de nuestro estado, refrendando el compromiso del Gobernador Dr. Esteban Villegas Villarreal y del COCyTED de impulsar la educación, la investigación y la creatividad en la comunidad estudiantil.

Agradecemos a todas las instituciones que han brindado las facilidades para que estas experiencias sean posibles. ¡Sigamos promoviendo la ciencia y la tecnología en la Región Laguna de Durango!



# INAUGURAN SALA TEMPORAL "INGENIUS"

Como parte de las actividades del Departamento de Difusión y Divulgación de la Ciencia y Tecnología del COCyTED, el pasado viernes el Ing. Jorge Cantellano Jefe del Dpto. asistió a la inauguración de la sala temporal "Ingenius" a cargo del Museo Bebeleche donde se tuvo la presencia de la Presidenta del DIF Estatal la Sra. Marisol Rosso, la cual se mostró muy emocionada al expresar que la exposición "es un espacio donde chicos y grandes podrán explorar, construir y dejar volar su imaginación", además durante su recorrido por la sala, se contó con la visita de la primaria Felipe Pescador Valles del municipio de Canatlán que agradeció el apoyo para la realización del recorrido al COCyTED dentro del programa "Visitas Guiadas" en conjunto con el museo Bebeleche.

De esta manera, el COCyTED continua sumando alianzas que nos permitan llegar a todos los sectores de la población.



## DESPEDIDA DE LA DELEGACIÓN DE DURANGO PARTICIPANTE EN FEMECI CHIHUAHUA 2025

El día 11 de Marzo de 2025 se llevó a cabo el abanderamiento de la delegación Durango que partió rumbo a Cd. Juárez, Chihuahua, para representar a sus planteles y a toda la juventud duranguense en una nueva edición de la Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías (FEMECI), ahí tendrán la oportunidad de presentar sus proyectos científicos y de innovación tecnológica que el pasado octubre presentaron en la etapa estatal. Los estudiantes que representan a Durango en esta edición provienen de subsistemas y centros educativos como COBAED, CECyTE, CETAC 07, Instituto Tecnológico de Durango, Instituto Tecnológico Superior de Santiago Papasquiaro.

Por la mañana de ese día las y los jóvenes que integran esta delegación, fueron despedidos por autoridades de nuestro Estado, que por encargo del Sr. Gobernador, el Dr. Esteban Alejandro Villegas Villarreal se otorgaron todas las facilidades para que pudieran asistir; es así como el C. Coordinador General de Gestión Gubernamental, el Dr. Jesús Salazar Ibarra, en representación de nuestro Gobernador, les dio la despedida, haciéndoles saber que este importante esfuerzo es primeramente para su desarrollo, el orgullo de sus familias y de todo el Estado, además, les habló de la responsabilidad que llevan al representar a nuestra entidad en un evento de esta categoría.



# 7MO CONCURSO CRECIENDO CON CIENCIA

**EL COCYTED INVITA A ESTUDIANTES DE NIVEL SECUNDARIA DE ESCUELAS PÚBLICAS Y PRIVADAS EN EL ESTADO DE DURANGO A PRESENTAR PROYECTOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS.**

**REGISTRATE EN EL SIGUIENTE LINK:  
[HTTPS://FORMS.GLE/S1VJDBQWA9L1QIF18](https://forms.gle/S1VJDBQWA9L1QIF18)**

**CIERRE DEL REGISTRO:  
JUEVES 29 DE MAYO DEL 2025 A LAS 15:00**

**PARA MAYOR INFORMACIÓN VISITA:  
[WWW.COCYTED.GOB.MX](http://WWW.COCYTED.GOB.MX)  
O LLAMA A LOS TELÉFONOS  
618 8133528 Y 812 9238**

**ESTE PROGRAMA ES FINANCIADO A TRAVÉS DE MULTAS ELECTORALES IMPUESTAS A PARTIDOS POLÍTICOS**

# DURANGO PRESENTE EN LA FEMECI EN CD. JUÁREZ, CHIHUAHUA.

La Delegación que representa al estado de Durango, estuvo compitiendo con los proyectos ganadores de la fase estatal, en la Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías (FEMECI) en su etapa Nacional, la cual busca impulsar y demostrar la investigación científica y tecnológica que se realiza en el Estado, además de fomentar las vocaciones científicas entre las y los jóvenes. Con proyectos en áreas como agroindustria y alimentos, ciencias ambientales y sistemas informáticos, el COCyTED felicita a las y los jóvenes entusiastas por este gran esfuerzo que refleja la motivación y perseverancia de todas y todos los estudiantes duranguenses.



Con la finalidad de impulsar y fomentar las vocaciones científicas y tecnológicas entre los jóvenes, el Gobernador del Estado el Dr. Esteban Villegas Villarreal giro instrucciones al Director General del COCyTED el Dr. José Betancourt para brindar el apoyo necesario a la Delegación que asistió a la Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías (FEMECI) en Cd. Juárez, es así, que el día de hoy se llevó a cabo la ceremonia de premiación donde Durango obtuvo 3 lugares nacionales con los siguientes proyectos:

1er. Lugar en la categoría de Agroindustria y Alimentos con el proyecto: Aprovechamiento de las Mermas, 2do. Lugar en la categoría de Sistemas y Software con el proyecto: Aprendizaje de Lengua de Señas Mexicana para Niños (LSM Kids) y 3er. Lugar en la categoría de Ciencias Ambientales con el proyecto: Maduración de Tilapia y Producción de Hortalizas en Sistema Acuapónico.

De esta manera, Durango sigue posicionándose como una entidad en continuo desarrollo científico y tecnológico, además de ser un referente en la generación de proyectos. Asimismo, reconocer el esfuerzo de la REDNACECYT por la organización del evento y al I2C por su anfitrionía.



**COCYTED**  
CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEL ESTADO DE DURANGO



El Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango y el TecNM Instituto Tecnológico de Durango, invitan a docentes, investigadores, académicos, tecnólogos y estudiantes de posgrado, de Instituciones de Educación Superior públicas y privadas y Centros de Investigación del Estado de Durango, a participar en el

## DIPLOMADO EN INVESTIGACIÓN 2025 REGIÓN LAGUNA

El Diplomado constará de los siguientes Módulos

- Módulo 1. Metodología de la Investigación
- Módulo 2. Elaboración de Proyectos de Investigación
- Módulo 3. Estadística y sus aplicaciones en investigación
- Módulo 4. Redacción Científica
- Módulo 5. La Inteligencia Artificial en la Investigación

Registro: <https://forms.gle/VAh21kAzSJMv2216>

Consulta la información completa en:  
[www.cocyted.gob.mx](http://www.cocyted.gob.mx)

CONVOCATORIA 2026  
SISTEMA ESTATAL DE INVESTIGADORES 26

**SEI**

**ABIERTA**

INGRESA A [WWW.COCYTED.GOB.MX](http://WWW.COCYTED.GOB.MX)

## CEREMONIA DE ENTREGA DE RECONOCIMIENTOS DEL SISTEMA ESTATAL DE INVESTIGADORES 2025

El 26 de marzo se llevó a cabo la Ceremonia de entrega de Reconocimientos del Sistema Estatal de Investigadores evento que busca reconocer el trabajo y trayectoria de la comunidad científica y tecnológica de nuestro estado en su labor de investigación en favor de la sociedad duranguense.

EL Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango felicita ampliamente a los nuevos integrantes del Sistema Estatal de Investigadores y los miembros Honoríficos que por su promoción a ingreso a Sistema Nacional se les reconoce distinguidamente.

Esta ceremonia fue presidida por nuestras autoridades estatales y municipales, acudió el Dr. Francisco Ibarra Guel, Subsecretario de Educación Media Superior y Superior, en representación de nuestro Gobernador, el Dr. Esteban Alejandro Villegas Villarreal y del Secretario de Educación, el Dr. Guillermo Adame Calderón; además, nos acompañó la Diputada Georgina Solorio García, quien preside la comisión de Ciencia Tecnología e Innovación en el H. Congreso del Estado, así mismo, acudió en representación del Lic. José Antonio Ochoa Rodríguez, alcalde de Durango, el Lic. Emiliano González, en representación del Maestro Ramón García Rivera, Rector de la UJED nos acompañó el Dr. Alfredo Téllez Valecia, junto a ellos, un representante de la comunidad científica y tecnológica de nuestro Estado y también galardonado el Dr. Arturo Castro Castro, teniendo él la oportunidad de dirigir unas palabras a los asistentes y en común con el Dr. José Betancourt Hernández Director General del COCyTED y anfitrión de este evento, les animó a seguir trabajando, seguir investigando y seguir sirviendo a nuestra sociedad, remarcando la importancia y la responsabilidad pero sobre todo el valor de su esfuerzo. Gracias a todas y todos los Directores de Facultades y Rectores que nos acompañaron en esta edición de entrega del SEI.

Felicidades a todas y todos aquellos que hoy forman parte del Sistema Estatal de Investigadores y a todas y todos quienes lograron la distinción Honorífica. Agradecemos grandemente a la Dirección del Hospital General 450 y a su personal por las facilidades y atenciones brindadas para realizar este evento.



# INICIA EL DIPLOMADO EN INVESTIGACIÓN 2025 EN LA REGIÓN LAGUNA



Este miércoles 2 de abril, dio inicio el Diplomado en Investigación 2025 en la Región Laguna de nuestro Estado, el cual es ofrecido por el TecNM Instituto Tecnológico de Durango y el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango. Este Diplomado es un programa de formación especializado que busca proporcionar a los participantes herramientas y conocimientos avanzados en los métodos, técnicas y enfoques de la investigación científica y aplicada, se cuenta con el apoyo de la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura de la UJED, quien será la sede de la mayoría de los 5 módulos que integran este Diplomado. Se cuenta con la participación de 19 instituciones de educación superior y centros de investigación, de los municipios de Cuencamé, Lerdo, Gómez Palacio, Mapimí, Rodeo y Región Lagunera



# ENTREGA DE RECONOCIMIENTOS DEL PRIMER DIPLOMADO EN INVESTIGACIÓN 2024

El Día de hoy se llevó a cabo la entrega de reconocimientos a quienes con mucha dedicación cumplieron con todos los módulos y requisitos que el programa del Primer Diplomado en Investigación 2024 exigió, derivado de su alineamiento con el Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028. Esta ceremonia se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Innovación del Instituto Tecnológico de Durango y fue presidido por el Dr. Guillermo de Anda Rodríguez, Director del ITD y anfitrión del Diplomado, quien dio la bienvenida a los asistentes y dirigió unas palabras a todos aquellos que estaban por recibir este reconocimiento alentándolos a seguir superando metas y logrando más éxito, así mismo, el Dr. José Betancourt Hernández, Director General del COCyTED, ofreció aliento y apoyo a los asistentes pero también les exhortó a buscar el desarrollo de nuestro estado a través del crecimiento de su conocimiento, de la misma manera, se dio cita el Dr. Alfredo Téllez Valencia, Director de Investigación y Posgrados de la Universidad Juárez del Estado de Durango y representante personal del Rector de la UJED, el Mtro. Ramón García Rivera, siendo este último quien después de un mensaje de felicitación dio por clausurada dicha Ceremonia.

Felicitaciones a todos los acreedores de este reconocimiento, que su dedicación y esfuerzo siga dando frutos, agradecemos de gran manera a los instructores que apoyaron en esta edición del Diplomado en Investigación. ¡¡Enhorabuena!!



# ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN

## EL RIESGO DE NO EVALUAR EL RIESGO: FLUOROSIS EN DURANGO.

Miriam Mirelle Morones Esquivel<sup>1\*</sup>, Emily García Montiel<sup>1</sup>, Hugo Ramírez Aldaba<sup>1</sup>, Jaime Briseño Reyes<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango.

E-mail: miriam.morones@ujed.mx

Seguramente, la mayoría de los Duranguenses hemos oído hablar de la contaminación del agua por altas concentraciones de flúor, no es algo nuevo, existen varios estudios con diversas perspectivas que hablan de este tema.

Se sabe que el flúor es un contaminante natural que se encuentra en la mayoría de los acuíferos Mexicanos y se le asocia con el arsénico. La sobreexplotación de los acuíferos a profundidades de 250 metros ocasiona que la concentración de Flúor aumente a niveles que sobrepasan el límite máximo permisible de acuerdo a la Norma Mexicana (NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo). Además, el promedio de agua consumida por habitante por día en Durango es de 220 a 250 litros sobrepasando el nivel nacional de consumo.

En los últimos años por la contingencia sanitaria el consumo por habitante aumento hasta un 30% (Carrillo, 2020). Es decir, cada día que pasa contamos con menos cantidad de agua.

Entonces en Durango tenemos menos agua y el agua que tenemos tiene altas concentraciones de flúor,

pero ¿Qué implicaciones tiene el consumir esta agua durante toda una vida? Podríamos decir que la mayoría de los Duranguenses consumimos agua embotellada, lo que plantea el problema de los plásticos, además existe población que aún bebe agua directamente de la llave, aunado a que utilizamos este recurso en distintas actividades como bañarnos, regar las plantas, cocinar, etc.

Factores ambientales inician, preservan o exacerbaban los riesgos a la salud de la población. El creciente desarrollo de los países modifica la forma en que el ambiente influye en la salud cambiando los modelos de riesgo, por lo tanto, establecer un vínculo causa-efecto sobre la salud plantea muchas dificultades. Muchas enfermedades son producidas por agentes microbiológicos y químicos, en nuestro país los brotes de enfermedades hídricas que se relacionan con abastecimientos de agua no apta para el consumo son de declaración obligatoria (Marcos, 2005). Sin embargo, ¿Qué pasa con aquellas enfermedades donde no existe una causa aparente? En la mayoría de los casos el efecto sobre la salud no es inmediato, sino a mediano y largo plazo, dando

como resultado enfermedades de tipo degenerativo en las que resulta muy difícil establecer relaciones de causalidad.

Estas enfermedades podrían ser provocadas por contaminantes químicos, ya sea por contaminación del agua en origen o bien debido a las características químicas del abastecimiento, por materiales instalados en contacto con el agua de consumo, por sustancias formadas como subproductos de reacción por la utilización de tratamientos químicos para potabilizar el agua, o por el mal mantenimiento o diseño de las instalaciones. Los químicos más frecuentes en el agua capaces de originar problemas de salud o enfermedades son los nitratos, trihalometanos, plaguicidas, plomo, arsénico, acrilamida, cloruro de vinilo, epiclohidrina, boro y fluoruro. El flúor es el elemento más electronegativo de todos, por tanto, nunca se halla en la naturaleza en su forma elemental y esta electronegatividad lo predispone a combinarse con otros elementos. Su solubilidad en el agua es elevada y la forma combinada que más se encuentra en la naturaleza es el fluoruro cálcico o espato flúor o fluorita.

# FEBRERO

## DÍA INTERNACIONAL DE LA MUJER Y LA NIÑA EN LA CIENCIA

La absorción del flúor puede ocurrir por diferentes vías por ejemplo respiratoria debido a la contaminación industrial, sin embargo, la principal vía de absorción es el tubo digestivo. Cuando se ingiere, es rápidamente absorbido; el 90% del total se encuentra en la sangre, después de 30 a 45 min. Esto pasa debido a que la absorción del flúor se produce principalmente en el estómago y en una proporción menor en la primera porción del intestino debido a su pH muy bajo. El fluoruro que se ingiere al beber agua es casi totalmente absorbido, mientras que el que procede de los alimentos lo es entre un 50% y un 79%.

El flúor en agua puede causar fluorosis dental y esquelética. La fluorosis esquelética es un grave problema de salud en dos de los países más grandes del globo: India y China. Sin embargo, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), estima que la fluorosis es endémica en por lo menos 25 países. La incidencia de la fluorosis, incluyendo todos los casos en sus diferentes estadios, es desconocida, y se estima “en decenas de millones de personas”. Las causas más comunes de fluorosis incluyen la inhalación de polvo por trabajadores en minas de criolita, humos provenientes de la industria y agua de bebida. De acuerdo con estudios de campo, la fluorosis en India y China ocurre cuando la concentración de flúor en el agua supera 1 ppm y ha sido observada en comunidades con sólo 0.7 ppm. El gobierno chino considera como riesgo de fluorosis esquelética la ingesta de agua con más de 1 ppm de flúor (Puche & Rigalli, 2007).

La fluorosis hace frágiles los huesos ya que produce cambios en su estructura. El aumento de masa ósea es una característica de las primeras etapas de fluorosis. Si la ingesta importante de flúor persiste por varios años aparecen dolores articulares y dificultades en la ambulación. La forma más severa de fluorosis del esqueleto es llamada crippling skeletal fluorosis (fluorosis invalidante) por la calcificación de los ligamentos, inmovilidad, adelgazamiento y problemas neurológicos relacionados con la compresión de la médula espinal.

Si bien, se han encontrado concentraciones de flúor en Durango por arriba de 1.5 ppm, no se han implementado acciones para reducir el riesgo. Sobre todo, en aquellas personas que tienen mayor vulnerabilidad, por tomar agua directamente de la llave. Para analizar el riesgo que tiene el flúor sobre la población, es necesario estimar el nivel potencial de peligro, si no existe exposición a la sustancia por más tóxica que sea esta no existe riesgo, el peligro entonces depende de la concentración del contaminante, pero también depende de otras variables como el tiempo de exposición a la sustancia, edad de la persona, el peso, la cantidad de agua que consume durante el día, los alimentos que consume y factores socioeconómicos.

Específicamente, el análisis de riesgo sanitario (ARS) estima el nivel potencial de peligro para un humano a partir del contacto con una sustancia química presente en el ambiente. Es decir que el riesgo, esta en función de la peligrosidad de la sustancia y

de la magnitud de la exposición. Existen distintos métodos para analizar el riesgo. Por ejemplo, existen modelos que consideran simultáneamente múltiples rutas de exposición, de sustancias o de receptores.

Por otra parte, está el análisis de riesgo sanitario probabilístico utilizando el modelo de simulación de Montecarlo (MC). La MC es una técnica cuantitativa que hace uso de la probabilidad para imitar, mediante modelos matemáticos, el comportamiento aleatorio de fenómenos reales. La clave consiste en crear un modelo global del proceso que se quiere analizar, identificando aquellas variables (parámetros) cuyo comportamiento aleatorio determina la conducta del fenómeno (Figura 1).

En esta metodología no es indispensable que se hagan estudios de salud en las poblaciones expuestas. Si se han realizado en el sitio estudios epidemiológicos controlados, que se consideren adecuados, se deberán utilizar para reforzar las conclusiones del estudio de evaluación de riesgos. Los estudios de salud normalmente sólo proporcionan información cualitativa de los riesgos y, no siempre contienen información significativa para decidir si un sitio debe de intervenir o no. Se debe evitar el uso de información anecdótica o de datos provenientes de estudios que se puedan considerar sesgados. Los reportes aislados de enfermedades o síntomas en algunos individuos viviendo cerca del sitio, no se deben tomar como confirmación de que las causas de los efectos sobre la salud de esos individuos son por

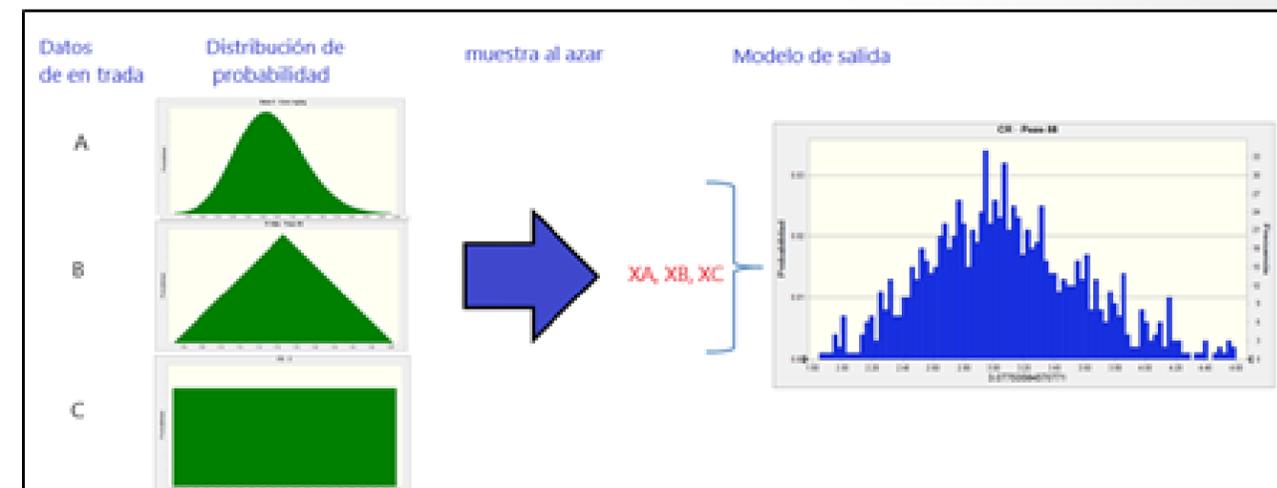


Figura 1. Esquema general del Análisis de riesgo probabilístico por el método de Montecarlo

la exposición a contaminantes provenientes del sitio. Sin embargo, los estudios en la población son útiles para reforzar los resultados de la evaluación de riesgos. Por ejemplo; si la evaluación de la exposición indica que la población recibe una dosis considerable de Flúor prediciendo que se deben presentar niveles elevados de flúor en orina y el estudio de muestreo biológico encontró que esos niveles elevados se presentaron sólo en los que estuvieron expuestos al agua contaminada del acuífero subterráneo del sitio. Esto proporciona información importante de cuáles exposiciones fueron efectivas y cuáles pueden ser las rutas significativas de exposición (Peña, Dean, & Ayala-Fierro, 2001). También es importante señalar la relación entre las condiciones sociales, la pobreza, el desempleo y las desigualdades sociales con la salud humana. Ya que estos factores hacen que la población sea más vulnerable. Además, se requiere una mayor participación en la identificación de peligros, en el control de los riesgos para la salud humana asociados al medio ambiente por parte de todas las partes implicadas: las autoridades, la Universidad, los medios de comunicación social, los partidos políticos, las ONGs y la sociedad.

En conclusión, el riesgo de no evaluar el riesgo sanitario tiene que ver con no tomar decisiones adecuadas para aplicar programas y acciones de reducción de riesgos que sean efectivos. Dirigidos a atender los peligros más significativos, para que los recursos económicos y humanos sean optimizados.

#### Referencias

- Carrillo, R. C. (9 de Mayo de 2020). Agua en Durango no es ilimitada: AMD. (J. A. Meraz, Entrevistador)
- Marcos, F. V. (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. *Rev. Esp. Salud Publica*, 117-127.
- Peña, C. E., Dean, E. C., & Ayala-Fierro, F. (2001). *Toxicología Ambiental: Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental*. Arizona: Southwest Hazardous Waste.
- Puche, R. C., & Rigalli, A. (2007). Fluorosis esquelética. *Actualizaciones en Osteología*, 50-52.

# EL MEMBRILLO, FRUTA DE LOS DIOSES: PASADO, PRESENTE Y FUTURO EN EL PUEBLO MÁGICO DE NOMBRE DE DIOS DURANGO

Jesús García Pereyra, Gabriel N. Aviña Martínez, Rosa Bertha Rubio Graciano  
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana.

El pasado, Membrillo “Kostixokotl” en lenguaje náhuatl, Berros, el ojo de agua de San Juan un recorrido de 13 kilómetros para llegar a la cabecera municipal de Nombre de Dios, pasando pueblos asentados cerca de los mantos acuíferos que gracias a la naturaleza tienen este preciado tesoro en abundancia. Un camino con curvas pronunciadas en donde acequias aledañas transportan agua pura de manantial con calidad excepcional, caracterizada por su alto contenido de azufre, calcio y otros nutrientes que han permitido que en sus orillas se encuentren huertas que aprovechando esa gran riqueza hídrica han prosperado de frutas de membrillo, manzana, higo y peral principalmente. Nombre de Dios, un pueblo mágico rico en tradición, cultura y con un legado a la provincia de la Nueva Viscaya por la edificación de la primera iglesia católica construida por el fraile Juan Gerónimo de Mendoza. Nombre de Dios, pueblo llamado Villa de los Cuatro Templos, establecido en 1562, pero...la riqueza frutícola fue gracias a “Urajan de Luna”, viaja por el camino real de tierra adentro para regresar el agua y poder seguir regando las parcelas

de su población. Así las huertas de membrillo, la franja comprendida desde San Juan hasta la propia cabecera municipal. La fruta del membrillero es de sabor agridulce, pero ya procesado su consumo es en jaleas, ates, licores aunque el valor agregado es el mucilago que se usa para perfumería.

Elixir de los dioses “El licor de membrillo” elaborado de manera artesanal en fábricas caseras distribuidas en todo el sendero turístico del pueblo de Nombre de Dios, su base es el jugo de la fruta procesado de diferentes maneras, su sabor indiscutible es reconocido en todo el mundo, ahí por qué esta riqueza gastronómica sirvió para que en parte el municipio obtenga la nominación de pueblo mágico en el año de 2018. El sendero comprendido desde Nixtalpa hasta el ojo de agua de San Juan se asientan ocho comunidades que tienen huertas de membrillo... con problemas en los últimos años para obtener una producción sustentable de la fruta para el sostén de muchas familias que viven de la industrialización artesanal de esta fruta.

Su presente, un área frutícola en

decadencia, pequeños productores con arbolado de membrillo, higo y granado, las plagas y las enfermedades presentes la mayoría son generalistas, brincan de una especie a otra, sin embargo hay plagas especialistas como es el caso del hongo necrotrofico llamado moho gris (*Botrytis cinérea*) y sus cepas causan la necrosis de las flores, las hojas, las yemas, los brotes, las plántulas y las frutas de las plantas. Su propagación se produce en primavera formando conidios que se dispersan con el viento y el agua, penetrando a través de los estomas o heridas provocados por las plagas de forma natural, o cuando los tejidos están debilitados. Las causas de la presencia se deben principalmente a factores como: falta de podas y aclareos, limpieza de huertas, retiro de fruta podrida, falta de fertilizantes en el momento de la floración y llenado del fruto, deficiente sistema de trapeo, falta de un programa de limpieza de huertas.

*Cydia pomonella* causal de la pérdida de la fruta de membrillo hasta en un 70%. La Punta plateada y verde indica el rompimiento del reposo invernal, de noviembre a febrero inverna en la corteza del

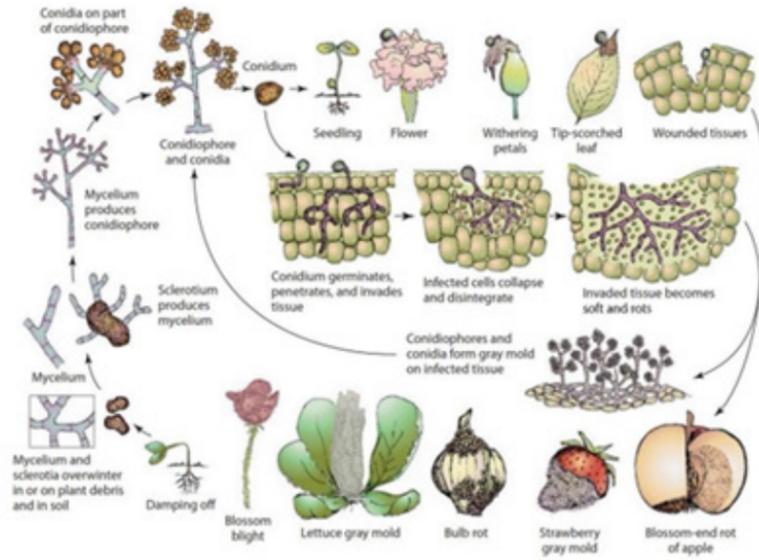


Figura 1. Ciclo de vida de *Botrytis cinérea* (tomado de Agrios, 2005)



Figura 2. *Cydia pomonella*

árbol. Su ciclo de vida es de 88 días, el daño en la fruta es cuando la temperatura promedio es de 20°C.

Daños, realiza dos vuelos de apareamiento. Penetra a la fruta de membrillo por la flor, los huevos los deposita la hembra en el estambre. Realiza dos vuelos de apareamiento, en el mes de marzo y el segundo en el mes de julio.

Su futuro, Aplicar tecnología propuesta mediante Poda al final

el cual elimina gradualmente la enfermedad, aplicándose antes de la floración en una dosis de 500 gramos por hectárea diluido en un tanque de 200 litros. No tiene efectos residuales en fruta ni daña a las abejas. Se tiene que aplicar cada año. Elaborado en la biofabrica del ITVG. La colocación de trampas con feromonas permite capturar hasta en un 60% de la población. Aplicación de un bioformulado a base de *Bacillus thuringiensis* presenta toxicidad contra larvas de insectos-plaga de los órdenes *Lepidóptera*, *Coleóptera* y *Díptera*, entre otros, la dosis es de 4 litros por hectárea asperjado al follaje.



Figura 3. Técnica de poda

del verano y eliminación de ramas que comienzan a nacer ya dañadas.

Aceite invernal, el ratamiento preventivo de aparición de enfermedades y atacar las poblaciones de insectos latentes durante el invierno. Se aplica asperjado por árbol. Al menos 20 ml/20 L de agua. El control biológico, aplicación de un bioformulado a base de *Trichoderma harzianum* el cual es un hongo biotrofico, antagónico al hongo de la pudrición de la fruta,

Gracias al apoyo de los productores y los recursos económicos aportados por el COCYTED, fue posible lograr la meta de este proyecto “Conocer los factores causales de la pudrición de la fruta y establecer estrategias de control de las plagas y del hongo *Botrytis cinérea*”.

# TRATAMIENTOS DE REMOCIÓN DE CROMO

Claudia Valencia Fernández

Maestría en Sistemas Ambientales en el Instituto Tecnológico de Durango – UPIDET

E-mail: claudiavalf@gmail.com

El cromo es un metal gris acero duro, es altamente resistente a la oxidación e incluso a altas temperaturas. Es el sexto elemento más abundante en la corteza terrestre, donde se combina con hierro y oxígeno en forma de cromita (ATSDR, 2008). Este elemento se encuentra generalmente en el medio ambiente como Cr (III) o Cr (VI). Los dos estados de oxidación del cromo tienen diferentes propiedades químicas, biológicas y ambientales. El Cr (III) es relativamente insoluble y un micronutriente esencial para los animales y los seres humanos, y tiene un papel importante en el metabolismo de la glucosa, los lípidos y las proteínas. Por el contrario, el Cr (VI) es muy móvil y se considera sumamente tóxico y causante de mutación para la mayoría de los organismos (Álvarez E. et al., 2006). Por sus características cancerígenas, tóxicas y mutagénicas, este elemento se convierte en una amenaza para la salud humana así como al medio ambiente. La Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano

que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados, o cualquier persona física o moral que la distribuya. Según la norma, el límite permisible de características en cuanto a cromo VI en el agua para el consumo humano es de 0.05 mg L-1.

El cromo es uno de los metales más comunes presentes en los acuíferos contaminados. Este elemento se puede encontrar en el aire, el suelo y el agua, después de su liberación de industrias que usan cromo, como las industrias involucradas en galvanoplastia, curtido de cuero, producción textil y fabricación de productos a base de cromo. El cromo también puede liberarse al medio ambiente a partir de la quema de gas natural, petróleo o carbón (U.S. department of health and human services, 2012).

Con el crecimiento de las actividades industriales las fuentes de contaminación del medio por cromo y otros metales han aumentado considerablemente. Las principales actividades que involucran la contaminación por cromo son la minería y la industria. Las fuentes potenciales de contaminación

de los acuíferos son los residuos sólidos y los efluentes líquidos. El aire y el agua se contaminan de cromo a partir de actividades humanas, muchas aplicaciones industriales que usan el cromo en estado de oxidación VI, lo depositan sobre el suelo como desechos en estado sólido, que al descomponerse e infiltrarse el agua de lluvia a través de ellos, producen lixiviados. Éstos migran en fase acuosa interactuando a su paso con las partículas del suelo. Una vez que estas partículas llegan al nivel freático producen la contaminación de las aguas subterráneas creando plumas de contaminación y superando así las normas de calidad del agua potable.

Aunque los niveles de cromo en agua y en aire sean bajos, las personas pueden respirar aire, tomar agua o comer alimentos que contienen cromo o absorberlo a través del contacto con la piel con este elemento o sus compuestos. La exposición al cromo III es común por medio de alimentos contaminados, por otra parte, la exposición de como VI es frecuente en los ambientes de trabajo. La absorción de cromo se hace fundamentalmente por tres vías: oral, respiratoria y dérmica.



Al entrar en el organismo es distribuido a la médula ósea, pulmones, ganglios linfáticos, bazo, riñón e hígado (Molina N., et al., 2010).

Según la Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR) del 2008, el cromo es uno de los metales industriales más utilizados, se estima que varios millones de trabajadores en todo el mundo están expuestos a compuestos de cromo en una variedad de industrias, como la producción de pigmentos, el cromado, la soldadura de acero inoxidable y el curtido de cuero. Los trabajadores están expuestos tanto a Cr III como a Cr VI, como materiales solubles e insolubles. La población general está expuesta al cromo al inhalar el aire ambiental, ingerir alimentos y beber agua que contiene cromo. La presencia de compuestos de cromo en sitios de desechos peligrosos puede contribuir a la exposición de las poblaciones que residen y trabajan cerca de dichos sitios.

La contaminación por cromo y el impacto en la salud pública y los daños al ecosistema, ha conducido al hombre a buscar variantes para resolver este problema, utilizando métodos tradicionales así como alternativas tecnológicas no convencionales, las cuales, aprovechan y aplican los recursos naturales contribuyendo con su valor económico de manera positiva. Algunos de los métodos convencionales más utilizados para la remoción de cromo son: adsorción, ósmosis inversa, electrodiálisis, intercambio iónico, ultrafiltración y precipitación química. La adsorción es un fenómeno físico en el que las moléculas se adhieren a la superficie

de un material sólido a través de enlaces químicos o fuerzas físicas; hay muchos tipos de materiales utilizados en el proceso de adsorción como el carbón activado, nanofibras, zeolita, nanopartículas, etc.

El método de ósmosis inversa se basa en un proceso de membrana conducido bajo presión, el cual consiste en forzar el agua a través de una membrana que permite el paso del agua pero no de otro material. La electrodiálisis se encarga en separar iones de un fluido mediante la utilización de membranas selectivas a cationes y membranas selectivas a los aniones reteniendo el contaminante. El intercambio iónico es un proceso de separación en el cual los iones de diferentes especies se desplazan a los iones de un determinado material de intercambio o ya sea una resina.

El proceso de ultrafiltración tiene la función de separar moléculas por diferencia de tamaño por medio de una membrana a baja presión y así retener elementos no deseados. Finalmente, la precipitación química, es utilizada para la eliminación de metales pesados mediante reacciones de óxido-reducción que alteran el estado físico y solubilidad de los metales.

Existen muchas investigaciones relacionadas en la remoción y eliminación de cromo (VI), sabiendo que este metal en su estado de oxidación VI es perjudicial para el medio ambiente y la salud. En dichas investigaciones se implementan diferentes procesos ya sean convencionales y no convencionales, implementando cambios a favor del medio ambiente y la economía,

estos utilizados principalmente en el tratamiento terciario de remoción de contaminantes, obteniendo alta eficiencia de remoción y altos porcentajes de eliminación de este metal dañino.

#### Referencias

Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Case Studies in Environmental Medicine. Chromium Toxicity. (2008).

Álvarez-Ayuso E., Gacías-Sánchez A. y Querol X. (2006). Adsorption of Cr (VI) from synthetic solutions and electroplating wastewaters on amorphous aluminium oxide. Journal of Hazardous Materials, 142 191-198.

Molina Montoya N. P., Aguilar Casas P. y Cordovez Wandurraga C. (2010). Plomo, cromo III y cromo VI y sus efectos sobre la salud humana. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular. Volume 8, number 1. Article 8.

U.S. department of health and human services. (2012). Toxicological profile for Chromium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology and Human Health Sciences. September 2012.



# ESCARABAJOS PRESENTES EN AGAVES MEZCALEROS DE NOMBRE DE DIOS, DURANGO

Jesús Lumar Reyes Muñoz<sup>1\*</sup>, Patricia Ponce Peña<sup>2</sup>, Ancelmo Orona Espino<sup>1</sup>, Santiago Niño Maldonado<sup>3</sup>, Milton Brandon Recéndiz De la Mora<sup>1</sup>, José Luis Estrada Rodríguez<sup>1</sup>, Cristo Omar Puente Valenzuela<sup>1</sup>, Josué Raymundo Estrada Arellano<sup>1</sup>, Verónica Ávila Rodríguez<sup>1</sup> Miguel Mauricio Correa Ramírez<sup>4</sup>

1 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango

2 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Juárez del Estado de Durango.

3 Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Centro Universitario Victoria.

4 Instituto Politécnico Nacional, Centro de Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Durango.

El agave es una planta perenne, crece en ambientes semidesérticos o desérticos, requiere pocos nutrientes, absorbe CO<sub>2</sub> durante la noche, retiene la mayor cantidad de agua evitando la transpiración, por lo que se considera una planta eficiente en el uso y retención de agua. Su propagación se da a través de semilla silvestre y en muchas ocasiones ésta semilla es llevada a germinación en invernaderos mediante almácigos [1]. En México se producen bebidas alcohólicas a partir de la fermentación de las diversas especies de agaves. Actualmente, Durango es el tercer productor de mezcal dentro del territorio nacional [2], siendo este sector, una de las principales actividades económicas del Estado, además de su importancia ecológica. Como tradición, forma parte del patrimonio cultural, siendo Nombre de Dios, Súchil y Durango los generadores de materia prima [3]. Otras aplicaciones industriales incluyen el aprovechamiento de la

fibra, como el caso del henequén (*Agave fourcroydes*) originaria de Yucatán, al mismo tiempo se están investigando más aplicaciones como la obtención de biocombustibles, aprovechando la biomasa. En el Estado de Durango se encuentran identificadas veintinueve especies de agaves [4].

Para obtener bebidas tradicionales provenientes de estas plantas se requiere un proceso de fermentación el cual necesita de carbohidratos (azúcares), los cuales se encuentran en la piña y hojas. Generalmente se utiliza la base o piña porque contiene hasta un 20% de azúcares disponibles. El proceso incluye la cocción de la piña, extracción del mosto, fermentación, destilación y maduración [5].

Dentro de la piña, la savia contiene azúcares como sacarosa, fructosa, glucosa e inulina, además de minerales, vitaminas, aminoácidos, compuestos volátiles, que son una fuente de alimentación para hongos,

bacterias, levaduras y animales, entre ellos, los insectos.

Por ejemplo, el picudo del agave (*Scyphophorus acupunctatus*), es un escarabajo el cual posee un pico alargado que utiliza para alimentarse; en las piñas deposita sus huevos; una vez eclosionadas las larvas con ayuda de sus mandíbulas consumen la savia para alcanzar su desarrollo, generando huecos (galerías), los adultos se concentran en los espacios que se generan entre las pencas, que toman un color rojizo (Fig. 1) [6]. Estas lesiones en la planta la hacen susceptible de ser infectadas por hongos o bacterias, que llevan a la fermentación/pudrición de los agaves. Al crecer la población de estos insectos, daña los agaves y, por ende, la producción de mezcal. En Durango, se ha reportado principalmente en la especie *A. durangensis* y *A. asperrima*, en el Estado, la plaga ha incrementando su distribución del 5.1% en 2011 al 36% en 2021, distribuidas en 4 de las 5 ecoregiones [6]. Cabe mencionar

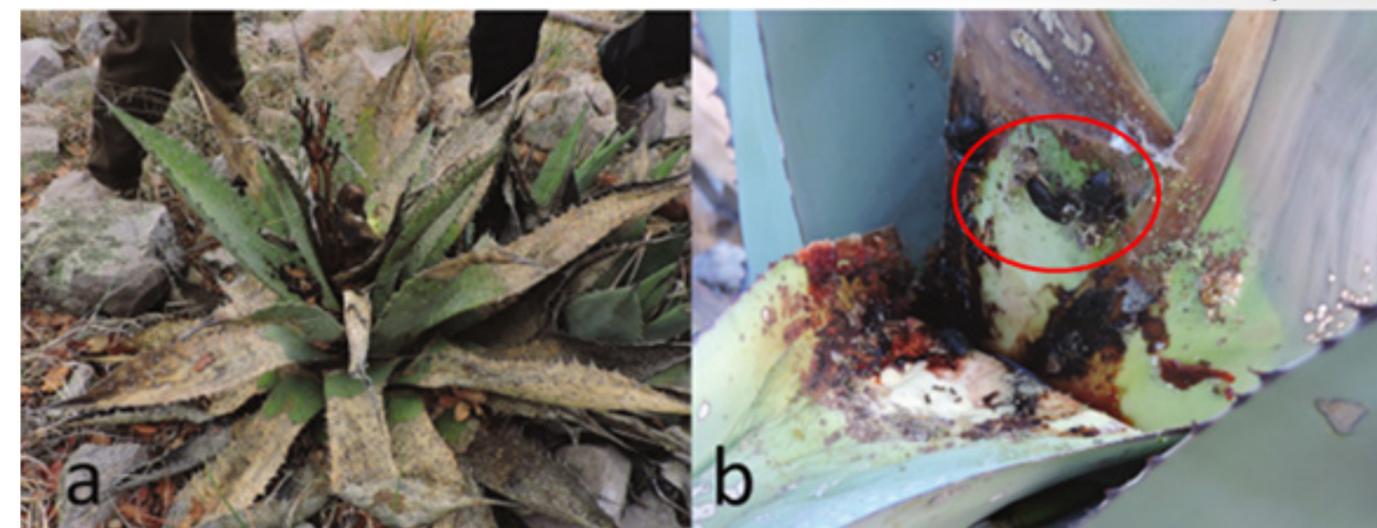


Figura 1. a) Planta dañada, por infestación del picudo del agave; b) presencia del picudo en la base de las hojas [3].

que este insecto también se ha detectado en cactáceas y plantas ornamentales de la región.

Otro insecto detectado es *Peltophorus polymitus*, escarabajo jaspeado, que se alimenta únicamente de las hojas, mientras que, *S. acupunctatus* de la base o piña. Ambos escarabajos cohabitan en las plantas del género *Agave* [7]. Existe otro escarabajo potencialmente dañino para los agaves, como el caso del escarabajo funerario (*Acanthoderes funeraria*), este insecto se encuentra distribuido en casi todo el territorio nacional, reportado en el 62% de los estados, como son: Aguascalientes, Ciudad de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas y recientemente en el Estado de Durango en los municipios de Vicente Guerrero, Durango y Mezquital, mostrando un desplazamiento hacia el noreste del país [8]. Este cerambícido se ha reportado también en *A. salmiana*

y *A. cupreata* en Guerrero, México, lo que indica su dispersión a otras especies de agaves, causando daños en las piñas e incluso la muerte de las plantas [9].

De manera general, en Durango se han encontrado tres escarabajos asociados al género *Agave* (Tabla 1). Debido a la importancia económica de este cultivo en el Estado es importante implementar un trapeo adecuado para el monitoreo de estas plagas y detectar los potenciales controladores biológicos, considerando que los huevos se mantienen en diapausa (hibernación) hasta que las condiciones climáticas son adecuadas para su desarrollo. A la fecha, hay estudios que proponen el control químico, generalmente plaguicidas; sin embargo, las sustancias tienen efectos secundarios que alteran o afectan al ecosistema, además se ha demostrado ser efectivo en el adulto, pero no en las larvas, huevos o pupas, ya que se encuentran en el interior de la piña [10]. Una de las prácticas culturales es quemar las

piñas contaminadas, pero esto no evita la propagación y el daño a las plantas aledañas.

Como control etológico, el uso de feromonas combinado con sustancias alimenticias, ha dado buenos resultados. El control biológico permitirá generar estrategias de control y manejo para la obtención de mejores resultados de producción, utilizando enemigos naturales que pueden ser insectos, hongos, bacterias, entre otros [10]. En el Estado de Durango, la obtención de agaves como materia prima es de forma silvestre, no obstante, en los últimos años se han realizado esfuerzos en la producción de plántulas para su futuro procesamiento. Sin un manejo y control adecuado del recurso y las especies de agaves, la proliferación de escarabajos e incluso bacterias, pueden disminuir o desaparecer este sector productivo a largo plazo. Por otra parte, dar acceso de esta información a los productores y agricultores, les permitirá contar con alternativas para desarrollar un plan de manejo integrado.

Nombre común	Nombre científico	Imagen
Picudo negro del agave	<i>Scyphophorus acupunctatus</i>	
Picudo jaspeado	<i>Peltophorus polymitus</i>	
Cerambícido del Maguey / Escarabajo fúnebre	<i>Acanthoderes funeraria</i>	

Tabla 1. Principales escarabajos asociados a agaves mezcaleros en el estado de Durango. (Fotos: Biol. Milton Recéndiz)

Nuestro equipo de trabajo, estudia la distribución de estos escarabajos en los municipios de Durango, su tasa de crecimiento, factores que permiten su proliferación, así como la evaluación y efectividad de alternativas para el control y manejo de insectos dañinos en este cultivo. Los resultados contribuirán a la comprensión y propuestas para el conocimiento de la población de estas plagas. Un estudio multidisciplinario desde diversos enfoques, puede generar alternativas o esquemas combinados de los tipos de control ya utilizados. Finalmente, se sugiere una vigilancia constante de estos insectos que afectan a plantas del género Agave y así evitar que sus poblaciones crezcan de manera exponencial, lo cual pudiera ser un riesgo en un futuro cercano. El incremento de la producción de mezcal a nivel regional generaría un impulso positivo en la economía, sustentabilidad, generación de fuentes de empleo e incremento de la calidad de vida de la Sociedad.

## Referencias

Nava-Cruz, N. Y., Medina-Morales, M. A., Martínez, J. L., Rodríguez, R., & Aguilar, C. N. (2015). Agave biotechnology: an overview. *Critical reviews in biotechnology*, 35(4), 546-559.

Consejo Regulador del Mezcal. 2020. Informe Estadístico 2020.

Valenzuela, R. J. F.; Velasco, G. O. H; & Márquez, M. A. 2003. Desarrollo sustentable del agave mezcalero en Durango. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. Durango, México. 188 p.

González-Elizondo, M., R. Galván-Villanueva, I. L. López-Enríquez, L. Reséndiz-Rojas, and M. S. González-Elizondo. 2009. Agaves, Magueyes, Lechuguillas y Noas del Estado de Durango y sus Alrededores. CIIDIR Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional, Durango, Dgo., México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Tlalpán, México, D.F., México.

Lappe-Oliveras, P., Moreno-Terrazas, R., Arrizón-Gaviño, J., Herrera-Suárez, T., García-Mendoza, A., & Gschaedler-Mathis, A. (2008). Yeasts associated with the production of Mexican alcoholic nondistilled and distilled Agave beverages. *FEMS yeast research*, 8(7), 1037-1052.

Reyes-Muñoz, J. L., Niño-Maldonado, S., Sanchez-Alfaro, M. F., Uribe-Ordoñez, L. A., Estrada-Rodríguez, J. L., Lucio-García, J. N., & Correa-Ramírez, M. M. (2021). Update of the known distribution of *Scyphophorus acupunctatus* (Gyllenhal, 1838) (Coleoptera: Curculionidae) and new host in Durango, Mexico. *The Pan-Pacific Entomologist*, 97(3), 175-178.

Reyes-Muñoz, J. L., Correa-Ramírez, M. M., Zamora-Gutierrez, V., Sánchez-Alfaro, M. F., Uribe-Ordóñez, L. A., & Niño-Maldonado, S. (2020). Distributional Extension of *Peltophorus polymitus* (Boheman 1845) 1 at Durango, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 45(1), 169-174.

Reyes-Muñoz, J. L., Uribe-Ordóñez, L. A., Vitela-Reyes, D., Ramírez-Noya, D., Correa-Ramírez, M. M., Clark, S. M., & Niño-Maldonado, S. (2021). First Recorded Occurrence and New Hosts of *Acanthoderes (pardalisia) funeraria* Bates, 18611 at Durango, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 46(4), 957-962

Jiménez, E. S., Díaz, D. I. O., Romero, Y., & Jiménez, J. T. (2019). Primer reporte del escarabajo *Acanthoderes funeraria* (Bates) (Coleoptera: Cerambycidae) en el agave silvestre *Agave cupreata* (Trel. & Berger) en Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 35, 3502072.

Barragán, F. E., Aguilar, J. H. A., Galicia, S. B. N., Juárez, R., Atonal, L. J. M. T., & Martínez, M. D. B. (2022). El Picudo (*Scyphophorus acupunctatus*), un gran enemigo del agave en México. *Frontera Biotecnológica*, enero-abril, 26-33.



# ¿QUÉ EFECTO HA TENIDO EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EN COMUNIDADES FORESTALES DEL ESTADO DE DURANGO, MÉXICO?

Gustavo Pérez Verdin<sup>1\*</sup>, Karla Segura Millán<sup>1</sup>, Carlos Alejandro Custodio González<sup>1</sup>, José Ciro Hernández Díaz<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro de Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Durango.  
<sup>2</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango, ISIMA  
 E-mail: guperezv@ipn.mx

El programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) es un mecanismo de financiamiento a productores para incentivarlos a conservar los recursos forestales en México (Muñoz-Piña et al., 2008). Iniciado originalmente en el 2003, el PSA se circunscribe hoy como un instrumento de mercado que trata de reducir la deforestación y degradación de la cobertura forestal (Von Thaden et al., 2019). Los productores reciben una compensación económica a cambio de proteger sus bosques, bajo una serie de criterios y compromisos que definen la elegibilidad y permanencia de las áreas participantes. Algunos de esos criterios incluyen la importancia del agua para las comunidades, el riesgo de deforestación y el grado de marginalización de la zona.

Una de las áreas que ha sido seleccionada para recibir estos beneficios es la cuenca endorreica de la Laguna de Santiaguillo, ubicada en la parte central del estado de Durango.

Por su extensión y diversidad, ésta provee una gran cantidad de servicios ecosistémicos como: hábitat para aves migratorias y reptiles, almacén de una gran cantidad de carbono y cuerpos reservorios de agua que eventualmente favorecen el hábitat de especies acuáticas y la recarga de mantos acuíferos. Las comunidades beneficiadas deben mantener o incrementar la cobertura forestal en sus terrenos en un periodo de cinco años consecutivos, plazo que se establece como compromiso entre el productor y el gobierno, y realizar actividades que permitan la conservación de los suelos y bosques.

A pesar de las bondades del programa, uno de los principales cuestionamientos es la falta de un sistema de monitoreo a nivel predial que permita evaluar los efectos sociales y ecológicos en las propias comunidades y en el recurso forestal. Esta crítica se sustenta en el hecho de que los apoyos se otorgan a los representantes de los predios en áreas o polígonos previamente designados y las

actividades se programan a nivel individual (predio). Sin embargo, solo se benefician a aquellos que pueden cumplir con los criterios de elegibilidad, dejando fuera otros que también están inmersos en la misma cuenca. En este contexto, este trabajo analizó la dinámica de la cobertura forestal en predios con y sin apoyo del PSA, en comunidades de la cuenca de la Laguna de Santiaguillo (Figura 1). La muestra incluyó siete ejidos con apoyo y siete sin apoyo, cubriendo una superficie total de 45,912 ha.

Se usaron imágenes satelitales, series de tiempo de vegetación, encuestas a participantes y no participantes y el método econométrico denominado Diferencias-en-Diferencias, para estimar el índice de vegetación ajustado al suelo y evaluar las diferencias en el tiempo (antes y después del PSA). Los objetivos fueron probar la efectividad del programa en dos periodos de tiempo y evaluar las percepciones sociales de los participantes. Los resultados muestran que el PSA

se ha aplicado desde el 2006 y los cambios en la cobertura vegetal no han sido estadísticamente significativos en el periodo, aunque se observan resultados favorables para los predios con PSA (Figura 2).



Figura 1. Ilustración de la Cuenca de la Laguna de Santiaguillo, Durango, México. El área se encuentra en los municipios de Nuevo Ideal y Canatlán, principalmente. Cortesía: Karla Segura-Millan.

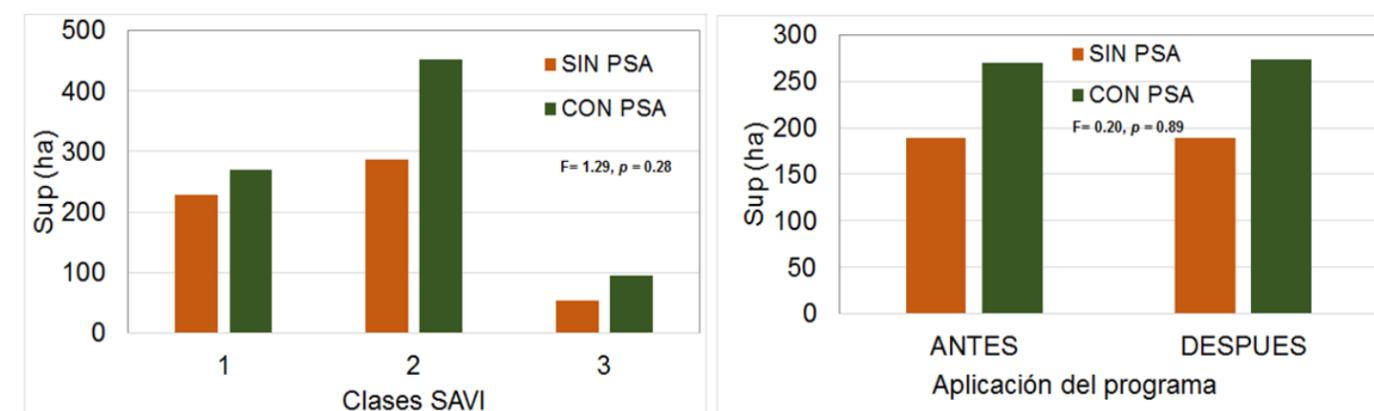


Figura 2. Resultados del análisis de clases del Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) y aplicación del programa Pago por Servicios Ambientales (PSA) en predios de la Cuenca de la Laguna de Santiaguillo, Durango. Las clases del SAVI se refieren a los rangos de dispersión de la densidad de vegetación en el gradiente 0 a 1 que se obtiene del índice de vegetación. La clase 1 se refiere a densidad baja, la clase 2 a densidad media y la 3 a densidad alta.

Se observó que las comunidades adscritas al PSA tienen percepciones sociales diferentes a las que no están adscritas. Las primeras mostraron una mejor cooperación interna de los ejidos, organización social y educación ambiental. Esto significa que aun cuando el capital natural no ha sido beneficiado, el PSA ha fortalecido la organización interna de las comunidades y ampliado la importancia del sistema ecológico. Interesante, aun cuando el PSA y otros programas federales de subsidio, se han destinado también a elevar el bienestar de las poblaciones, no se observaron diferencias significativas entre ambos tipos de comunidades (adscritas y no adscritas), en las categorías de ingresos percibidos y bienestar para la población (Figura 3).

Estos resultados sugieren que el impacto del PSA en la dinámica de cobertura forestal en el área de estudio no ha sido significativo. Scullion et al. (2011) en México y (Oliveira-Fiorini et al., 2020) en Brasil concluyeron que el impacto del PSA ocasionó cambios por reducción en la tasa de deforestación, más no en el incremento de la cobertura forestal.

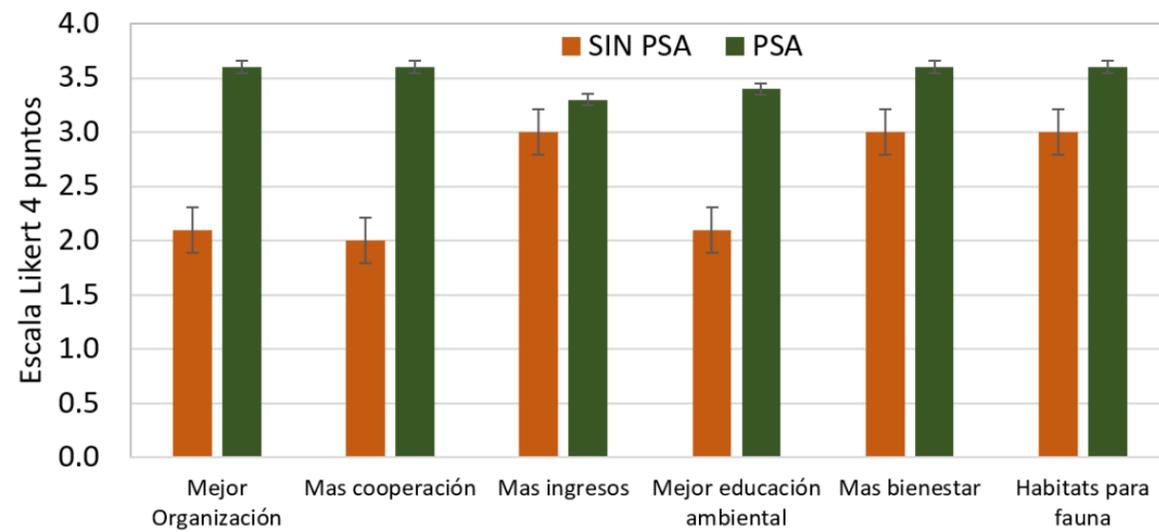


Figura 3. Percepción social sobre los beneficios de programas federales para el fortalecimiento de las capacidades internas de los ejidos (con y sin PSA). La pregunta central en que se basó esta figura fue: “¿El PSA y otros programas federales han traído a mi comunidad...?” La calificación se basó en una escala de 4 puntos donde 4 significa muy importante y 1 nada importante.

Esto es similar a lo encontrado en este estudio, donde se observó que la cobertura forestal se ha mantenido, pero no ha habido adicionalidad. Es importante entonces continuar monitoreando este programa para ver sus impactos en un plazo mayor al considerado en este reporte.

El análisis del método de Diferencias-en-Diferencias reveló también que no hubo cambios significativos antes y después de la aplicación del programa ( $|t|=0.02$ ,  $P>|t|=0.98$ ). Por lo tanto, se concluye que el programa de Pago por Servicios Ambientales, en la cuenca de estudio, no ha logrado el objetivo de incrementar la cubierta forestal en los predios estudiados. Razones que pueden explicar esta pasividad son que el programa aún requiere más tiempo para mostrar su efectividad o que la compensación económica no es suficiente para incentivar el incremento de la superficie forestal. Además, tal vez sea necesario revisar los criterios de elegibilidad de predios beneficiados, para dar prioridad a aquellos que tengan esquemas de auto-gobernanza débiles y áreas críticas de escurrimiento, infiltración y recarga de acuíferos. El PSA puede contribuir a mejorar, por un lado, los sistemas de organización de esos ejidos y, por otro, proteger a cuencas importantes de provisión de agua.

#### Referencias

Muñoz-Piña, C., A. Guevara, J. M. Torres-Rojo, and J. Braña. 2008. Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results. *Ecological Economics* 65: 725-736.

Oliveira-Fiorini, A. C., C. Mullally, M. Swisher, and F. E. Putz. 2020. Forest cover effects of payments for ecosystem services: Evidence from an impact evaluation in Brazil. *Ecological Economics* 169: 106522.

Scullion, J., C. W. Thomas, K. A. Vogt, O. Perez-Maqueo, and M. G. Logsdon. 2011. Evaluating the environmental impact of payments for ecosystem services in Coatepec (Mexico) using remote sensing and on-site interviews. *Environmental Conservation* 38: 426-434.

Von Thaden, J., R. H. Manson, R. G. Congalton, F. López-Barrera, and J. Salcone. 2019. A regional evaluation of the effectiveness of Mexico's payments for hydrological services. *Regional Environmental Change* 19: 1751-1764.

# PROYECTO DE DESARROLLO TERRITORIAL TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA: INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN GANADO BOVINO

Francisco Javier Picaso Castañeda

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Durango.

**En** una primer etapa del proyecto se realizó un diagnóstico participativo el cual nos permitió identificar las áreas de oportunidad de la comunidad de la parte baja de Durango - Canatlán, Gomelia, Astilleros, Otinapa, desarrollando y promoviendo la participación activa de la comunidad en los tres ejes de atención Físico -Ambiental, Social - Humano y Económico - Productivo, analizando la problemática y solicitando la implementación de la transferencia de tecnología de inseminación artificial a tiempo fijo (15 días), con la utilización de hormonas para la sincronización y aparato o dispositivo DIU el cual nos permita incrementar la eficiencia en la sincronización, y por ende el incremento de la producción pecuaria en la zona de atención, siendo autorizada por los integrantes de la comunidad y sus autoridades tanto ejidales como comunales. En una segunda etapa se establecieron los compromisos en tres líneas de acción o actividades: actividad 1, selección del ganado a inseminar (20 vientres), las características serán en edad reproductiva, con un peso corporal mínimo de 250 a 300 kilos, se realizará el acondicionamiento de los corrales de estancia, esta acción nos permitió contar con infraestructura adecuada para la estabulación de los 20 vientres para un mejor control de su alimentación, mejor manejo o control sanitario (evitar el contacto con sementales de la región); actividad 2, se colocarán los animales en el corral de manejo para su selección (estado corporal y prueba ovárica), ya que estén seleccionados por parte de los beneficiarios y el medico encargado del proceso, se establecen los protocolos para mostrar de forma física la técnica de palpación en vientres con el establecimiento de estas acciones se puede determinar que los animales

estén en condiciones de preñez, así como detectar enfermedades que puedan evitar que se carguen o queden en estado de preñez, siendo esta práctica realizada por algunos de los beneficiarios permitiendo esta actividad transferir el conocimiento a los integrantes del grupo beneficiado, al término de esta práctica se determinaron las condiciones corporales y de maduración de los vientres se procederá a la sincronización de las primeras 10 animales con hormonas, a los 3 días posteriores se colocara el DIU a las 10 animales restantes del hato seleccionado y se procederá a la sincronización con hormonas para estar listos a los 15 días para su inseminación; y actividad 3, sistematización de procesos de campo, así como las reuniones de capacitación en terreno (corrales) y talleres en aula fortaleciendo las habilidades y capacidades de los productores y beneficiarios del programa.

## **Aplicación del protocolo de Inseminación a Tiempo fijo con hormona (Parte Baja Durango-Canatlán).**

En este parte del proceso se realizó la selección del hato ganadero a trabajar bajo el protocolo de inseminación a tiempo fijo, se revisaron 50 vientres en las pruebas de campo determinando la condición ovárica, edad, condición corporal que garanticen el buen desarrollo del proceso. Se revisa un aspecto muy importante para la valoración de los parámetros del protocolo de inseminación el cual es la Estructura Ovárica, descartando malformaciones o condiciones que impidan la implantación del semen de manera artificial. Se detecta que 25 vientres vacíos tienen un Cuerpo Lúteo, lo que significa que se encuentran ciclando y aptas para iniciar el protocolo sin utilizar un dispositivo



intrauterino y solamente se aplicará una hormona de prostaglandina o estradiol para poder potenciar el proceso de ciclado. La mayor utilidad del Diagnóstico de Estructura Ovárica es para saber el estatus ovárico de los animales, nos permite proyectar una probabilidad de preñez y, por otro lado, posibilita corregir un escenario adverso a través de la implementación de las medidas de manejo correspondientes.

De manera contraria se encuentran 14 vientres con Anestro Superficial (AS) y 11 vientres con Anestro Profundo (AP), de los cuales podemos definir el anestro, como la ausencia de celo o ciclo estral, siendo siempre su causa principal una deficiente regulación hormonal: Insuficiente secreción de GnRH por el hipotálamo que lleva a un déficit de producción de hormonas gonadotrópicas, LH y FSH, responsables de la maduración de los folículos. Si los folículos son pequeños en ambos ovarios, no superando el mayor de ellos los 7 mm, la vaca se encuentra en anestro profundo, de esta forma si hay que aplicar medidas de manejo para revertir esta situación, al aplicarles el tratamiento adecuado de hormonas se tendrá el tiempo para incorporarlas al protocolo y para que las vacas respondan a las mismas.



Figura 1. Estructura ovárica

Al seleccionar al hato ganadero para trabajar con la aplicación de la hormona prostaglandina, es importante mencionar que se revisaron se toman en cuenta las condiciones previas de la estructura ovárica, y se cuenta con una edad muy diversa entre los animales, contando con rangos desde los 2 hasta los 11 años. Se trabajó exclusivamente con 10 vientres. Los vientres mayores que se tomaron en cuenta en este protocolo son por el antecedente de productividad que mencionan los beneficiarios del proyecto.



Figura 2. Edad de vientres bovinos

Los vientres utilizados para el protocolo con Prostaglandina en su mayoría son de la raza Limousine (LM), seguido por Brangus (BS) y Angus Negro, en la entidad son los que se desarrollan con mayor facilidad por tener adaptación a las condiciones climatológicas, de alimentación y de manejo. La condición corporal en su mayoría fue de 4 y 6 grados. En la aplicación de las dosis de hormonas se llevó un registro para controlar el tiempo desde la primera aplicación hasta la última, programando las dosis de acuerdo con el protocolo que se utilizó en este caso.



Figura 3. Raza de vientres bovinos

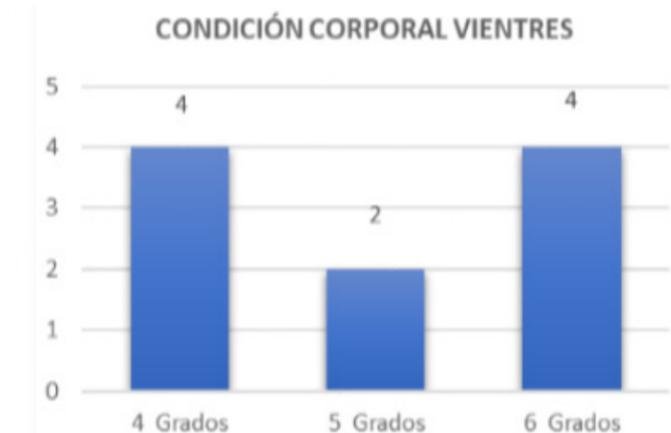


Figura 4. Condición corporal de vientres

Los tiempos de aplicación entre cada dosis de hormona se distribuyeron de la siguiente manera: Día 0 Aplicación de 2 ml. de Sincrosio, al día 12 se aplica un refuerzo de 2 ml de Sincrosio y al día 15 se procede a la Inseminación artificial, como lo muestra en la imagen siguiente.

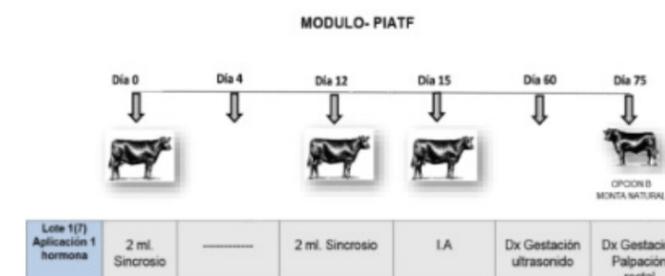


Figura 5. Módulo PIATF

El día 15 se procede a la Inseminación Artificial, y en acuerdo general los productores escogen el tipo de raza que se aplicará a sus vacas, identificando cuales pueden tener mejor adaptación por condición genética del animal en la zona, y considerando también la alimentación del lugar.

Las razas seleccionadas para la inseminación fueron Brangus (BS) y Beff Máster (BM), aplicando pajillas de semen trasladadas en contenedores especiales y congeladas (termos), cuidando el manejo de estas. La técnica que se utiliza es la denominada recto-vaginal, para poder introducir la mano para manipular el cervix a través del ano y con la otra se introduce por la vagina (previamente lavada con agua y secada con una toalla de papel) se introduce la pistola con la pajilla de semen, la cual al momento de la aplicación se encuentra a una temperatura corporal adecuada entre los 36 a 38 grados.

**Aplicación del protocolo de Inseminación a Tiempo fijo con Dispositivo Intra-Uterino y hormona (Parte Baja Durango-Canatlán).**

A los tres días de la sincronización por hormonas a los primeros 10 animales seleccionados del hato ganadero de un total de 20 se seleccionan los 10 animales para trabajar con la aplicación del dispositivo Intra Uterino (DIV) más la aplicación de la hormona, se toman en cuenta las condiciones previas de la estructura ovárica, y se cuenta con una edad muy diversa entre los animales, contando con rangos desde los 2 hasta los 15 años. Los vientres mayores a 10 años que se tomaron en

cuenta en este protocolo son por el antecedente de productividad que mencionan los beneficiarios del proyecto. Los vientres utilizados para el protocolo con Dispositivo Intra Uterino o Intra Vaginal (DIV) más hormona, en su mayoría son de la raza Angus Negro, Brangus (BS), Limusine (LM), Charolesa (CS) y Braford (BR), en la entidad se desarrollan con facilidad por tener adaptación a las condiciones climatológicas, de alimentación y de manejo. La condición corporal en su mayoría fue de 4 grados.



Figura 6. Edad de vientres bovinos

En la aplicación de las dosis de hormonas se llevó un registro para controlar el tiempo desde la primera aplicación hasta la última, programando la dosis de acuerdo con el protocolo que se utilizó en este caso.



Figura 7. Raza de vientres bovinos

Los tiempos de aplicación entre cada dosis de hormona se distribuyeron de la siguiente manera: día 4 Aplicación de 2 ml. de Sincrosio, 2 ml de Sincrodiol y el Sincrogest (DIV) al día 12 se retira el dispositivo y se aplica un refuerzo de 2 ml de Sincrosio, 2 ml de SincroeCG y 1 ml de SincrocioCP y al día 15 se procede a la Inseminación artificial, como lo muestra en la imagen siguiente.

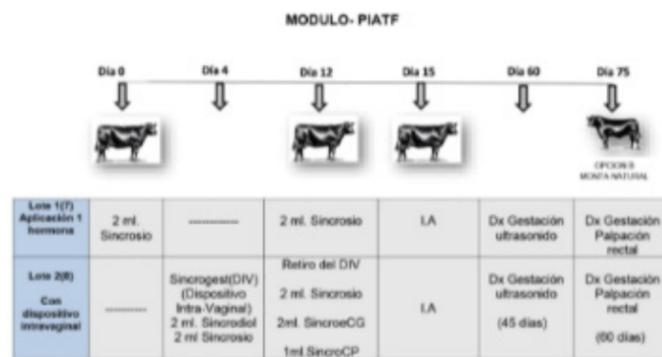


Figura 8. Módulo PIATF



Figura 9. Condición corporal de vientres

Al realizar la revisión final para la obtención de resultados, lo cual es al día 60 desde el inicio del protocolo, con estas acciones se dieron las técnicas necesarias para la reproducción de ganado bovino en la zona de atención, es importante mencionar que en la problemática identificada se observó que se tenía una parición total en los hatos del 35 al 40 % con esta técnica y con las muestras seleccionadas se incrementó a un 75% (15 vientres preñadas de 20) a más bajo costo y con una eficiencia mayor, incrementando su población y por ende un incremento al ingreso familiar, aunado a un incremento de la genética del hato (mejorando la raza), garantizando becerros de mayor peso y calidad de carne así como las vaquillas de reposición que mejorarán los hatos ya existentes.

El 25% de vientres (5), no se cargaron; la causa principal en diagnóstico se observa que las vulvas de las vaquillas están contaminadas con ámpulas lo que refiere a una infección de contacto por parte del toro que se tiene en el hato, el cual dentro del tiempo de la ejecución del protocolo se mantuvo al margen, separado en el potrero

y los vientres en un corral especial, sin embargo, una vez concluido con la Inseminación se integraron los animales dentro del mismo potrero. La alimentación carente de nutrientes resulta otro de los factores importantes, se observó también una notable disminución en la condición corporal de las vaquillas.

### Mecanismos de transferencia utilizados

Los mecanismos realizados para la transferencia de conocimientos fueron con talleres participativos, así como las acciones de aprendiendo - haciendo (aula y campo) ya que esto permitirá que la transferencia de tecnología sea aplicada de manera directa con los beneficiarios permitiendo la continuidad de los procesos y desarrollando habilidades y capacidades entre ellos, es importante mencionar que dentro del grupo contamos con los hijos de los productores los cuales tomaron los cursos y capacitaciones de campo garantizando así la continuidad del proceso de sincronización que garantice la carga de los vientres en sus hatos desarrollándoles habilidades y capacidades en conjunto.

### Impacto económico, social y/o ambiental potencial

Fomentar el desarrollo de capacidades productiva, organizativas, emprendimiento socio-productivo, con el fin de establecer estrategias de atención integral a través de servicios educativos y de capacitación impartidos por especialistas en sistemas, producto y cadenas de valor, las cuales son dirigidas a la producción e incrementar la productividad; así como el incremento de pariciones y mejoramiento genético de ganado bovino en la región, conservando y dándole un mejor aprovechamiento a sus recursos naturales, se manejaron división de potreros que conservan la flora y fauna existente, con relación al impacto económico se dan cuenta que un buen manejo de la tecnología puede ahorrar dinero y tener mayor eficiencia en la reproducción del ganado bovino que reditúa en mejores ingresos .

### Referencias

DOF - diario oficial de la Federación. (2018, 31 diciembre). Diario Oficial de la Federación. Recuperado 15 de enero de 2019, de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4534793&fecha=09/12/2019](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4534793&fecha=09/12/2019)

Hunter, J. (1785). Manejo de ganado bovino (escocia 1 ed.). Manejo de ganado bovino.

Ivanoff. (1899). Inseminación artificial (Rusia 1 ed.). Dykinson.

Hernández, Ortega, A. (2009, 5 enero). Manual de inseminación artificial en bovinos. [https://fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/50\\_Inseminacion\\_artificial.pdf](https://fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/50_Inseminacion_artificial.pdf). Recuperado 12 de febrero de 2019, de [https://fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/50\\_Inseminacion\\_artificial.pdf](https://fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/50_Inseminacion_artificial.pdf)

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuario. (2004). Inseminación artificial en bovinos. Inseminación Artificial en Bovinos. Recuperado 15 de diciembre de 2019, de [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/188-Inseminacion\\_2004.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/188-Inseminacion_2004.pdf)

Ochoa, R. (2015). Evaluación de dos métodos de inseminación artificial en la preñez con protocolo de IATF en vacunas Holstein. Evaluación de dos métodos de inseminación artificial en la preñez con protocolo de IATF en vacunas Holstein. Recuperado 12 de febrero de 2019, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8800/1/UPS-CT005014.pdf>

Informe de evaluación estatal «programa fomento ganadero». (2004, septiembre). Informe de evaluación estatal «Programa Fomento Ganadero». Recuperado 15 de diciembre de 2019, de <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2018/11/20/1565/20112018-2003-dgo-fg.pdf>

Manual de campo planeación comunitaria participativa PESA-México. (2007). Manual de Campo Planeación Comunitaria Participativa PESA México. Recuperado 20 de marzo de 2019, de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL449.pdf>



2022 **DURANGO** 2028  
GOBIERNO DEL ESTADO

**COCYTED**  
CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEL ESTADO DE DURANGO