

# Vidsupra visión científica

Vol. 18 Núm. 1  
enero - junio 2026



**Educación**  
Secretaría de Educación Pública



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

# Vidsupra visión científica

Órgano de difusión científica y tecnológica del Centro Interdisciplinario de Investigación  
para el Desarrollo Integral Regional Durango CIIDIR-IPN



## DIRECTORIO

### INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

- **Arturo Reyes Sandoval.** Director General
- **Ismael Jaidar Monter.** Secretario General
- **María Isabel Rojas Ruiz.** Secretaria Académica
- **Martha Leticia Vázquez González.** Secretaria de Investigación y Posgrado
- **Yessica Gasca Castillo.** Secretaria de Innovación e Integración Social
- **Marco Antonio Sosa Palacios.** Secretario de Servicios Educativos
- **Ana María Arrona González.** Secretaria de Administración
- **Noel Miranda Mendoza.** Secretario Ejecutivo de la COFAA
- **José Alejandro Camacho Sánchez.** Secretario Ejecutivo del POI
- **Marx Yazalde Ortiz Correa.** Abogado General
- **Modesto Cárdenas García.** Presidente del Decanato
- **Orlando David Parada Vicente.** Coordinador General de Planeación e Información
- **Andrés Falcón García.** Coordinador General del CENAC
- **Marco Antonio Ramírez Urbina.** Coordinador de Imagen Institucional

### CIIDIR UNIDAD DURANGO

- **Eduardo Sánchez Ortíz.** Director
- **Diana Carolina Alanís Bañuelos.** Subdirectora Administrativa
- **César Arturo González Hernández.** Subdirector de Servicios Educativos y de Integración Social.
- **Mayra Edith Burciaga Siqueiros.** Subdirectora Académico y de Investigación.
- **Sandra Janeth Alvarado Aguilar.** Jefa del Departamento de Posgrado
- **Denise Martínez Espino.** Jefa de la Unidad Politécnica de Integración Social
- **Claudia Elia Soto Pedroza.** Jefa de la UTEyCV
- **Flor Isela Retana Rentería.** Jefa del Dpto. de Investigación y Desarrollo Tecnológico
- **Alejandra del Campo González.** Jefa del Dpto. de Recursos Financieros y Materiales
- **Adán Villarreal Márquez.** Jefe de la Coordinación de Enlace y Gestión Técnica
- **Lidia Marisa Hernández Estrada.** Jefa del Departamento de Servicios Educativos
- **Víctor Daniel Ríos García.** Jefe de la Unidad de Informática
- **Sara Silva Haro.** Jefa del Departamento de Capital Humano

Vidsupra visión científica Vol. 18, No. 1, ENERO-JUNIO 2026, es una publicación semestral editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Calle Sigma Núm. 119, Fracc. 20 de Noviembre II. C.P. 34220. Teléfonos: 618 8142091 y 618 8144540. <https://www.ciidirdurango.ipn.mx/vidsupra/>. Editor responsable: Dr. Eduardo Sánchez Ortíz. Certificado de reserva de derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2023-122013590600-102, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. ISSN en trámite. Responsable de la última actualización de este número, Claudia Elia Soto Pedroza, UTEyCV del CIIDIR Unidad Durango, Calle Sigma Núm. 119, Fracc. 20 de Noviembre II. C.P. 34220. Fecha de última modificación 30 de junio de 2026.

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

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

\* Fotografía: Plantaciones de *Pinus greggii* Engelm. ex Parl. En José María Morelos "Chinacates", Santiago Papasquiaro, Durango, México. Autor: M.C. Daniel Ochoa García



**Educación**  
Secretaría de Educación Pública



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



### ***Editor responsable***

**Dr. Eduardo Ortiz Sánchez**, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional  
Unidad Durango

### ***Editor en Jefe***

**Dra. Liliana Wallander Compeán**, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional  
Unidad Durango

### ***Asistentes Editoriales***

**MC. Claudia Elia Soto Pedroza**, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional  
Unidad Durango

**Doctorante. Jazmín Alejandra Martínez Dueñez**, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional  
Unidad Durango

**MC. Daniel Ochoa García**, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional  
Unidad Durango

### ***Editores Asociados***

#### **BIOTECNOLOGÍA**

Dr. Antonio Ávila Reyes (IPN CIIDIR Unidad Durango)

M. C. Vicente Hernández Vargas (IPN CIIDIR Unidad Durango)

Dra. Juliana Morales Castro (TecNM, ITD)

Dra. Perla Guadalupe Vázquez (TecNM, ITD)

Dr. David Enrique Zazueta Álvarez (UNIPOLI Durango)

Dra. Erika Berenice León Espinosa (TecNM, TESSFP)

Dra. Anabel Paéz Olivan (DGETI, CBTiS 130)

# Vidsupra visión científica

Órgano de difusión científica y tecnológica del Centro Interdisciplinario de Investigación  
para el Desarrollo Integral Regional Durango CIIDIR-IPN



## EQUIPO EDITORIAL

### ENTOMOLOGÍA

M.C. Daniel Ochoa García (IPN CIIDIR Unidad Durango)

### FAUNA SILVESTRE

Dr. Uriel Hernández Salinas (IPN CIIDIR Unidad Durango)

Dr. Manuel Armando Salazar Borunda, UJED

### FISICOQUÍMICA

Dr. José Bernardo Proal Nájera (IPN CIIDIR Unidad Durango)

### GENÓMICA

Dra. Verónica Loera Castañeda (IPN CIIDIR Unidad Durango)

### CIENCIAS AMBIENTALES

Dr. Juan Manuel Vigueras Cortes (IPN CIIDIR Unidad Durango)

Dr. Fermín Ramírez Crescencio (IPN CIIDIR Unidad Durango)

### ECOLOGÍA INTEGRATIVA

Dr. Miguel Mauricio Correa Ramírez (IPN CIIDIR Unidad Durango)

### GESTIÓN TERRITORIAL

M.C. Jesús Enríquez Gaytán (IPN CIIDIR Unidad Durango)

### INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Dra. Yolanda Lira (IPN CIIDIR Unidad Durango)

# CONTENIDO

2

## **RESEÑA: VIOLENCIA FÍSICA Y SU RELACIÓN CON LA SINTOMATOLOGÍA DEPRESIVA EN ESTUDIANTES ADOLESCENTES DURANGUENSES.**

Elías Emmanuel Zamago-Orozco, María de la Luz Sánchez-Soto, Angélica M. Lechuga-Quiñones.

12

## **PROPAGACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA FORESTAL (ENSAYO)**

Jorge Luis Compeán-Aguirre.

23

## **NUEVOS REGISTROS DE PLANTAS ASOCIADAS A *ACANTHOCEPHALA FEMORATA* (FABRICIUS, 1775) Y *ACANTHOCEPHALA THOMASII* (UHLER, 1872) A PARTIR DE EJEMPLARES DE LA COLECCIÓN ENTOMOLÓGICA DEL CIIDIR DURANGO**

Daniel Ochoa-García, Gerardo A. Hinojosa-Ontiveros, Rebeca Álvarez-Zagoya, Martha Celina González-Güereca, Isaías Chairez-Hernández, J. Natividad Gurrola-Reyes

31

## **EVALUACIÓN AMBIENTAL Y ECONÓMICA DE PRESAS FILTRANTES EN BOSQUES TEMPLADOS DEL NOROESTE DE DURANGO.**

Lorena Amador-Sierra, Gustavo Pérez-Verdin, María Elena Pérez-López, José Ángel Prieto-Ruíz.

43

## **PRODUCTOS ALTOS EN PROTEÍNA: ¿UNA GARANTÍA DE CALIDAD NUTRICIONAL?**

Evelin Romero García, Erika Berenice León Espinosa, Liliana Wallander Compeán

## **RESEÑA: VIOLENCIA FÍSICA Y SU RELACIÓN CON LA SINTOMATOLOGÍA DEPRESIVA EN ESTUDIANTES ADOLESCENTES DURANGUENSES**

Elías Emmanuel Zamago-Orozco, María de la Luz Sánchez-Soto, Angélica M. Lechuga-Quiñones

Laboratorio de Investigación Psicosocioeducativa LInP-SER "Mtro. Alberto Terrones González" del Instituto de Investigación Científica de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

### **RESUMEN**

Se presenta una reseña divulgativa de un capítulo de libro publicado en 2019 que reporta una investigación transversal comparativa con 166 adolescentes duranguenses, en la que se evaluó la violencia física ocurrida en su contexto familiar, escolar y social cercano, así como su relación con los síntomas depresivos. Para incentivar el interés del público en el texto revisado, se exponen algunos aspectos actuales de la problemática adolescente y se articulan con la pertinencia de retomar dicho capítulo. Luego, se presentan de manera sencilla algunos resultados desarrollados con detalle en el texto original, para generar nuevas reflexiones sobre: la complejidad de las interacciones en las familias reconstituidas; el umbral entre el juego físico y la violencia física en las relaciones filiales; el contacto físico agresivo como dispositivo de socialización masculina; y la inexistencia de espacios formales para el desarrollo de habilidades de diálogo asertivo.

### **PALABRAS CLAVE:**

reseña, depresión, violencia física, adolescentes.

**ABSTRACT**

This paper presents a review of a book chapter published in 2019 that reports a comparative cross-sectional study involving 166 adolescents from Durango, Mexico. The study examined physical violence occurring within their family, school, and immediate social environments, as well as its relationship with depressive symptoms. To stimulate readers' interest in the chapter under review, the paper discusses current issues affecting adolescents and highlights the relevance of revisiting the chapter. Subsequently, selected findings presented in detail in the original text are summarized in an accessible manner to encourage further reflection on the complexity of interactions within stepfamilies; the boundary between rough play and physical violence in parent-child relationships; aggressive physical contact as a mechanism of masculine socialization; and the lack of formal spaces for the development of assertive communication skills.

**KEYWORDS:**

review, depression, physical violence, adolescents.

## INTRODUCCIÓN

La adolescencia ha sido considerada desde la psicología como una etapa en la cual las personas se encuentran en riesgo y vulnerabilidad, debido a que conlleva cambios morfológicos, transformaciones emocionales y una ampliación del contexto social (Viejo y Ortega-Ruiz, 2015). Por su parte, las aportaciones provenientes de la neurobiología han centrado su interés en explicar los beneficios derivados de las múltiples transformaciones que ocurren, por ejemplo, en la corteza cerebral dada la maduración de estructuras necesarias para la modulación emocional y conductual. Paradójicamente dichas modificaciones físicas pueden verse alteradas por padecimientos emocionales como la depresión (Rueda *et al.*, 2024).

Un factor común que puede distinguirse entre ambas perspectivas de estudio se refiere a las experiencias cotidianas dentro de la familia, la escuela y el entorno más cercano de las y los adolescentes como agentes del bienestar psicosocioemocional. Por ello, las dinámicas de convivencia que contienen agresiones o actos violentos en las que participa el(la) adolescente, por lo menos como testigo, le generan consecuencias importantes.

La combinación de los elementos violencia, depresión y adolescencia fue retomada en el texto “violencia física y su relación con la sintomatología depresiva en estudiantes adolescentes duranguenses”

escrito por Sánchez-Soto *et al.* (2019), correspondiente al capítulo 10 del libro “Tópicos en violencia: Perspectivas, reflexiones y aportaciones” coeditado por la Editorial UJED, AM Editores y el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango. ISBN 978-607-437-491-9 y 978-607-503-224-5 (ver Figura 1).

La presente reseña divulgativa versa sobre dicho escrito, dado que, si bien en 2026 se cumplen siete años de su publicación, la preocupación por el estudio científico, la atención clínica y el acompañamiento psicosocial a la población adolescente sigue siendo un tema altamente apremiante, en función del recrudecimiento y robustecimiento de múltiples problemáticas por las que atraviesa.

Algunos indicadores derivados de la Encuesta Nacional de Consumo de Drogas, Alcohol y Tabaco (ENCODAT) dan cuenta de lo anterior. La edición del 2025 destacó que el grupo de participantes con edades entre 12 y 17 años presentó: a) en el 10% algún tipo de malestar psicológico, incluyendo síntomas ansiosos o depresivos; b) en el 18.1% victimización por violencia física, emocional o sexual; c) en el 33.9% consumo de alcohol al menos una vez; y d) en el 4.7% consumo de drogas ilegales y médicas, al menos una vez en la vida.

Una fotografía cruda de dichas condiciones puede elaborarse a partir de las estadísticas de defunciones registradas en el

país por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, s.f.), el cual reportó en el periodo 2022-2024 más de 1,000 muertes por suicidio en niños y adolescentes de 5 a 19 años. En el caso del estado de Durango estas cifras fueron de 18 casos para el 2022 y 2024, en tanto ascendieron a 28 fallecimientos por autolesión en el 2023.

## **SOBRE EL CAPÍTULO A RESEÑAR**

El escrito realizado por Sánchez-Soto *et al.* (2019) no aborda el escenario de la conducta suicida ni del consumo de alcohol o drogas por parte de las adolescencias, sino que se centra en dos factores que han sido descritos en la literatura científica como variables asociadas con dichas conductas: la violencia física y la sintomatología depresiva.

La autora y sus colaboradores(as) desarrollaron su texto en torno a una investigación con diseño transversal-comparativo, que realizaron en la ciudad de Durango, México, con la participación de 83 hombres y 83 mujeres estudiantes de una escuela secundaria pública, con edades entre 12 y 15 años.

Para medir la violencia física preguntaron mediante un cuestionario si el/la adolescente había vivido, en el último ciclo escolar, alguna pelea física con diversos miembros de su familia o de su contexto cercano: papá, mamá, hermanos(as), hermanastros(as), compañeros(as) de clase, entre otros.

Las opciones de respuesta permitían estimar si había ocurrido el hecho y con qué frecuencia.

Según los resultados, el fenómeno de las peleas físicas sí había ocurrido con los diversos actores explorados. El texto original ofrece una tabla para los resultados generales y una más para la comparación entre ambos sexos; en las cuales se destaca:

1. Cerca de la mitad de las(os) participantes habían presentado violencia física en el último ciclo escolar, principalmente con hermanos/as (58%) y compañeros/as escolares (48.5%).

2. Los datos desagregados por hombres y mujeres indicaron que los primeros sostenían peleas físicas principalmente con sus compañeros(as) de clase (53%) y las segundas con sus hermanos/as (68%).

En la presente reseña, los detalles del resto de los actores con quienes peleaban físicamente las y los adolescentes se han concentrado en la Figura 2.

El capítulo revisado plantea que la exposición constante a la violencia física se vincula con afectaciones emocionales en los(as) adolescentes. Esto incluye sentimientos persistentes de tristeza, desesperanza, desánimo o falta de interés por las actividades que antes les resultaban agradables. Sin embargo, las y los autores enfatizan que los síntomas depresivos en adolescentes no siempre se manifiestan como tristeza evidente.

La evaluación de este conjunto de síntomas fue realizada mediante un test llamado CES-D/IS, en su versión adaptada para jóvenes duranguenses.

Las y los autores no presentan un dato generalizado de prevalencia de síntomas depresivos, sino que relacionan ambas variables mediante la comparación estadística (con la prueba *t* de Student) del puntaje medio de síntomas depresivos (podían obtener de 0 a 69 puntos) alcanzado por las y los participantes, entre los grupos con y sin pelea física. Esto se realiza respecto a cada uno de los actores de su contexto familiar y social. Algunas de las diferencias encontradas fueron que las puntuaciones más altas de síntomas depresivos se presentaron en quienes peleaban con sus hermanastros/as (media de 24.6 puntos), seguidas de quienes peleaban con mamá (media de 22.7 puntos) y papá (media de 21.3 puntos).

Estas comparaciones pueden revisarse a detalle en el texto original mediante tres gráficos (general, hombres y mujeres) que concentran los puntajes de síntomas depresivos entre los grupos comparados en cada uno de los actores con quienes las y los adolescentes sostuvieron, o no, pelea física.

Las y los autores del capítulo desarrollaron diversos temas en la discusión, entre ellos: la mayor participación de los varones como víctimas y victimarios en la violencia escolar; las áreas de oportunidad en el

estudio de la violencia ejercida entre hermanos(as) *sibling violence* y su minimización; así como la violencia en el vínculo padres/madres-hijos(as) ya sea como abuso parental camuflajeado con prácticas disciplinares, o bien, de tipo filioparental, donde la mayor parte de víctimas son las madres.

Dado que en las adolescencias duranguenses se encontraron mayores diferencias en los puntajes de síntomas depresivos bajo el escenario de pelea física con la madre que con el padre, en el texto se discute la construcción cultural de ambos roles en la sociedad mexicana. Finalmente, se distingue la necesidad de fortalecer la investigación de estas temáticas en las familias reconstituidas (conjuntos familiares donde uno o ambos miembros de la pareja conyugal aporta hijos/as previos que pueden sumarse o no con hijos/as en común).

## ¿QUÉ REFLEXIONES SURGEN A PARTIR DE LA REVISIÓN DEL CAPÍTULO?

Los resultados obtenidos en las investigaciones siempre sugieren nuevos aspectos que pueden estudiarse a futuro, con el propósito de fortalecer su comprensión. En este caso, a partir del capítulo revisado destacamos los siguientes puntos:

**1. La convivencia en las familias reconstituidas es compleja**, por lo cual se requiere identificar sus necesidades para el establecimiento de acuerdos, negociaciones y comunicación en su interior, dada la

complejidad de sus interacciones y afectos. Deben tomarse precauciones para evitar plantear su estudio como una forma de estigmatización de los modelos familiares diversos.

**2. Es importante desmontar la idea de que la violencia física aparece únicamente en forma de agresiones graves que ponen en riesgo la vida.** Por el contrario, esta puede expresarse mediante acciones que tienden a normalizarse o desestimarse, tales como “juegos físicos” que contienen golpes, acompañados o no de burlas constantes, humillaciones y amenazas; o bien, conflictos frecuentes en la casa y la escuela en que aparece el “contacto físico excesivo”. Incluso contiene conductas que llegan a considerarse como situaciones naturales entre hermanos, debido a la edad o a las formas de socialización.

**3. Hay que retomar el estudio y reflexión sobre las formas tradicionales de socialización masculina** que incorporan el contacto físico agresivo y las peleas físicas como “vías de resolución de conflictos y malestares”. Este tema requiere estudio y análisis desde la perspectiva de género y masculinidades. Su relevancia se aprecia al observar que, en cinco de los siete actores explorados, los hombres duranguenses reportaron mayor frecuencia de peleas físicas que las mujeres.

**4. Debemos observar críticamente si los espacios familiares y escolares están favoreciendo el desarrollo de habilidades para el diálogo asertivo,** que reemplacen la resolución de conflictos mediante pelea física, tanto en los niños, niñas y adolescentes, como en el resto de la población. Probablemente solo hemos estado asumiendo que los miembros de los colectivos humanos poseen estas habilidades de manera natural y, no necesariamente es así. Estas herramientas son necesarias para la vida colectiva, sobre todo para vincularnos con quienes difieren de nuestras posturas ideológicas.

En suma, los datos presentados en el capítulo permiten visibilizar la presencia de pelea física en las familias de las y los adolescentes duranguenses y, en relación con ello, la expresión de síntomas depresivos. Desafortunadamente, el primero de estos fenómenos no es un hallazgo aislado, sino que coincide con reportes de atenciones hospitalarias por lesiones en el país (Secretaría de Salud, 2026), que en el año 2025 reportó 19,861 casos en personas de 1 a 17 años de edad, destacando entre los agresores(as) infantiles: desconocidos, conocidos sin parentesco, padres, madres y otros parientes.

Los datos generados en el capítulo revisado sobre síntomas depresivos contribuyen a robustecer las evidencias sobre los problemas de salud mental en la adolescencia.

Si bien en el país no fueron publicados los resultados de la Encuesta Nacional sobre Salud Mental ENASAMA, la Comisión Nacional de Salud Mental y Adicciones (CONASAMA, 2024) compartió, mediante el análisis de las consultas por salud mental del año 2024 del sistema de salud público, que la principal causa de asistencia a este servicio es la ansiedad y la segunda, la depresión.

Respecto a esto último, en el grupo de mujeres, aquellas con edades de 5 a 19 años representaron el 24.2% de las asistencias, así como en los varones de dichas edades el 32.2% de su grupo.

Para finalizar, es importante reflexionar sobre los estigmas y prejuicios que rodean la salud mental, ya que algunas adolescencias pueden no expresar libremente cómo se sienten por miedo, vergüenza o porque consideran que nadie podrá comprenderlas. Es esencial escucharles sin emitir juicios de valor, evitar minimizar sus emociones y buscar apoyo de profesionales con la capacitación y ética necesarias.



Figura 1. Portada del libro Tópicos en Violencia: Perspectivas, reflexiones y aportaciones



Figura 2. ¿Con quiénes pelean físicamente las(os) adolescentes? Fuente: elaboración propia con apoyo de la IA, basada en los datos reportados por Sánchez-Soto *et al.* (2019).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Comisión Nacional de Salud Mental y Adicciones [CONASAMA]. 2024. Una mirada a la atención en salud mental en México: principales condiciones atendidas en el Sistema de Salud. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/949747/04 DATOS SM 2024.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/949747/04_DATOS_SM_2024.pdf) consulta: 20 de julio 2026
- Encuesta Nacional de Consumo de Drogas, Alcohol y Tabaco [ENCODAT]. 2025. Instituto Nacional de Salud Pública, el Instituto Nacional de Psiquiatría y la Comisión Nacional de Salud Mental y Adicciones dependiente de la Secretaría de Salud. [https://encuestas.insp.mx/repositorio/encuestas/ENCODAT2025/doctos/informes/251223\\_ENCODAT\\_completo.pdf](https://encuestas.insp.mx/repositorio/encuestas/ENCODAT2025/doctos/informes/251223_ENCODAT_completo.pdf) consulta: 20 de julio 2026
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. s.f. *Salud mental*. Defunciones registradas por suicidio por entidad federativa y grupos quinquenales de edad según sexo [Conjunto de datos]. [https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Salud\\_Mental\\_06\\_dc69411f-4702-4c0d-913c-28a27f8c56df](https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Salud_Mental_06_dc69411f-4702-4c0d-913c-28a27f8c56df) consulta: 20 de julio 2026
- Rueda, L., G. Orozco, A. Valencia-Ortiz, M. Rodríguez. 2024. Bases Neuronales de la Regulación Emocional en adolescentes. Revisión narrativa. Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud 12: 33-39. <https://doi.org/10.29057/icsa.v12i24.12674>
- Sánchez-Soto, M. L., S. Estrada-Martínez, A.M. Lechuga-Quiñones, S.A. Vázquez-Martínez, D.R. Chávez-Sotelo. 2019. Violencia física y su relación con la sintomatología depresiva en estudiantes adolescentes duranguenses. En: Tópicos en violencia: perspectivas, reflexiones y aportaciones (Comps: Lechuga-Quiñones, A.M., M.L. Sánchez-Soto, M.P. Flores-Saucedo). Universidad Juárez del Estado de Durango y AM Editores. México. 172-177. [https://play.google.com/store/books/details?id=i\\_q-DwAAQBAJ&pli=1](https://play.google.com/store/books/details?id=i_q-DwAAQBAJ&pli=1)
- Viejo, C., R. Ortega-Ruiz. 2015. Cambios y riesgos asociados a la adolescencia. *Psychology, Society & Education* 7(2): 109-118. <https://ojs.ual.es/ojs/index.php/psy/article/view/527>
- Secretaría de Salud. 2026. Registros de Lesiones 2025 [Datos abiertos] [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da\\_lesiones\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da_lesiones_gobmx.html) consulta: 20 de julio 2026

## **PROPAGACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA FORESTAL (ENSAYO)**

Jorge Luis Compeán-Aguirre.

Universidad Autónoma de Durango, Durango, Durango, México  
j.compean.aguirre@gmail.com

### **RESUMEN**

La biomasa aérea es una variable forestal de creciente importancia para el aprovechamiento de recursos maderables, el mercado de carbono y el financiamiento de proyectos de conservación. Dado que su medición directa requiere derribar y pesar árboles, su estimación se realiza mediante modelos alométricos que relacionan la biomasa con variables indirectas, principalmente el diámetro a la altura del pecho y la altura total del árbol. Debido a la naturaleza de estos modelos, cualquier error de medición en campo se propaga hacia el valor estimado de biomasa. Este ensayo aborda la pregunta de cuánto influye el error de medición de cada variable en la incertidumbre final del cálculo. Para ello, se aplica el método de propagación de la incertidumbre a modelos alométricos multivariados, bajo el supuesto de errores independientes y parámetros de ajuste constantes. Los resultados muestran que, aunque la altura suele presentar mayor error de medición en campo, el diámetro tiene una influencia mayor sobre la incertidumbre de la biomasa, debido a que su exponente alométrico amplifica el error relativo. Esta conclusión, contraintuitiva desde la práctica de campo habitual, sugiere que los protocolos de calibración, capacitación y control de calidad en inventarios forestales deben priorizar la precisión en la medición del diámetro por encima de la altura.

### **PALABRAS CLAVE:**

Biomasa, alometría, incertidumbre, propagación del error, diámetro, altura.

**ABSTRACT**

Aboveground biomass is a forest variable of growing importance for timber harvesting, carbon markets, and the financing of conservation projects. Because its direct measurement requires felling and weighing trees, it is estimated through allometric models that relate biomass to indirect variables, mainly diameter at breast height and total tree height. Owing to the nature of these models, any field measurement error propagates into the estimated biomass value. This essay addresses the question of how much the measurement error of each variable contributes to the final uncertainty of the calculation. To this end, the uncertainty propagation method is applied to multivariate allometric models, under the assumption of independent errors and constant fitted parameters. The results show that, although height usually has a larger measurement error in the field, diameter has a greater influence on biomass uncertainty, because its allometric exponent amplifies the relative error. This conclusion, counterintuitive from the standpoint of common field practice, suggests that calibration, training, and quality control protocols in forest inventories should prioritize precision in diameter measurement over height.

**KEYWORDS:**

Biomass, allometry, uncertainty, error propagation, diameter, height.

Durante siglos, el bosque ha sido un suministro constante de recursos para las personas. Según Matta & Schweitzer Meins (2012, como se citó en Sotelo-Caro et al., 2026) estos productos se pueden dividir en maderables (cualquier materia prima leñosa) y no maderables (alimentos, ornamentación o culturales). La sobreexplotación de los productos maderables ha producido una crisis climática a nivel global, dado que la extracción de madera destruye el

ecosistema. Como consecuencia, se ha puesto especial atención a los servicios ambientales que ofrece el bosque, los cuales están muy de cerca con los productos no maderables. De acuerdo con la SEMARNAT (2021), estos servicios se pueden clasificar en cuatro grupos: de abastecimiento, que proveen alimentos u otras materias primas; de regulación, que suministran oxígeno, capturan carbono y regulan el clima; de apoyo, mantienen el equilibrio de las relaciones

de los seres vivos; y culturales, que articulan un sentido de identidad entre la población.

Si bien, los servicios ambientales, incluyendo a los recursos no maderables, no tienen un aporte monetario directo, como lo es el caso de madera, son fundamentales para la preservación del bosque.

En los últimos años, un servicio ambiental que ha ganado importancia es la captura y almacenamiento de carbono, porque contribuye a la mitigación del cambio climático. La cantidad de carbono en un bosque está en función de la biomasa aérea, definida como la cantidad de materia viva contenida en las partes de un árbol (tronco, ramas y hojas), que se expresa en unidades de masa (kg, t, t/ha, etc.), es decir, este parámetro indica cuánto bosque se tiene, más allá del número de individuos o de la extensión. Por consiguiente, la estimación precisa de la biomasa es una prioridad.

Ahora bien, ¿cómo se obtiene la biomasa? Medirla directamente requeriría derribar y pesar cada árbol, un procedimiento destructivo e inviable. Es aquí donde entran en juego los modelos alométricos, ecuaciones matemáticas diseñadas, a partir de una muestra previa de árboles derribados, para estimar la biomasa usando variables de fácil medición. En la realización de un inventario forestal las principales variables que se toman son el diámetro y la altura para caracterizar cada árbol y son relativamente

sencillas de obtener.

La alometría estudia cómo se relacionan el tamaño total de un organismo y la dimensión de una de sus partes, utilizando ecuaciones en forma de leyes de potencia (Sánchez Garduño & Gutiérrez Sánchez, 2020; Lindstedt & Hoppeler, 2023). En árboles, el modelo más simple relaciona la biomasa ( $w$ ) únicamente con el diámetro a la altura del pecho ( $DAP$  o  $D$ ):

$$w = \alpha D^\beta \quad (1)$$

Donde  $\alpha$  y  $\beta$  son parámetros de ajuste calibrados previamente.

Cuando el modelo incluye también la altura total del árbol ( $H$ ) la relación se convierte en una función multivariada:

$$w = \alpha D^\beta H^\gamma \quad (2)$$

En cualquier inventario, medir el diámetro del tronco es rápido. En cambio, la pendiente del terreno, la inclinación del árbol, la densidad del follaje que oculta la punta y las limitaciones de los instrumentos hacen que la altura siempre se mida con mayor margen de error.

Aquí nace la pregunta de este trabajo: ¿qué tanto influye un error de medición en campo sobre el valor final de la biomasa? Al tratarse de modelos no lineales, cualquier falla en campo produce un error amplificado en el valor final de la biomasa  $w$ .

Dada la estructura de estas ecuaciones, se intuye que el error de medición no se sumará, sino que se combinará con el valor de los exponentes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ .

Comprender cómo se propaga la incertidumbre del diámetro y de la altura nos indicará a cuál de las dos variables debemos ponerle más atención durante su medición.

Para responder a esta interrogante, se aplicará un análisis matemático conocido como propagación de la incertidumbre. De acuerdo con el *Joint Committee for Guides in Metrology* (JCGM, 2008), este método está basado en operaciones diferenciales y ha sido aplicado a problemas de electrónica, química, ciencia de materiales, etc. Si asumimos que los errores del diámetro y de la altura son independientes entre sí, la varianza de la biomasa ( $\sigma_w^2$ ) responde a la siguiente relación:

$$\sigma_w^2 = \left(\frac{\partial w}{\partial D} \sigma_D\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial H} \sigma_H\right)^2 \quad (3)$$

Las derivadas parciales combinadas con las varianzas ( $\sigma_D^2$  y  $\sigma_H^2$ ) nos indican qué tan sensible es la biomasa ante pequeños cambios en cada variable. Para simplificar el análisis, se mantendrán los parámetros

$\alpha, \beta, \gamma$  constantes y reportados en los artículos más citados que incluyen las especies arbóreas del estado de Durango, el trabajo de Návar (2009) y el de Vargas-Larreta *et al.* (2017). La otra consideración es que dividiremos toda la función entre  $w^2$  para hablar siempre de errores relativos (porcentajes de error).

Si aplicamos este análisis al primer modelo,  $w = \alpha D^\beta$  (Ecuación 1), obtenemos

$$\left(\frac{\sigma_w}{w}\right)^2 = \beta^2 \left(\frac{\sigma_D}{D}\right)^2 \quad (4)$$

El resultado muestra que la varianza relativa del diámetro se multiplicará por el factor  $\beta^2$ . Por ejemplo, un valor de 2.2907 para *Pinus cooperi* (Návar, 2009), duplicaría el error de  $D$  en el cálculo de  $w$  en términos de desviación estándar. La Figura 1 muestra la relación lineal que existe entre la variación del diámetro y  $\beta$ .

Un error de 5 % en la medición del diámetro produce un error de aproximadamente 11.5 % en la biomasa estimada, mientras que un error de 10 % se traduce en cerca de 23 %. (Figura 1).

Al analizar el modelo completo  $w = \alpha D^\beta H^\gamma$  (ecuación 2), la propagación de errores resulta en:

$$\left(\frac{\sigma_w}{w}\right)^2 = \beta^2 \left(\frac{\sigma_{DAP}}{DAP}\right)^2 + \gamma^2 \left(\frac{\sigma_H}{H}\right)^2 \quad (5)$$

Se observa que el error relativo del diámetro y el de la altura se multiplican por sus exponentes alométricos ( $\beta$  y  $\gamma$ ) al cuadrado. Casi siempre  $\beta > \gamma$ , por lo que la influencia del diámetro es mayor que la de la altura.

Por ejemplo, un *Pinus cooperi* de diámetro  $D = 30$  cm medido con una incertidumbre de 0.5 cm (error relativo de 1.67%) y una altura  $H = 20$  m medida con un error de 0.5 m (error relativo mayor, de 2.50 %). Los parámetros para la estimación del peso del fuste, de acuerdo con Vargas-Larreta *et al.* (2017) es de

$$\alpha = 0.31126, \beta = 2.09355 \text{ y } \gamma = 0.768845.$$

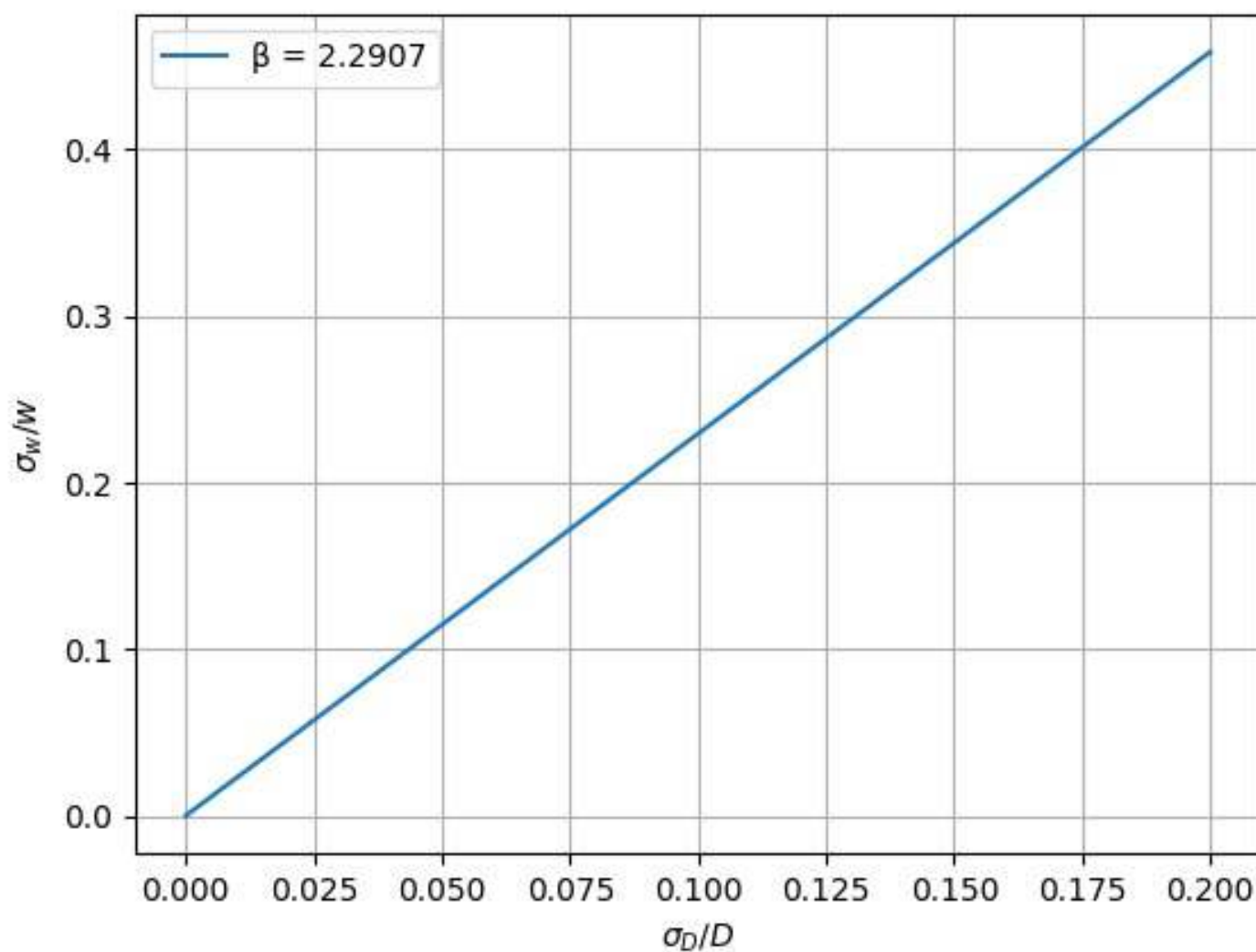


Figura 1

Propagación del error relativo del diámetro al error relativo de la biomasa estimada para *Pinus cooperi*, con un exponente alométrico  $\beta = 2.2907$  (Návar, 2009).

La contribución del diámetro a la varianza es:  $(2.09355)^2 \cdot (0.0167)^2 = 0.00122$ . La contribución de la altura es:

$$(0.768845)^2 \cdot (0.0250)^2 \approx 0.000369$$

La varianza relativa total suma:

$$0.00122 + 0.000369 = 0.001589$$

(una incertidumbre final de  $\approx 4\%$ )

A pesar de que la altura se midió con mayor margen de error (2.50% vs 1.67%), el diámetro aportó el 76% de la incertidumbre final. El exponente alométrico del diámetro aumenta el error relativo muy por encima de lo que su medición directa sugeriría.

La Figura 2 muestra este comportamiento para todas las combinaciones de error en diámetro y altura entre 0 y 20%.

Las líneas blancas unen las combinaciones que producen una misma desviación en la biomasa (4, 10 y 20%). El punto rojo corresponde al ejemplo y se ubica sobre la isolínea de 4%, en concordancia con la incertidumbre calculada. El gradiente de color, casi vertical en la mayor parte de la gráfica, confirma que la incertidumbre en el valor  $w$  es mucho más sensible a las variaciones del diámetro.

Por último, una variante del modelo anterior es la que resulta de emplear los valores,  $\beta=2$  y  $\gamma=1$ , lo que deja el modelo como

$$w = \alpha D^2 H$$

La propagación resulta en:

$$\left(\frac{\sigma_w}{w}\right)^2 = 4\left(\frac{\sigma_{DAP}}{DAP}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_H}{H}\right)^2 \quad (6)$$

Un mismo porcentaje de error al medir el diámetro impacta dos veces más que ese mismo porcentaje de error al medir la altura. La Figura 3 muestra este comportamiento. Las isolíneas forman elipses cuyo eje sobre la altura es exactamente el doble que el eje sobre el diámetro. En comparación con el modelo de la ecuación (2), cuyos parámetros son variables, las elipses son menos alargadas, lo que indica que la contribución de la altura aumenta en el valor del error final. Para el ejemplo anterior, el punto rojo se ubica ligeramente por fuera de la isolínea de 4%, con una incertidumbre final de 4.17%, de la cual el diámetro aporta el 64% y la altura el 36%.

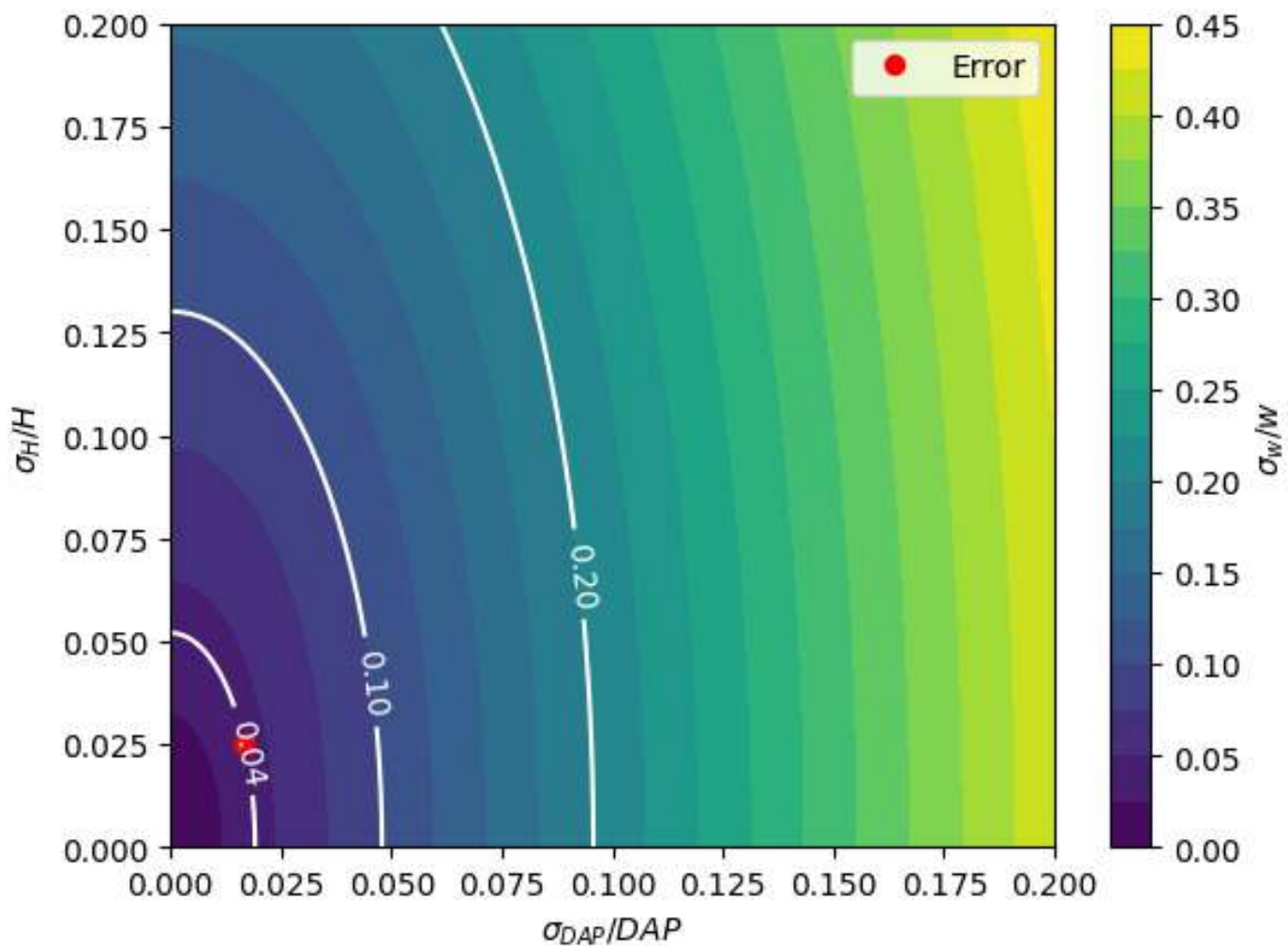


Figura 2. Error relativo de la biomasa del fuste en función de los errores relativos del diámetro normal y de la altura para *Pinus cooperi*, con  $\beta = 2.09$  y  $\gamma = 0.7688$  (Vargas-Larreta *et al.*, 2017). Las líneas blancas indican isolíneas de 4, 10 y 20 % de error en el peso. El punto rojo señala el resultado del ejemplo.

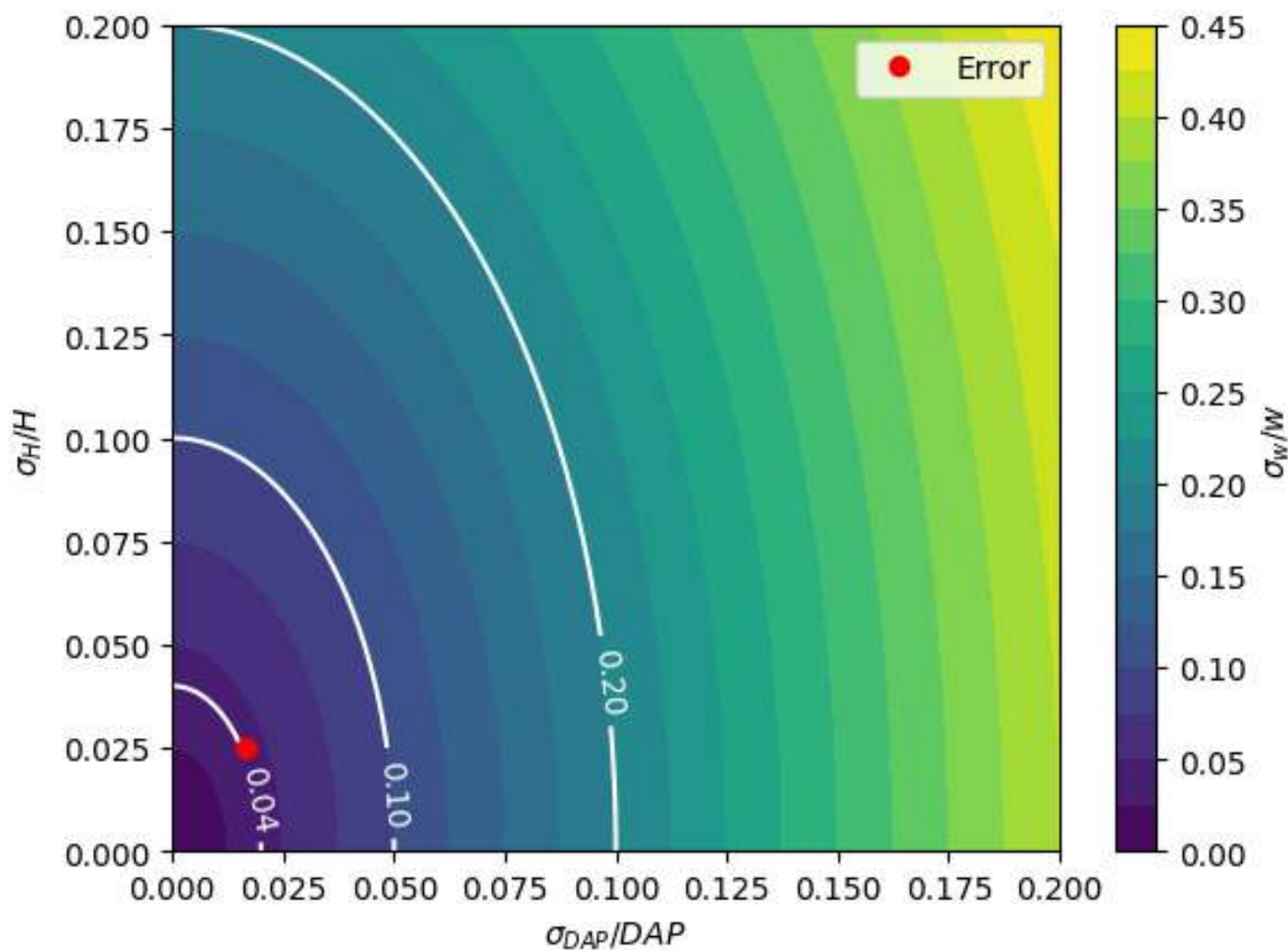


Figura 3. Error relativo de la biomasa en función de los errores relativos del diámetro normal y de la altura con  $\beta = 2$ ,  $\gamma = 1$ . El punto rojo señala el resultado del ejemplo.

Estos resultados sugieren que, en los tres modelos evaluados, el diámetro ejerce un efecto dominante sobre la variabilidad final de la biomasa en comparación con la altura. Este fenómeno también refleja un aspecto geométrico: mientras que la altura representa una dimensión ( $\propto H$ ) el diámetro determina el área transversal del fuste ( $\propto D^2$ ) y condiciona el volumen del tronco ( $\propto D^2 H$ ).

En la práctica de campo, podría pensarse que la altura total del árbol es la variable más crítica. Esta percepción es natural porque la altura es notoriamente difícil de medir. Por consiguiente, surge una implicación directa para quienes realizan inventarios forestales, ya que un pequeño error en el valor del diámetro se traduce en un error mayor en la estimación de biomasa. Con base a lo anterior, es necesario enmarcar dentro de un protocolo aspectos que con frecuencia se pasan por alto en campo:

1. Ubicación exacta de la altura de pecho: medir unos centímetros más arriba o más abajo en troncos cónicos puede generar variaciones.
2. Establecer criterios uniformes para manejar las geometrías del tronco.
3. Tensión y perpendicularidad de la cinta diamétrica: garantizar que la cinta rodee el fuste de manera perfectamente perpendicular a su eje longitudinal, evitando inclinaciones que sobreestimen la sección transversal.

4. Uso correcto de la forcípula: Asegurar que los brazos del instrumento estén alineados y ejercer la presión adecuada sobre la corteza sin deformar la lectura.

5. Optimización del tiempo y balance costo-beneficio: La altura total no debe medirse de forma descuidada, pero este análisis indica que no resulta eficiente dedicar tiempo intentando vislumbrar la copa de un árbol denso para reducir el error de altura, si a la par se mide el diámetro con prisa y con una cinta mal alineada.

Aunque las conclusiones matemáticas son válidas dentro de este trabajo, es importante remarcar algunas limitantes. En este ejercicio se asumió que los parámetros alométricos son constantes fijas y absolutas. En la realidad, estos coeficientes provienen de modelos de regresión ajustados con muestras finitas. Es decir, los propios parámetros traen consigo su propio error estándar e intervalos de confianza. Un análisis de propagación global de la incertidumbre debería evaluar de forma conjunta cómo interactúa la varianza del ajuste del modelo con la varianza de las mediciones realizadas en campo. El cálculo asumió que los errores al medir el diámetro y la altura son variables independientes y no correlacionadas. Sin embargo, se tiende a cometer imprecisiones en ambas variables simultáneamente. Si existe una covarianza positiva entre los errores, la varianza total combinada de la biomasa aumentará.

En cuanto a trabajos publicados para la región de la Sierra Madre Occidental, por un lado, Návar (2009) propone ecuaciones en función del diámetro elevado a exponentes que oscilan entre ( $\beta \approx 2.1 - 2.5$ ).

Por otro lado, Vargas-Larreta *et al.* (2017) incorporan la altura en funciones multivariadas, donde los coeficientes ( $\beta \approx 2.0 - 2.2$ ) triplican o duplican los de la altura ( $\gamma \approx 0.6 - 0.8$ ).

Estos valores experimentales confirman que el diámetro influye en dos dimensiones, por lo que influyen más en el error de la biomasa, mientras que la altura es unidimensional. Es importante mencionar que con el avance de las nuevas herramientas tecnológicas (como el escaneo laser) y matemáticas (aprendizaje profundo) convendrían publicaciones científicas que actualicen los valores de los parámetros alométricos e incluso propongan nuevos modelos.

El análisis de propagación de la incertidumbre ofrece una respuesta clara y cuantitativa a la pregunta planteada: la imprecisión en la medición del diámetro impacta la estimación de biomasa con una magnitud mayor que el error en la altura. Este resultado sugiere que conviene invertir esfuerzos para obtener una medición de calidad del diámetro. Para ello es necesario reorientar la calibración de instrumentos y la capacitación de las brigadas hacia el diámetro.

## REFERENCIAS

- Joint Committee for Guides in Metrology. (2008). *Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement* (JCGM 100:2008). BIPM. <https://www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm/publications>
- Lindstedt, S. L., & Hoppeler, H. (2023). Allometry: revealing evolution's engineering principles. *Journal of Experimental Biology*, 226(24), jeb245766. <https://doi.org/10.1242/jeb.245766>
- Návar, J. (2009). Allometric equations for tree species and carbon stocks for forests of northwestern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 257(2), 427–434. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.09.028>
- Sánchez Garduño, F., & Gutiérrez Sánchez, J. L. (2020). La alometría, una ley de potencias ubicua en la estructura de los seres vivos. *Interdisciplina*, 8(20), 11–22. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2020.20.71181>
- SEMARNAT. (2021). *Servicios ambientales o ecosistémicos, esenciales para la vida*. Gobierno de México. Recuperado el 29 de septiembre de 2026, de <https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/servicios-ambientales-o-ecosistemas-esenciales-para-la-vida?idiom=es>

Sotelo-Caro, O., Flores-Palacios, A., Valencia-Díaz, S., Salinas-Sánchez, D. O., & Figueroa-Brito, R. (2026). La comercialización de plantas del bosque tropical caducifolio y su importancia cultural en el centro de México. *Polibotánica*, (61), 479–502. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.61.27>

Vargas-Larreta, B., López-Sánchez, C. A., Corral-Rivas, J. J., López-Martínez, J. O., Aguirre-Calderón, C. G., & Álvarez-González, J. G. (2017). Allometric equations for estimating biomass and carbon stocks in the temperate forests of North-Western Mexico. *Forests*, 8(8), 269. <https://doi.org/10.3390/f8080269>

## **NUEVOS REGISTROS DE PLANTAS ASOCIADAS A *ACANTHOCEPHALA FEMORATA* (FABRICIUS, 1775) Y *ACANTHOCEPHALA THOMASII* (UHLER, 1872) A PARTIR DE EJEMPLARES DE LA COLECCIÓN ENTOMOLÓGICA DEL CIIDIR DURANGO**

Daniel Ochoa-García<sup>1</sup>, Gerardo A. Hinojosa-Ontiveros<sup>1</sup>, Rebeca Álvarez-Zagoya<sup>1</sup>, Martha Celina González-Güereca<sup>1</sup>, Isaías Chairez-Hernández<sup>1</sup>, J. Natividad Gurrola-Reyes<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Durango, Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II, Durango 34220, Durango, México. \*Autor para correspondencia: ngurrola@ipn.mx

### **RESUMEN**

Las colecciones entomológicas son fuentes de información histórica para documentar asociaciones planta-insecto que pueden permanecer inadvertidas en la literatura. En este trabajo se revisaron ejemplares y datos de recolecta de *Acanthocephala femorata* y *A. thomasi* depositados en la Colección Entomológica del CIIDIR Unidad Durango, con el objetivo de identificar asociaciones con plantas no registradas previamente para estas especies. Los datos consignados en las etiquetas fueron contrastados con registros de hospederos y plantas asociadas disponibles en la literatura. Se documenta a *Lippia graveolens* como nueva asociación con *A. femorata*, a partir de un ejemplar recolectado en La China, municipio de Mezquital, Durango; asimismo, *Agave durangensis* se registra como nueva planta asociada con *A. thomasi* a partir de dos ejemplares procedentes del municipio de Nombre de Dios, Durango. Estos registros amplían el conocimiento sobre las asociaciones planta-insecto de ambas especies en el norte de México y resaltan el valor de las colecciones biológicas para recuperar información ecológica asociada a ejemplares preservados.

### **PALABRAS CLAVE:**

Coreidae; Hemiptera;  
plantas hospederas;  
colecciones  
entomológicas; Durango

## ABSTRACT

Entomological collections are sources of historical information for documenting plant–insect associations that may remain overlooked in the literature. In this study, specimens and collection data of *Acanthocephala femorata* and *A. thomasi* deposited in the Entomological Collection of CIIDIR, Durango Unit, were examined to identify previously unreported plant associations for these species. Specimen label data were compared with records of host plants and associated plants available in the literature. *Lippia graveolens* is documented as a new plant association for *A. femorata*, based on a specimen collected in La China, municipality of Mezquital, Durango. Likewise, *Agave durangensis* is recorded as a new associated plant for *A. thomasi*, based on two specimens from the municipality of Nombre de Dios, Durango. These records expand our knowledge of the plant–insect associations of both species in northern Mexico and highlight the value of biological collections for recovering ecological information associated with preserved specimens.

## KEYWORDS

Coreidae; Hemiptera;  
host plants;  
entomological  
collections; Durango

## INTRODUCCIÓN

El género *Acanthocephala* Laporte, 1833 (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) pertenece a la subfamilia Coreinae y a la tribu Acanthocephalini. La revisión filogenética más reciente reconoce 40 especies y recupera al género como un grupo monofilético (Olivera *et al.*, 2026). Sus integrantes se caracterizan por el gran tamaño corporal, el pronoto fuertemente declive y tuberculado, los metafémures engrosados y armados y las metatibias con expansiones lanceoladas o foliáceas, caracteres particularmente desarrollados en los machos (Froeschner, 1988; Brailovsky, 2006;

McPherson *et al.*, 2011; Olivera *et al.*, 2026). En México se encuentran varias especies del género y, para el estado de Durango, se ha documentado la presencia de *A. femorata* y *A. thomasi* (Brailovsky, 2006).

Las especies de *Acanthocephala* son fitófagas y utilizan plantas pertenecientes a familias taxonómicamente diversas. *Acanthocephala femorata* presenta uno de los espectros de asociación vegetal mejor documentados del género. McPherson *et al.* (2011) compilaban registros sobre Asteraceae, Malvaceae, Poaceae, Rosaceae y otras familias, mientras que registros posteriores o regionales añadieron *Ipomoea batatas*,

*Citrus sinensis*, *Cucurbita pepo*, *Solanum tuberosum* y *Jatropha curcas* (Linares & Orozco, 2017). En Michoacán, ninfas y adultos fueron observados y recolectados sobre *Vachellia*, proporcionando evidencia adicional de una asociación frecuente con esta planta (Báez-Santacruz *et al.*, 2013).

Para *A. thomasi*, los registros disponibles incluyen especies de *Baccharis*, *Agave*, *Fraxinus*, *Neltuma*, *Verbascum* y *Yucca* (McPherson *et al.*, 2011). Particularmente relevantes son las asociaciones con *Agave palmeri* y *A. schottii*, donde se han registrado ninfas y adultos sobre diferentes estructuras de las plantas. La clasificación filogenética propuesta por Olivera *et al.* (2026) ubica a *A. thomasi* en el subgénero *Acanthocephala* (Contrastata), mientras que *A. femorata* pertenece a *Acanthocephala* (Metapodiessa), evidenciando que ambas especies representan linajes distintos dentro del género.

A pesar del valor de los datos asociados a ejemplares de colección, esta información no siempre se incorpora a síntesis de historia natural o catálogos de hospederos. Por ello, el objetivo de este trabajo fue revisar registros de *A. femorata* y *A. thomasi* resguardados en la Colección Entomológica del CIIDIR Unidad Durango para documentar nuevas asociaciones con plantas en el estado de Durango, México, y contextualizarlas con los registros disponibles en la literatura.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisaron ejemplares de *A. femorata* y *A. thomasi* resguardados en la Colección Entomológica del CIIDIR Unidad Durango. Para cada ejemplar se recuperó la información disponible en las etiquetas de colección y registros asociados, incluyendo localidad, coordenadas geográficas, fecha de recolecta, colector y planta sobre la cual se registró el insecto. Se consideraron únicamente los ejemplares cuya información de recolecta indicaba de manera explícita una asociación con una planta.

Los nombres de las plantas y los datos de localidad se transcribieron de los registros de colección. Para determinar si las asociaciones correspondían a registros no documentados previamente, la información se contrastó con la literatura disponible, principalmente McPherson *et al.* (2011), Linares y Orozco (2017), Báez-Santacruz *et al.* (2013) y Olivera *et al.* (2026). Debido a que una etiqueta de colección no necesariamente demuestra alimentación o desarrollo sobre la planta, los registros se interpretan de manera conservadora como asociaciones planta-insecto, excepto cuando la literatura fuente documentó observaciones adicionales de alimentación, ninfas o adultos sobre la planta.

## RESULTADOS

*Acanthocephala thomasii* sobre *Agave durangensis* (Figura 1A). Se documenta *Agave durangensis* Gentry como nueva planta asociada con *A. thomasii* con base en dos ejemplares resguardados en la colección. El primer ejemplar fue recolectado manualmente en El Venado, municipio de Nombre de Dios, Durango (23°47'54.2" N, 104°18'21.2" O), el 2 de septiembre de 2003. El segundo ejemplar fue recolectado manualmente en el km 13 de la carretera Durango–El Venado, municipio de Nombre de Dios, Durango, el 14 de octubre de 2003; la etiqueta consigna las coordenadas 23°47'54.2" N, 104°18'21.2" O. Ambos ejemplares fueron recolectados por María Pioquinta González Castillo.

*Acanthocephala femorata* sobre *Lippia graveolens* Kunth (Figura 1B). Se documenta *Lippia graveolens* Kunth como nueva planta asociada con *A. femorata* en Durango. El registro corresponde a un ejemplar recolectado manualmente en una población silvestre de *L. graveolens* en La China, municipio de Mezquital, Durango (23°30'22.81" N, 104°23'28.61" O), el 1 de octubre de 2005 por María Pioquinta González Castillo. Además, el ejemplar constituye un registro de *A. femorata* para esta localidad. Las plantas hospederas o asociadas se presentan en la Tabla 1.

## DISCUSIÓN

El registro de *Lippia graveolens* amplía el conjunto de plantas conocidas en asociación con *A. femorata*. La información disponible muestra que esta especie utiliza o ha sido recolectada sobre plantas pertenecientes a numerosas familias, incluyendo Asteraceae, Malvaceae, Poaceae, Convolvulaceae, Rutaceae, Cucurbitaceae, Solanaceae, Euphorbiaceae y Fabaceae (McPherson *et al.*, 2011; Báez-Santacruz *et al.*, 2013; Linares & Orozco, 2017). Esta amplitud es congruente con un patrón generalista. No obstante, debido a que el registro de *L. graveolens* procede de información de etiqueta y no de una observación directa de alimentación, debe interpretarse de manera conservadora como una nueva asociación planta-insecto que requiere observaciones adicionales para confirmar el uso trófico de la planta.

En *A. thomasii*, la asociación con *A. durangensis* resulta especialmente relevante porque amplía el número de especies de *Agave* asociadas con esta chinche. McPherson *et al.* (2011) documentaron previamente *A. palmeri* y *A. schottii*, incluyendo registros de ninfas y adultos sobre estructuras vegetativas y reproductivas. En Durango, la presencia de dos ejemplares de colección recolectados en fechas distintas durante 2003, junto con la observación independiente de una ninfa sobre *A. durangensis* en 2023, proporciona evidencia convergente y sugiere que la asociación no corresponde únicamente a un encuentro fortuito.

Los dos registros corresponden además a especies ubicadas en linajes diferentes dentro de *Acanthocephala*. Olivera *et al.* (2026) sitúan a *A. femorata* en *A. (Metapodiessa)* y a *A. thomasii* en *A. (Contrastata)*. Aunque el número de datos disponibles aún es insuficiente para evaluar patrones evolutivos de uso de hospederos, la combinación de información filogenética y registros de historia natural abre la posibilidad

de explorar si la amplitud o composición de las asociaciones vegetales varía entre linajes del género. En este contexto, la revisión de colecciones entomológicas puede aportar datos históricos valiosos (Soto-Cárdenas *et al.*, 2024; Ochoa-García *et al.*, 2026) para reconstruir interacciones planta-insecto y orientar muestreos dirigidos que permitan confirmar alimentación, reproducción o desarrollo sobre las plantas registradas.



**Figura 1.** Vista dorsal de dos ejemplares de, A, *A. thomasii* (CECD-HEMI-0430); B, *A. femorata* (CECD-HEMI-0412), depositadas en la Colección Entomológica del CIIDIR Unidad Durango.

Tabla 1. Plantas hospederas o asociadas reportadas para *A. femorata* y *A. thomasi*, incluyendo los nuevos registros de Durango, México.

| Especial           | Planta hospedera o asociada                           | Familia vegetal  | Referencia                     |
|--------------------|-------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------|
| <i>A. femorata</i> | <i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench             | Malvaceae        | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Ambrosia trifida</i> L.                            | Asteraceae       | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Baccharis neglecta</i> Britton                     | Asteraceae       | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Chenopodium album</i> L.                           | Amaranthaceae    | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Cirsium horridulum</i> Michx.                      | Asteraceae       | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Cirsium texanum</i> Buckley                        | Asteraceae       | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Erigeron quercifolius</i> Lam.                     | Asteraceae       | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Gossypium hirsutum</i> L.                          | Malvaceae        | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Helianthus annuus</i> L.                           | Asteraceae       | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Parthenium</i> sp.                                 | Asteraceae       | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Prunus persica</i> (L.) Batsch                     | Rosaceae         | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Ratibida columnifera</i> (Nutt.) Wootton & Standl. | Asteraceae       | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Sorghastrum nutans</i> (L.) Nash                   | Poaceae          | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.                   | Poaceae          | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Xanthium</i> sp.                                   | Asteraceae       | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Pinus</i> sp.                                      | Pinaceae         | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Jatropha</i> sp.                                   | Euphorbiaceae    | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Cajanus</i> sp.                                    | Fabaceae         | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Azadirachta</i> sp.                                | Meliaceae        | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Fraxinus</i> sp.                                   | Oleaceae         | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Sesamum</i> sp.                                    | Pedaliaceae      | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Zea mays</i> L.                                    | Poaceae          | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Coffea arabica</i> L.                              | Rubiaceae        | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Verbascum thapsus</i> L.                           | Scrophulariaceae | McPherson <i>et al.</i> (2011) |
|                    | <i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.                      | Convolvulaceae   | Linares & Orozco (2017)        |

Tabla 1. Continuación

|                                                                                                                       |                  |                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| <i>Citrus × sinensis</i> (L.) Osbeck                                                                                  | Rutaceae         | Linares & Orozco (2017)             |
| <i>Cucurbita pepo</i> L.                                                                                              | Cucurbitaceae    | Linares & Orozco (2017)             |
| <i>Solanum tuberosum</i> L.                                                                                           | Solanaceae       | Linares & Orozco (2017)             |
| <i>Jatropha curcas</i> L.                                                                                             | Euphorbiaceae    | Linares & Orozco (2017)             |
| <i>Vachellia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger [= <i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.] | Fabaceae         | Báez-Santacruz <i>et al.</i> (2013) |
| <i>Lippia origanoides</i> Kunth [= <i>Lippia graveolens</i> Kunth]                                                    | Verbenaceae      | Este estudio                        |
| <i>Agave palmeri</i> Engelm.                                                                                          | Asparagaceae     | McPherson <i>et al.</i> (2011)      |
| <i>Agave schottii</i> Engelm.                                                                                         | Asparagaceae     | McPherson <i>et al.</i> (2011)      |
| <i>Baccharis halimifolia</i> L.                                                                                       | Asteraceae       | McPherson <i>et al.</i> (2011)      |
| <i>Baccharis neglecta</i> Britton                                                                                     | Asteraceae       | McPherson <i>et al.</i> (2011)      |
| <i>Baccharis sarothroides</i> A. Gray                                                                                 | Asteraceae       | McPherson <i>et al.</i> (2011)      |
| <i>Fraxinus velutina</i> Torr. [= <i>Fraxinus pennsylvanica</i> subsp. <i>velutina</i> (Torr.) G. S. Mill.]           | Oleaceae         | McPherson <i>et al.</i> (2011)      |
| <i>Neltuma velutina</i> (Wooton) Britton & Rose [= <i>Prosopis velutina</i> Wooton]                                   | Fabaceae         | McPherson <i>et al.</i> (2011)      |
| <i>Verbascum thapsus</i> L.                                                                                           | Scrophulariaceae | McPherson <i>et al.</i> (2011)      |
| <i>Yucca baccata</i> Torr.                                                                                            | Asparagaceae     | McPherson <i>et al.</i> (2011)      |
| <i>Yucca elata</i> (Engelm.) Engelm.                                                                                  | Asparagaceae     | McPherson <i>et al.</i> (2011)      |
| <i>Agave durangensis</i> Gentry                                                                                       | Asparagaceae     | Este estudio                        |

Nota. Los registros compilados por McPherson *et al.* (2011) incluyen tanto asociaciones publicadas como datos procedentes de notas de campo citadas por esos autores. La presencia de un insecto sobre una planta no implica necesariamente alimentación o desarrollo; por ello, se utiliza de manera general el término “planta hospedera o asociada”.

## REFERENCIAS

- Brailovsky, H. (2006). A review of the Mexican species of *Acanthocephala* Laporte, with description of one new species (Heteroptera, Coreidae, Coreinae, Acanthocephalini). *Denisia*, 50, 249–268.
- Báez-Santacruz, J., Cervantes-Peredo, L. M., & Ponce-Saavedra, J. (2013). Diversidad de chinches en Michoacán (Insecta: Heteroptera). En *Memorias del Congreso Nacional de Entomología* (pp. 514–518).
- Froeschner, R. C. (1988). Family Coreidae Leach, 1815: the coreid bugs. In T. J. Henry & R. C. Froeschner (Eds.), *Catalog of the Heteroptera, or true bugs, of Canada and the continental United States* (pp. 69–92). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351070447-9>
- Linares, C. A., & Orozco, J. (2017). The Coreidae of Honduras (Hemiptera: Coreidae). *Biodiversity Data Journal*, 5, e13067. <https://doi.org/10.3897/BDJ.5.e13067>
- McPherson, J. E., Packauskas, R. J., Sites, R. W., Taylor, S. J., Bundy, C. S., Bradshaw, J. D., & Mitchell, P. L. (2011). Review of *Acanthocephala* (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) of America north of Mexico with a key to species. *Zootaxa*, 2835(1), 30–40. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2835.1.2>
- Ochoa-García, D., González-Güereca, M. C., Hinojosa-Ontiveros, G. A., Chairez-Hernández, I., Álvarez-Zagoya, R., & Soto-Cárdenas, M. Á. (2026). El archivo de lo diminuto: la Colección Entomológica del ciidir-Durango. *Revista Digital Universitaria*, 27(1). <https://doi.org/10.22201/ceide.16076079e.2026.27.1.2>
- Olivera, L., Melo, M. C., & Dellapé, P. M. (2026). Revisiting *Acanthocephala* (Hemiptera, Coreidae): A phylogenetic framework for establishing species relationships and developing a new subgeneric classification. *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 84, 253–279. <https://doi.org/10.3897/asp.84.e182696>
- Soto-Cárdenas, M. Á., Hinojosa-Ontiveros, G. A., Álvarez-Zagoya, R., González-Güereca, M. C., Chairez-Hernández, I., & Ochoa-García, D. (2024). Composición y diversidad de Lepidópteros depositados en la Colección Entomológica del CIIDIR-Durango IPN. *Acta zoológica mexicana*, 40. <https://doi.org/10.21829/azm.2024.4012718>

## **EVALUACIÓN AMBIENTAL Y ECONÓMICA DE PRESAS FILTRANTES EN BOSQUES TEMPLADOS DEL NOROESTE DE DURANGO.**

Lorena Amador-Sierra<sup>1</sup>, Gustavo Pérez-Verdin<sup>1</sup>, María Elena Pérez-López<sup>1</sup>, José Ángel Prieto-Ruíz<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Durango. Sigma 119, Fracc. 20 de Nov II, 34220 Durango, Dgo., México.

<sup>2</sup> Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Av. Río Papaloapan y Blvd. Durango, s/n, Col. Valle del Sur, 34120 Durango, Durango, México.

### **RESUMEN**

La erosión del suelo representa un problema importante en los ecosistemas forestales, por lo que se han implementado diferentes obras para disminuir el transporte de sedimentos. El objetivo de este estudio fue evaluar ambiental y económicamente presas filtrantes establecidas en bosques templados de pino-encino del noroeste de Durango. Se evaluaron 79 presas construidas entre 2013 y 2018: 58 de piedra, 18 de morillos de madera y tres de llantas. Se caracterizaron las estructuras, los sedimentos retenidos, la vegetación y las condiciones de las microcuencas, además de realizar una valoración económica mediante el método del costo de reemplazo. Se estimó una acumulación total de 302.99 t de azolve, de las cuales 15.85 t correspondieron a materia orgánica y, a partir de esta, se estimaron 9.19 t de carbono orgánico. El volumen de vegetación y la cobertura de copa presentaron una relación inversa con la cantidad de sedimentos retenidos, observándose una menor acumulación de azolve en sitios con mayor cobertura arbórea. La valoración económica mostró una relación beneficio-costo de 1.16 y un beneficio neto positivo de \$7,163.83 MXN, bajo los supuestos considerados. Los resultados muestran que las presas filtrantes favorecen la acumulación de sedimentos; sin embargo, su establecimiento debe formar parte de una estrategia integral de conservación que considere el mantenimiento y recuperación de la cobertura vegetal de las microcuencas.

### **PALABRAS CLAVE:**

erosión del suelo; presas filtrantes; retención de sedimentos; cobertura vegetal; valoración económica.

**ABSTRACT**

Soil erosion represents a significant problem in forest ecosystems; therefore, different conservation structures have been implemented to reduce sediment transport. The objective of this study was to evaluate the environmental and economic performance of check dams established in temperate pine-oak forests of northwestern Durango, Mexico. A total of 79 check dams constructed between 2013 and 2018 were evaluated: 58 made of stone, 18 of wooden logs, and three of tires. The structures, retained sediments, vegetation, and watershed conditions were characterized, and an economic valuation was performed using the replacement cost method. A total sediment accumulation of 302.99 t was estimated, of which 15.85 t corresponded to organic matter, from which 9.19 t of organic carbon were estimated. Vegetation volume and canopy cover showed an inverse relationship with the amount of retained sediment, with lower sediment accumulation observed at sites with greater tree cover. The economic valuation showed a benefit-cost ratio of 1.16 and a positive net benefit of \$7,163.83 MXN, under the assumptions considered. The results indicate that check dams promote sediment accumulation; however, their establishment should be part of an integrated conservation strategy that includes the maintenance and restoration of vegetation cover within the watersheds.

**KEYWORDS:**

soil erosion; check dams; sediment retention; canopy cover; economic valuation.

## INTRODUCCIÓN

El suelo cumple funciones esenciales para los ecosistemas al sostener la vegetación, regular el agua y los nutrientes y almacenar carbono orgánico, entre otros servicios (Adhikari y Hartemink, 2016; Wiesmeier *et al.*, 2019). Sin embargo, la pérdida de cobertura vegetal y otros cambios en el uso del suelo pueden favorecer el desprendimiento y transporte de partículas y, en condiciones severas, la formación de cárcavas. La intensidad de estos procesos depende de factores como el tipo de suelo, la topografía, la precipitación, la cobertura vegetal y las actividades humanas (García-Ruiz *et al.*, 2015). La vegetación desempeña un papel importante en su control, ya que protege la superficie del suelo, favorece la infiltración y reduce el escurrimiento y la pérdida de partículas (Wang *et al.*, 2021).

Para disminuir la erosión se utilizan diferentes prácticas de conservación, entre ellas las presas filtrantes, estructuras construidas transversalmente en cauces y cárcavas con materiales como piedra y madera, cuya función es reducir la velocidad del escurrimiento y favorecer la retención de sedimentos (Abbasi *et al.*, 2019). Su funcionamiento depende tanto de las características de las estructuras como de las condiciones del sitio y de la cobertura vegetal. La cobertura vegetal también constituye un factor importante en las condiciones y la capacidad de

almacenamiento de sedimentos de las presas filtrantes (Lucas-Borja *et al.*, 2018).

Además de su función en el control de la erosión, la retención de sedimentos puede contribuir a mantener materia orgánica y carbono en las partes altas de las cuencas. Estos beneficios pueden analizarse desde una perspectiva económica, ya que el suelo proporciona servicios ecosistémicos que, aunque no siempre cuentan con un valor directo de mercado, pueden estimarse mediante diferentes métodos de valoración (Bartkowski *et al.*, 2020). Entre ellos, el costo de reemplazo permite aproximar el valor de un servicio a partir de los costos asociados con sustituir o recuperar la función que se ha perdido o deteriorado (Zandebasiri *et al.*, 2023). En los bosques templados del noroeste de Durango se han establecido presas filtrantes construidas con piedra, morillos de madera y llantas; sin embargo, es necesario evaluar su funcionamiento después de su establecimiento y determinar la relación de la retención de sedimentos con las características de la vegetación y del sitio. Asimismo, la valoración económica de los beneficios asociados con la retención de suelo puede aportar información para orientar futuras acciones de conservación y restauración. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar ambiental y económicamente presas filtrantes construidas con piedra,

morillos de madera y llantas en bosques templados de pino-encino del noroeste de Durango, considerando sus características físicas, la cantidad y características de los sedimentos retenidos, la vegetación y las condiciones del sitio, así como su valor económico mediante el método del costo de reemplazo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se realizó en bosques templados de pino-encino de nueve localidades del municipio de Santiago Papasquiaro, Durango, México, alrededor de las coordenadas 25°02'21" N y 105°25'15" O. La zona presenta climas semiseco templado, templado subhúmedo y semifrío subhúmedo, con una temperatura media anual aproximada de 17.7 °C y una precipitación media anual de 466.4 mm, concentrada principalmente de junio a septiembre (INEGI, 2017). Las presas fueron georreferenciadas mediante ArcGIS a partir de las coordenadas proporcionadas por la Unidad de Administración Forestal de Santiago Papasquiaro para su ubicación y caracterización.

### Caracterización de las presas filtrantes y sedimentos retenidos

Se evaluaron 79 presas filtrantes construidas entre 2013 y 2018: 58 de piedra acomodada, 18 de morillos de madera y tres de llantas. Para cada estructura se registraron las coordenadas UTM, tipo de

material, año de establecimiento, dimensiones y pendiente. También se delimitaron las microcuencas y se realizó un inventario del arbolado, considerando especie, número de árboles, diámetro normal, altura y cobertura de copa, a partir de los cuales se estimaron el área basal y el volumen de vegetación.

Para estimar el volumen de azolve, se midió su profundidad a intervalos de 0.50 m mediante una varilla metálica graduada. El área frontal ocupada por los sedimentos se calculó dividiéndola en figuras geométricas, principalmente triángulos y rectángulos. Posteriormente, se estimó el volumen del depósito mediante una aproximación geométrica piramidal, de acuerdo con el método descrito por Ramos-Díez *et al.* (2017):  $V = (A \times L) / 3$  donde  $V$  es el volumen de sedimento,  $A$  el área frontal ocupada por el azolve y  $L$  la longitud del depósito.

### Análisis de los sedimentos

Se recolectó una muestra representativa de los sedimentos acumulados en cada presa filtrante. Para ello, se excavó en la parte media del depósito hasta alcanzar el suelo mineral, se mezcló el material extraído y se tomó una muestra para su análisis. Las muestras se secaron al aire durante un periodo mínimo de tres días, posteriormente se deshicieron los agregados y se tamizaron con una abertura de 2 mm. La materia orgánica tangible fue separada para su cuantificación.

La densidad del sedimento se determinó utilizando recipientes de PVC de 11 cm de diámetro y 10.52 cm de altura, con capacidad aproximada de un litro. A partir de la masa y el volumen de las muestras se obtuvo la densidad utilizada para convertir el volumen de azolve a peso. El pH y la conductividad eléctrica se determinaron de acuerdo con los procedimientos establecidos en la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002). La materia orgánica del suelo se obtuvo mediante el método de pérdida por calcinación. Para determinar la materia orgánica total se consideró además la fracción de materia orgánica tangible separada previamente de las muestras.

El carbono orgánico del suelo se estimó a partir de la materia orgánica mediante el factor de conversión de Van Bemmelen (0.58), bajo el supuesto de que aproximadamente el 58 % de la materia orgánica corresponde a carbono orgánico (Heaton *et al.*, 2016):

$$\text{COS} = \text{MOS} \times 0.58$$

donde COS corresponde al carbono orgánico del suelo y MOS a la materia orgánica del suelo.

### **Análisis estadístico**

Los datos se analizaron en STATISTICA 7. Se elaboraron dos matrices de trabajo: una con las características físicas de las presas filtrantes y otra con información a nivel de microcuenca. Se realizó estadística descriptiva, correlaciones de Pearson y

análisis de varianza (ANOVA) de dos factores, considerando el material de construcción y el tamaño de las presas. Asimismo, se efectuaron análisis de regresión múltiple y por pasos para evaluar la relación entre la retención de sedimentos y las variables de vegetación y del sitio. Los datos correspondientes al volumen de vegetación y la cobertura de copa se transformaron mediante logaritmo natural para incrementar su normalidad.

### **Valoración económica**

La valoración económica de las presas filtrantes se realizó mediante el método del costo de reemplazo. Se consideraron como beneficios el costo evitado por el desazolve de los sedimentos retenidos en las partes altas de las cuencas y el valor económico del carbono orgánico contenido en dichos sedimentos. Para estimar el costo de desazolve se utilizaron como referencia tres proyectos realizados en México: el desazolve del vaso de la presa Abelardo L. Rodríguez, en Tijuana, Baja California (Noguera-Pérez, 2002); el encauzamiento y desazolve del río Tunal, en Durango (SEMARNAT-CONAGUA, 2010); y la limpieza y desazolve de los ríos San Agustín y Tecolapan, en Veracruz (SEDESMA, 2007). A partir del costo de desazolve por tonelada reportado para cada proyecto, los valores se actualizaron considerando la variación del dinero en el tiempo mediante la fórmula de interés compuesto, utilizando una tasa de interés de 4.4 % y el número de periodos

transcurridos desde la realización de cada proyecto hasta la fecha de evaluación. Posteriormente, los valores actualizados se promediaron para obtener un costo de referencia por tonelada, utilizado para estimar el costo evitado por la retención de sedimentos en las presas filtrantes.

El valor económico asociado al carbono orgánico se estimó a partir de su contenido en los sedimentos, utilizando como referencia un precio de €71.43 por tonelada, equivalente a \$1,628.60 MXN al momento del estudio (SENDECO2, 2022). Este procedimiento se utilizó como una aproximación económica al carbono contenido en los sedimentos y no como una estimación directa de emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas. Los costos de establecimiento de las obras se basaron en los montos establecidos por la CONAFOR (2020) para el Programa de Compensación Ambiental por Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales: \$750 por m<sup>3</sup> para presas de piedra y \$600 por m<sup>3</sup> para presas de morillos y llantas.

Finalmente, se realizó un análisis beneficio-costos (ABC) mediante la relación entre los beneficios económicos estimados y los costos de establecimiento de las obras. Asimismo, se calculó el beneficio neto como la diferencia entre los beneficios y los costos totales. La valoración se consideró una aproximación basada en los supuestos utilizados, sin representar el valor económico total de los servicios ecosistémicos del suelo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización de las presas filtrantes y sedimentos retenidos

Las microcuencas evaluadas abarcaron una superficie conjunta de 11.59 ha y las 79 presas filtrantes retuvieron un total de 302.99 t de azolve. Estos resultados muestran la función de las estructuras para disminuir el transporte de suelo dentro de las microcuencas estudiadas, al reducir la velocidad del escurrimiento y favorecer la acumulación de los materiales transportados por el agua.

Las presas de piedra, morillos y llantas presentaron diferencias en la cantidad de azolve acumulado. La retención media fue de 3.33 t en las presas de piedra (n = 58), 4.14 t en las de morillos (n = 18) y 7.47 t en las de llantas (n = 3). En la tesis original, el análisis de varianza de dos factores identificó diferencias significativas asociadas con el material de construcción, particularmente entre las presas de llantas y las de piedra y morillos. Sin embargo, debido al número desigual de estructuras evaluadas y a las condiciones particulares de cada sitio, estos resultados deben interpretarse con cautela y no permiten atribuir las diferencias exclusivamente al material de construcción. Del total del azolve retenido, 15.85 t correspondieron a materia orgánica y se estimaron 9.19 t de carbono orgánico, equivalentes al 3.03 % del peso total de los sedimentos. Del material retenido, 52.68 % correspondió a partículas menores de 2 mm, 46.29 % a

materiales mayores de 2 mm y 1.04 % a materia orgánica tangible. La textura predominante fue areno franca, presente en 62 de las 79 presas evaluadas. Los suelos con mayor contenido de arena generalmente presentan alta permeabilidad y menor capacidad de retención de agua y nutrientes, características que pueden influir en el establecimiento y desarrollo de la vegetación (Yost y Hartemink, 2019). La presencia de materia orgánica y carbono orgánico muestra además que las presas no solamente acumularon material mineral, sino también componentes orgánicos transportados por el escurrimiento.

### Relación de la vegetación con la retención de sedimentos

El peso del azolve presentó una relación inversa con el volumen de vegetación ( $\beta = -0.596$ ;  $p = 0.032$ ), de manera que las microcuencas con mayor volumen de arbolado tendieron a registrar menor acumulación de sedimentos. Esta relación explicó el 35.5 % de la variación observada en el peso del azolve ( $R^2 = 0.355$ ; Figura 1). De manera similar, la cobertura de copa presentó una relación negativa y significativa con el peso del azolve ( $\beta = -0.726$ ;  $p = 0.005$ ), observándose una menor acumulación de sedimentos en sitios con mayor cobertura arbórea.

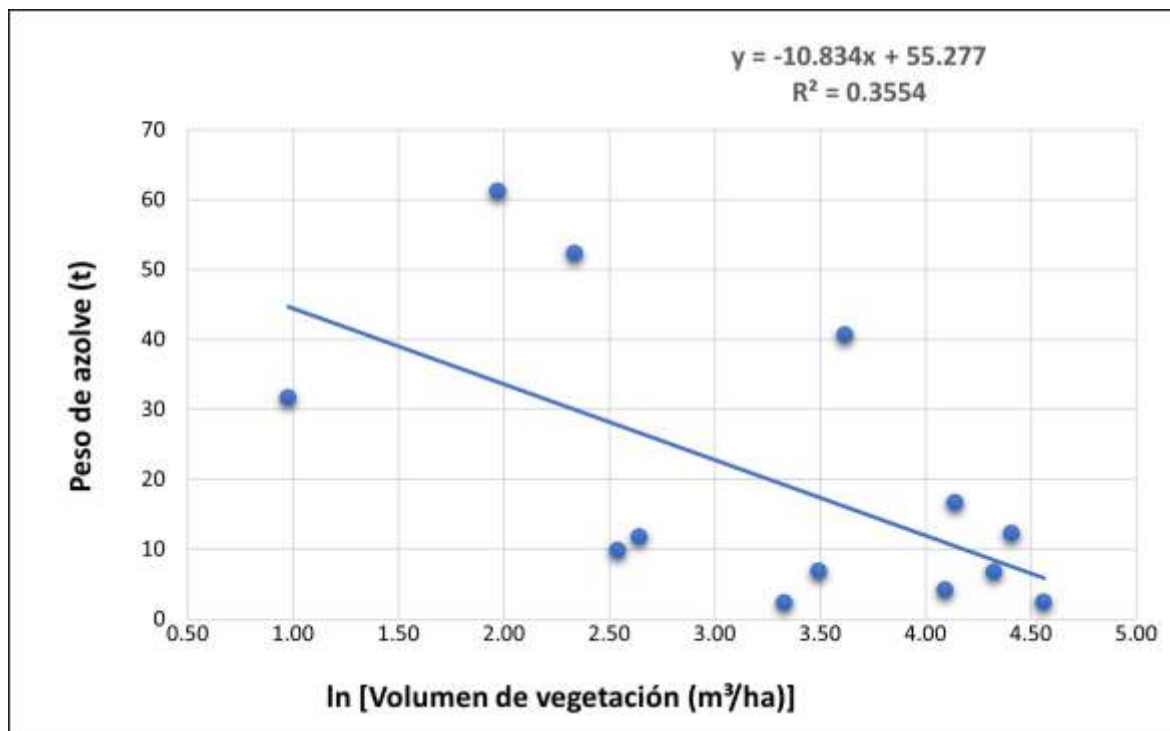


Figura 1. Relación entre el peso del azolve y el volumen de vegetación en las microcuencas evaluadas.

Lucas-Borja *et al.* (2018) identificaron a la cobertura vegetal como uno de los factores que influyen en las condiciones y capacidad de almacenamiento de sedimentos de este tipo de estructuras.

La vegetación contribuye a reducir la erosión mediante la interceptación de la precipitación, la disminución del impacto de las gotas de lluvia y la acción de las raíces sobre el suelo, procesos que favorecen la infiltración y reducen el escurrimiento y el transporte de sedimentos. Wang *et al.* (2021) señalan que el aumento de la cobertura vegetal se relaciona con una disminución del escurrimiento y de la producción de sedimentos, aunque esta respuesta puede variar de acuerdo con las características de la vegetación y las condiciones de precipitación.

Una mayor acumulación de sedimentos en una presa, por lo tanto, no necesariamente representa mejores condiciones de conservación, ya que también puede estar asociada con una mayor producción y transporte de suelo desde las áreas aguas arriba. La retención de sedimentos en las presas filtrantes debe interpretarse considerando conjuntamente las características de la estructura, la cobertura vegetal y las condiciones de la microcuenca, debido a que estos factores intervienen en su capacidad para almacenar sedimentos (Lucas-Borja *et al.*, 2018).

## Valoración económica mediante el costo de reemplazo

La valoración económica consideró como beneficios el costo estimado de desazolve que podría evitarse por la acumulación de sedimentos en las presas filtrantes y el valor asignado al carbono orgánico contenido en ellos. Las 302.99 t de sedimentos representaron un costo potencial de desazolve de \$37,240.50 MXN, mientras que a las 9.19 t de carbono orgánico se les asignó un valor de \$14,966.83 MXN, considerando el precio de referencia de \$1,628.60 MXN por tonelada utilizado en el estudio. En conjunto, los beneficios estimados ascendieron a \$52,207.33 MXN. El volumen de construcción de las 79 presas fue de 64.38 m<sup>3</sup>, con un costo total de establecimiento de \$45,043.50 MXN.

Al integrar los costos y beneficios se obtuvo una relación beneficio-costo de 1.16 y una diferencia positiva de \$7,163.83 MXN, considerada como beneficio neto bajo los supuestos de la valoración original. Estos resultados representan una estimación económica condicionada por los criterios utilizados, particularmente por el supuesto de desazolve potencialmente evitado y el valor asignado al carbono orgánico de los sedimentos.

Esta valoración debe considerarse una aproximación, ya que no se comprobó que todos los sedimentos almacenados hubieran requerido desazolve aguas abajo

ni que el carbono contenido en ellos representara captura adicional o emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas. Asimismo, el suelo proporciona otros servicios ecosistémicos que no fueron incluidos en el análisis, como el soporte de la vegetación, la regulación del agua y el mantenimiento de nutrientes (Bartkowski *et al.*, 2020; Zandebasiri *et al.*, 2023).

Por ello, el costo de reemplazo permitió asignar un valor económico a los beneficios que pudieron cuantificarse en este estudio, pero no representa el valor total del suelo ni de los servicios ecosistémicos asociados con su conservación. En este sentido, las presas filtrantes deben considerarse como parte de una estrategia integral de conservación, en la que también se mantenga o recupere la cobertura vegetal y se manejen adecuadamente las áreas ubicadas aguas arriba.

## CONCLUSIONES

Las presas filtrantes evaluadas se caracterizaron por la acumulación de materia orgánica, de la cual una fracción correspondió a carbono orgánico. Estos hallazgos evidencian la aptitud de las estructuras para retener sedimentos y componentes orgánicos arrastrados por el escurrimiento en las microcuencas analizadas.

El volumen de vegetación y la

cobertura de copa presentaron una relación inversa con la cantidad de sedimentos retenidos, observándose una menor acumulación de azolve en sitios con mayor cobertura arbórea. Este resultado resalta la importancia de conservar y recuperar la vegetación como parte de las acciones destinadas al control de la erosión.

Aunque se observaron diferencias en la cantidad de sedimentos retenidos entre las presas construidas con piedra, morillos de madera y llantas, el número desigual de estructuras evaluadas, particularmente las tres presas de llantas, limita la posibilidad de establecer de manera concluyente que un material sea más eficiente que otro.

La valoración económica mostró que los indicadores deben interpretarse como una aproximación económica, particularmente por los criterios empleados para valorar el desazolve potencialmente evitado y el carbono orgánico presente en los sedimentos, y no como una prueba concluyente de rentabilidad.

En conjunto, los hallazgos destacan la función de las presas filtrantes en la retención de sedimentos. Sin embargo, su implementación debe integrarse en una estrategia integral de conservación del suelo que considere también el mantenimiento y la restauración de la cobertura vegetal de las microcuencas.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional por el apoyo financiero recibido a través de los proyectos SIP 2021-0692 y 2024-1367. A Fernando Salazar Jiménez, representante de la Consultoría Unidad de Administración Forestal Santiago Papasquiaro, así como a los comisariados de los ejidos participantes, por las facilidades prestadas y el interés en desarrollar este estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbasi, N. A., X. Xu, M. E. Lucas-Borja, W. Dang y B. Liu. 2019. The use of check dams in watershed management projects: Examples from around the world. *Science of the Total Environment* 676: 683-691.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.249>
- Adhikari, K. y A. E. Hartemink. 2016. Linking soils to ecosystem services—A global review. *Geoderma* 262: 101-111.  
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.009>
- Bartkowski, B., S. Bartke, K. Helming, C. Paul, A.-K. Tehen y B. Hansjürgens. 2020. Potential of the economic valuation of soil-based ecosystem services to inform sustainable soil management and policy. *PeerJ* 8: e8749.  
<https://doi.org/10.7717/peerj.8749>
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2020. Programa de Compensación Ambiental por Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales. Gobierno de México.
- García-Ruiz, J. M., S. Beguería, E. Nadal-Romero, J. C. González-Hidalgo, N. Lana-Renault y Y. Sanjuán. 2015. A meta-analysis of soil erosion rates across the world. *Geomorphology* 239: 160-173.  
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.03.008>
- Heaton, L., M. A. Fullen y R. Bhattacharyya. 2016. Critical analysis of the van Bemmelen conversion factor used to convert soil organic matter data to soil organic carbon data: Comparative analyses in a UK loamy sand soil. *España Abierta* 6(1): 35-44.  
<https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2016.5244>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Anuario estadístico y geográfico de Durango 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Ags., México.
- Lucas-Borja, M. E., D. A. Zema, M. D. Hinojosa Guzman, Y. Yang, A. C. Hernández, X. Xiangzhou, B. G. Carrà, M. Nichols y A. Cerdá. 2018. Exploring the influence of vegetation cover, sediment storage capacity and channel dimensions on stone check dam conditions and effectiveness in a large regulated river in México. *Ecological Engineering* 122: 39-47.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.07.025>

- Noguera-Pérez, O. 2002. Desazolve de 6,000,000 m<sup>3</sup> de materiales pétreos del vaso de la presa Abelardo L. Rodríguez, municipio de Tijuana, Baja California.
- Ramos-Diez, I., J. Navarro-Hevia, R. San Martín Fernández, V. Díaz-Gutiérrez y J. Mongil-Manso. 2017. Evaluating methods to quantify sediment volumes trapped behind check dams, Saldaña badlands (Spain). *International Journal of Sediment Research* 32(1): 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2016.06.005>
- Secretaría de Desarrollo Social y Medio Ambiente (SEDESMA). 2007. Limpieza y desazolve del río San Agustín y Tecolapan, Veracruz. Veracruz, México. <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/ver/estudios/2007/30VE2007HD055.pdf>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Diario Oficial de la Federación, 31 de diciembre de 2002.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Comisión Nacional del Agua (SEMARNAT-CONAGUA). 2010. Encauzamiento y desazolve del río Tunal del km 2+340 al km 4+820, tramo Puente del Diablo a la presa derivadora Antonio Castillo, en el municipio de Durango, Dgo. <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/dgo/estudios/2010/10DU2010HD039.pdf>.
- Sistema Europeo de Negociación de CO<sub>2</sub> (SENDECO<sub>2</sub>). 2022. Precios CO<sub>2</sub>. <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>. Consulta: 9 de febrero de 2022.
- Wang, D., Z. Yuan, Y. Cai, D. Jing, F. Liu, Y. Tang, N. Song, Y. Li, C. Zhao y X. Fu. 2021. Characterisation of soil erosion and overland flow on vegetation-growing slopes in fragile ecological regions: A review. *Journal of Environmental Management* 285: 112165. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112165>
- Wiesmeier, M., L. Urbanski, E. Hobbey, B. Lang, M. von Lützow, E. Marin-Spiotta, B. van Wesemael, E. Rabot, M. Ließ, N. Garcia-Franco, U. Wollschläger, H.-J. Vogel y I. Kögel-Knabner. 2019. Soil organic carbon storage as a key function of soils—A review of drivers and indicators at various scales. *Geoderma* 333: 149-162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.07.026>

Yost, J. L. y A. E. Hartemink. 2019. Soil organic carbon in sandy soils: A review. *Advances in Agronomy* 158: 217-310.

<https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.07.004>

Zandebasiri, M., H. Jahanbazi Goujani, Y. Iranmanesh, H. Azadi, A.-H. Viira y M. Habibi. 2023. Ecosystem services valuation: A review of concepts, systems, new issues, and considerations about pollution in ecosystem services. *Environmental Science and Pollution Research* 30: 83051 - 83070 .

<https://doi.org/10.1007/s11356-023-28143-2>

### **TIPO DE CONTRIBUCIÓN: CRÍTICA**

## **PRODUCTOS ALTOS EN PROTEÍNA: ¿UNA GARANTÍA DE CALIDAD NUTRICIONAL?**

Evelin Romero-García<sup>1</sup>, Erika Berenice-León-Espinosa<sup>1\*</sup>, Liliana Wallander-Compeán<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso, Estado de México, México

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Durango. Sigma 119, Fracc. 20 de Nov II, 34220 Durango, Dgo., México.

\*Autor de correspondencia: erikab.le@sfelipeprogreso.tecnm.mx

### **RESUMEN**

El contenido de proteína se ha convertido en una característica relevante dentro del desarrollo, elección y consumo de productos. Esta tendencia se aprecia en productos como barras, bebidas, cereales, galletas, suplementos y productos de repostería, su popularidad está relacionada con el interés de los consumidores para mejorar su alimentación, realizar actividad física, el bienestar y el control del peso. Esta crítica analiza el aumento de los productos con alto contenido en proteína en el mercado alimentario, considerando su composición nutricional, aceptación del consumidor, económico, comercial, cultural, propiedades funcionales y ético. El análisis plantea que el contenido proteico, por sí solo, no garantiza una mejor calidad nutricional de un producto. Aunque esta tendencia representa una oportunidad de innovación para la industria alimentaria, también plantea la necesidad de ofrecer información clara y productos nutricionalmente equilibrados. Por ello, es importante que los consumidores consideren la composición completa del alimento y sus propias necesidades nutricionales, por lo tanto, se requiere una perspectiva general que relacione innovación, nutrición, tecnología, y aceptación sensorial.

### **PALABRAS CLAVE:**

proteína; percepción del consumidor; calidad nutricional; innovación; mercado alimentario

## INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria ha incrementado la disponibilidad de productos que destacan por su contenido proteico. Las proteínas son macromoléculas formadas por aminoácidos, esenciales para el crecimiento, mantenimiento y reparación de tejidos. Están presentes tanto en alimentos de origen animal como vegetal, donde intervienen en funciones estructurales, metabólicas y reguladoras. Durante el proceso digestivo, se descomponen en cadenas de aminoácidos que el organismo aprovecha para diversas funciones biológicas. Por esta razón, las proteínas representan un componente fundamental de la alimentación y su relevancia ha impulsado su inclusión en una gran variedad de productos del mercado alimentario (FAO, 2026; MedlinePlus, 2025).

Esta característica se encuentra presente en diferentes categorías de alimentos y responde principalmente al interés de los consumidores por productos relacionados con nutrición, actividad física, bienestar y rendimiento deportivo, con ello, surge la idea de analizar la tendencia de los productos altos en proteína, considerando sus principales características, las razones de su crecimiento y los retos que representa para la industria alimentaria. La valoración se centra principalmente en la relación entre innovación, comportamiento del consumidor y calidad nutricional.

Dicho comportamiento presentado por

los consumidores demuestra que la proteína no solamente representa un nutriente de interés, sino también un elemento utilizado para interpretar la calidad de los alimentos. Sin embargo, esta percepción genera un punto de discusión: ¿un producto con mayor cantidad de proteína necesariamente representa una opción de alimento más saludable? A partir de esta observación, a continuación, se analiza la creciente tendencia de los productos altos en proteína desde una perspectiva crítica sustentada en evidencia, considerando su valor nutricional, aceptación por parte del consumidor, accesibilidad económica y estrategias comerciales, postura ética y cultural.

## OBJETO DE ANÁLISIS Y CONTEXTO

El objeto de análisis corresponde a la creciente incorporación de proteína como atributo diferenciador dentro de productos alimentarios comercializados actualmente. Esta tendencia cada vez más en aumento, ha ido observándose en productos como barras, bebidas, cereales, galletas y productos de repostería, dirigidos principalmente a deportistas, aunque últimamente está presente en alimentos de consumo cotidiano que utilizan expresiones como “alto en proteína”, “fuente de proteína” o “más proteína” como parte de su propuesta de valor al mercado. Ante esta situación, es necesario distinguir y verificar que dichas declaraciones cumplan con las regulaciones establecidos al mercado que se analice.

El contenido de proteína puede ser percibido por los consumidores como un indicador de calidad nutricional, especialmente cuando esta información se presenta en el empaque. De acuerdo con la IFIC Spotlight Survey: Americans' Perceptions of Protein de 2025, encuesta realizada a 1,000 adultos estadounidenses de 18 años o más, 8 de cada 10 participantes señalaron que procuran incluir proteínas como prioridad en al menos una de sus comidas diarias, de igual manera, la cantidad de proteína por porción fue identificada como la información de mayor relevancia e impacto en el etiquetado de los productos.

Sin embargo, una cantidad elevada de proteína no determina por sí misma la calidad nutricional de un alimento, ya que este también puede contener cantidades considerables de azúcares añadidos, grasas saturadas y/o sodio. Por ello, resulta necesario evaluar el perfil nutricional del producto en su conjunto y considerar que el énfasis en la proteína puede formar parte de una estrategia de comercialización.

## CRITERIOS DE VALORACIÓN

Para realizar el análisis crítico se consideran seis criterios principales:

**Valor nutricional:** contenido y calidad de la proteína y composición general del alimento.

**Aceptación del consumidor:** características sensoriales, presentación y percepción del producto.

**Económico:** precios, costo por porción o por cantidad de proteína y accesibilidad para distintos sectores de la población.

**Comercial:** estrategias de promoción, declaraciones sobre proteína y su influencia en la percepción de calidad y en la decisión de compra.

**Cultural:** analizar la idea que se tiene de “más proteína = más saludable” y como puede influir en la manera en que algunos consumidores valoran los alimentos, asociando un mayor contenido proteico con conceptos como salud, bienestar, rendimiento físico y una correcta alimentación.

**Propiedades tecnofuncionales:** Estas propiedades incluyen la solubilidad, la capacidad de emulsificación, la formación de espuma, la capacidad de retención de agua y aceite, y la capacidad de gelificación. Es crucial continuar investigando y desarrollando métodos para optimizar estas propiedades y ampliar su aplicación en la industria alimentaria.

**Ético:** comunicación publicitaria transparente.

Estos criterios permiten analizar la tendencia de manera integral y evitar que la valoración se limite únicamente al contenido de proteína declarado.

## ANÁLISIS CRÍTICO

Las Dietary Guidelines for Americans 2025–2030, elaboradas para la población estadounidense, recomiendan priorizar alimentos con fuente de proteína en cada comida y establecen como objetivo una ingesta de 1.2 a 1.6 g de proteína por kg de peso corporal al día, ajustada a las necesidades y estilo de vida individuales. Por otro lado, los datos de la Encuesta de Alimentación y Salud 2025 realizada por el International Food Information Council a 3,000 consumidores estadounidenses de entre 18 y 80 años, muestran que el 71% de los participantes indicó estar intentando consumir proteína, frente al 59% registrado en 2022 y el 67% en 2023, donde muestran que el interés de los consumidores por la proteína ha aumentado de forma drástica en la última década, ya que cada vez más consumidores informan seguir una dieta alta en proteína y usan el contenido proteico de los alimentos como un marcador de lo “saludable”, por lo que se piensa que este rápido crecimiento está impulsado por cambios en el estilo de vida de los consumidores, centrados en alimentos nutritivos, especialmente aquellos que contienen proteína.

La industria alimentaria responde al interés por la proteína; sin embargo, el problema surge cuando su contenido se interpreta como evidencia suficiente de la calidad nutricional de un producto.

No obstante, una de las principales limitaciones implica tomar en cuenta el contenido de proteína como único indicador de

calidad nutricional. Un producto puede presentar una cantidad elevada de proteína y, al mismo tiempo, contener cantidades importantes de azúcares añadidos, grasas saturadas o sodio. Por esta razón, declaraciones como “alto en proteína” o “más proteína” deben analizarse dentro del contexto de la composición nutricional total del alimento, evitando asumir que un mayor contenido proteico implica necesariamente un producto nutricionalmente adecuado.

El creciente interés por la nutrición y la actividad física ha favorecido la búsqueda de alimentos que respondan a necesidades específicas de determinados grupos de consumidores, entre ellos las personas con actividades físicas activas y los deportistas.

En este contexto, la industria alimentaria ha desarrollado productos con mayor contenido de proteína, suplementos y alimentos fortificados dirigidos a contribuir el cumplimiento de los requerimientos proteicos. Sin embargo, estas necesidades pueden variar de acuerdo con factores individuales como la edad, el nivel de actividad física y los objetivos nutricionales, por lo que no todos los consumidores requieren productos con un contenido elevado de este macronutriente.

Desde el punto de vista de la industria alimentaria, el desarrollo de productos altos en proteína representa diversos retos tecnológicos. La incorporación o modificación de las fuentes proteicas puede afectar propiedades como la textura, sabor, color, estabilidad y vida útil del alimento,

debido a las interacciones de las proteínas con otros componentes de la matriz alimentaria. Por ello, la formulación de estos productos requiere evaluar tanto su composición nutricional como su comportamiento durante el procesamiento.

Dentro de la Tabla 1 se muestra el contenido de proteína y energía de diferentes alimentos que se consumen comúnmente, considerando 100 g como base de comparación para facilitar la interpretación entre alimentos y preparaciones. A partir de estos datos se calculó la densidad proteica, dividiendo los gramos de proteína entre la energía aportada por los 100 g que se están utilizando de referencia, expresada como gramos de proteína por cada 100 kcal. Esta medida permite observar la cantidad de proteína aportada en relación con la energía que el alimento aporta, pero sin dar un indicador de calidad de proteína, esto depende del perfil de aminoácidos que se ofrecen al consumirlo.

Los datos exactos fueron consultados directamente en USDA FoodData Central con el cálculo propio de la densidad proteica, con la fórmula obtenida de un artículo publicado en The Journal of Nutrition donde se analiza la densidad proteica de diferentes grupos de alimentos y la define como la cantidad de proteína por 100 kcal.

Un punto importante para analizar es la diferencia en la densidad proteica de algunos alimentos de consumo habitual. Una manera de observarla es comparar la

cantidad de proteína aportada en relación con el contenido energético del alimento. Como se muestra en la Tabla 1, alimentos como la pechuga de pollo cocida, la carne molida magra y el yogur griego presentan diferentes cantidades de proteína por cada 100 kcal. Esta comparación permite identificar diferencias en su densidad proteica, siendo la relación entre la cantidad de proteína y el aporte energético de un alimento, aunque este indicador no determina por sí solo la calidad nutricional global del alimento. Por ello, la valoración de un producto debe considerar, además de su contenido de proteína, su aporte energético y la presencia de otros nutrientes, como grasas, carbohidratos, azúcares y sodio. En relación con lo anterior, utilizar únicamente los gramos de proteína como argumento para valorar un alimento puede proporcionar una perspectiva incompleta de su composición nutricional.

Otro aspecto que debe considerarse dentro del criterio económico es el crecimiento comercial de los productos altos en proteína. La expansión de esta tendencia ha favorecido la diversificación de la oferta alimentaria, dando lugar a una mayor disponibilidad de alimentos y bebidas formulados con un contenido elevado de proteína.

De acuerdo con Technavio, el mercado mundial de alimentos altos en proteína presenta una tendencia de crecimiento, impulsada, entre otros factores, por el interés en

la nutrición, el bienestar y la composición corporal.

Sin embargo, el crecimiento del mercado no permite establecer por sí mismo que estos productos sean económicamente menos accesibles para los consumidores. Para analizar este aspecto sería necesario comparar los precios de productos altos en proteína con alimentos convencionales de características y porciones similares. Esta comparación permitiría determinar si el incremento en el contenido de proteína se relaciona con un mayor precio y, en consecuencia, evaluar su accesibilidad económica para distintos sectores de la población.

La industria alimentaria debe comunicar con claridad las características de sus productos y evitar que una sola propiedad se presente como evidencia suficiente de su calidad nutricional global. En los productos altos en proteína, frases como “alto en proteína” o “fuente de proteína” pueden hacer que el consumidor preste mayor atención a este nutriente y considere el producto como una opción más saludable. Aunque estas declaraciones pueden facilitar la identificación de una característica nutricional, también pueden generar una valoración parcial del alimento cuando la proteína se presenta como el principal indicador de calidad.

La información utilizada en la publicidad puede influir en la percepción y en las decisiones de compra de los consumidores (Steinhauser & Hamm, 2018; Livingstone

*et al.*, 2017). Por ello, resulta cuestionable que el contenido de proteína se utilice únicamente como un argumento comercial sin proporcionar una demostración general de la composición nutricional del producto.

## DISCUSIÓN

La tendencia hacia productos altos en proteína muestra que las necesidades y preferencias del consumidor pueden influir directamente en el desarrollo de nuevos alimentos. Sin embargo, a partir del análisis del valor nutricional, comercial, económico y ético, se puede considerar que la mejora del perfil proteico representa una alternativa con potencial dentro de la innovación alimentaria, siempre y cuando responda a una necesidad nutricional real y se incorpore sin comprometer otras características directas del alimento. Su valor no depende únicamente de aumentar la cantidad de proteína, sino también de la calidad que se está ofreciendo, su aporte dentro de la composición total del producto y las características del consumidor al que se dirige, además, pueden exigir modificaciones en propiedades como textura, solubilidad, estabilidad y aceptación sensorial, según la matriz y fuente proteica por lo que requiere una adecuada formulación.

Por otro lado, el crecimiento comercial de estos productos y el uso de declaraciones como “alto en proteína” pueden favorecer su diferenciación en el mercado, pero no constituyen por sí mismos una mayor

calidad nutricional. Además, es necesario considerar su accesibilidad económica y la forma en que se da a conocer su contenido nutricional, evitando que una sola característica sea utilizada para generar una percepción general de calidad nutricional. Finalmente, los datos analizados presentan limitaciones, ya que parte de los datos utilizados corresponden principalmente a consumidores y mercados estadounidenses, por lo que sus resultados no pueden atribuirse directamente a la población mexicana.

El interés del consumidor por aumentar su consumo de proteína no necesariamente implica que exista un conocimiento suficiente sobre las necesidades personales de este nutriente. De acuerdo con la IFIC Spotlight Survey: Americans' Perceptions of Protein y su encuesta realizada en mayo de 2025 a 1,000 adultos estadounidenses de 18 años o más, el 79% indicó no conocer dichos requerimientos de cuánta proteína debería consumir diariamente. Este resultado muestra una diferencia entre el interés por consumir proteína y el conocimiento sobre las cantidades necesarias, lo que puede dificultar que algunos consumidores valoren adecuadamente cuánto necesitan y cómo se relaciona la proteína con el resto de su alimentación. Por ello, el énfasis en un solo nutriente puede resultar insuficiente para evaluar la calidad nutricional de un alimento, especialmente cuando no se consideran otros componentes dentro de su composición.

Es importante reconocer que la tendencia no es negativa. El problema aparece cuando la proteína se convierte en el único criterio mediante el cual se juzga la calidad de un alimento. Un producto puede ser una fuente importante de proteína y, al mismo tiempo, requerir mejoras o cambios respecto a la composición nutricional global, abriendo una nueva ventana a no únicamente centrarse en el aumento proteico, sino en el avance tecnofuncional que permitan obtener productos equilibrados y aceptados tanto económica como nutricionalmente. Esto orienta la innovación hacia formulaciones que integren calidad nutricional, desempeño tecnológico, aceptación sensorial y accesibilidad económica.

## CONCLUSIONES

La tendencia de los productos altos en proteína representa una oportunidad de innovación dentro de la industria alimentaria; sin embargo, su desarrollo no debe centrarse únicamente en incrementar el contenido de este nutriente. La principal problemática identificada es la asociación entre “mayor contenido de proteína” y “mayor beneficio para la salud”, ya que esta relación puede generar una valoración parcial del producto cuando no se consideran las necesidades individuales del consumidor ni el resto de su composición. Por ello, el desarrollo de productos altos en proteína requiere un análisis y enfoque general que considere su calidad nutricional,

características tecnofuncionales, aceptación sensorial, necesidades del consumidor y aspectos económicos y comerciales. Por ello, la innovación en esta categoría puede representar un aporte para la industria alimentaria siempre y cuando el contenido de proteína sea considerado como parte del conjunto de características del alimento y no como un indicador único de su calidad nutricional.

El contenido proteico debe interpretarse con la calidad de la proteína, la composición global del alimento y las necesidades del consumidor. El reto para la industria consiste en desarrollar productos cuyo valor

nutricional y tecnológico respalde las expectativas que genera su comunicación comercial.

### **Declaración sobre uso de inteligencia artificial generativa**

Se utilizó inteligencia artificial como herramienta de apoyo para la recopilación y organización de información y datos específicos. Las fuentes y los datos utilizados fueron revisados por la autora, quien asumió la responsabilidad de su selección, interpretación y redacción final.

**Tabla 1.** Cantidad y densidad de proteína de los alimentos ricos en proteína que se consumen comúnmente.

| Alimento y preparación           | Base de comparación (g) | Proteína (g) | Energía (kcal) | Densidad proteica (g/100 kcal) |
|----------------------------------|-------------------------|--------------|----------------|--------------------------------|
| Pechuga de pollo, asada          | 100                     | 31.0         | 165            | 18.8                           |
| Atún enlatado en agua, escurrido | 100                     | 19.4         | 86             | 22.6                           |
| Salmón cocido                    | 100                     | 22.1         | 206            | 10.7                           |
| Huevo cocido                     | 100                     | 12.6         | 155            | 8.1                            |
| Yogur griego natural             | 100                     | 10.2         | 59             | 17.3                           |
| Lentejas cocidas                 | 100                     | 9.0          | 116            | 7.8                            |
| Almendras                        | 100                     | 21.2         | 579            | 3.7                            |
| Semillas de calabaza             | 100                     | 30           | 559            | 5.4                            |

## REFERENCIAS

- International Food Information Council (IFIC). 2025 IFIC Food & Health Survey. 2026. <https://ific.org/research/2025-ific-food-health-survey/>
- MedlinePlus. Proteína en la dieta. Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos. 2026. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002467.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Proteínas. s. f. <https://www.fao.org/nutrition/requirements/proteinas/es/>
- Pasiakos SM, Lieberman HR, Fulgoni VL. Sources and amounts of animal, dairy, and plant protein intake of US adults in 2007–2010. *Nutrients*. 2015;7(8):5322–5337 <https://doi.org/10.3390/nu7085322>
- Steinhauser, J., & Hamm, U. (2018). Consumer and product-specific characteristics influencing the effect of nutrition, health and risk reduction claims on preferences and purchase behavior: A systematic review. *Appetite*, 127, 303–323. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.05.012>
- Technavio. High Protein-based Food Market Analysis North America, Europe, APAC, South America, Middle East and Africa—US, China, France, Germany, Russia: Size and Forecast 2024–2028. 2024. <https://www.technavio.com/report/high-protein-based-food-market-industry-analysis>
- U.S. Department of Health and Human Services, U.S. Department of Agriculture. The Scientific Foundation for the Dietary Guidelines for Americans, 2025–2030. 2026. [https://cdn.realfood.gov/Scientific%20Report 1.8.26.pdf](https://cdn.realfood.gov/Scientific%20Report%201.8.26.pdf)

## NORMAS DE PUBLICACIÓN

Los autores que tengan interés en publicar en la revista VIDSUPRA del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Durango (CIIDIR-IPN-Durango), deberán ajustarse a los lineamientos establecidos para artículos científicos originales e inéditos.

Las contribuciones quedarán dentro de los siguientes tipos de trabajos:

- a) Resultados de investigación o experimentales
- b) Notas científicas
- c) Estudios de revisión
- d) Divulgación: monografía, ensayo, tesis, reflexión y crítica.

Los trabajos experimentales deberán presentar resultados originales de investigación, que no hayan sido previamente publicados. Se dividirán en las siguientes secciones:

**TÍTULO.** A continuación del título irán el (los) nombre (s) del (los) autor (es), y en seguida, el nombre de la institución donde se generó el trabajo.

**RESUMEN.** Deberá contener no más de 250 palabras. Establecerá brevemente el propósito del trabajo y los principales resultados y conclusiones. Evitar citas bibliográficas, abreviaciones no comunes, pero si son necesarias, deben ser definidas.

**PALABRAS CLAVE.** Serán de tres a cinco.

**ABSTRACT.** Deberá tener los mismos lineamientos que el RESUMEN

**KEY WORDS.** Serán de tres a cinco.

**INTRODUCCIÓN.** En esta sección se brindarán los antecedentes adecuados y se establecerán los objetivos del trabajo.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** Se deberá proporcionar el suficiente detalle del trabajo experimental y de campo para que el trabajo pueda ser reproducido. Métodos ya publicados se pueden indicar con una referencia.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

La discusión deberá incluir la significancia de los resultados.

**CONCLUSIONES**

**AGRADECIMIENTOS**

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.** Revisar un número reciente para consultar el estilo de la presentación de las referencias bibliográficas.

**Tablas y Figuras** se entregarán en archivos independientes con las siguientes características:

- Formato .jpg. de alta resolución y tamaño grande.
- Figuras, cuadros y fotografías deben ir en blanco y negro o escala de grises.
- Las tablas no deben llevar bordes verticales
- Los títulos respectivos no deben formar parte de la tabla o la figura.

## **ENTREGA DE DOCUMENTOS**

Los documentos originales se entregarán vía correo electrónico, en formato Word, a la dirección [vidsupra@gmail.com](mailto:vidsupra@gmail.com) dirigidos a la Dra. Liliana Wallander Compeán

La comisión editora se reserva los derechos para la selección y publicación de los trabajos.

Los artículos contenidos en la revista son de la responsabilidad exclusiva de los autores.

## **PROCEDIMIENTO**

Todos los trabajos que se envíen y cumplan con los lineamientos de este documento serán sometidos a revisión por parte de especialistas, con un estricto anonimato tanto de autores como de evaluadores.

La Coordinación Editorial se reserva el derecho de realizar la corrección de estilo y los cambios editoriales que considere necesarios para mejorar el trabajo.

Cada autor principal recibirá un ejemplar del número de la revista en que es publicado su artículo.

Toda correspondencia deberá dirigirse a:

**[vidsupra@gmail.com](mailto:vidsupra@gmail.com)**

Revista VID SUPRA, CIIDIR Unidad Durango  
Sigma No. 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II  
Durango, Dgo., México, 34220  
Tel. (618) 814 2091 y Fax (618) 814 4540  
Teléfono de red IPN (55) 5729 6000 Ext. 82615

Los autores son los únicos responsables del material, textos e imágenes que utilizan en sus respectivos trabajos, debiendo respetar siempre los derechos de autor de terceras personas, por lo que la Revista no se hace responsable de lo contenido en este tema respecto al trabajo de los autores.

# Central de **Instrumentación**

**Laboratorios de fisicoquímica  
y microbiología**

## Servicios

Análisis de alimentos  
Análisis de agua  
Análisis de suelos  
Análisis de bebidas con  
contenido alcohólico

## Acreditaciones

Entidad Mexicana de Acreditación  
Laboratorio de Ensayos  
COFEPRIS  
Laboratorio Tercero Autorizado



## Informes:

DRA. MARICELA ESTEBAN MENDEZ  
Coordinadora de la Central de Instrumentación CIIDIR IPN  
Unidad Durango  
Calle Sigma Núm. 119 Fracc. 20 de Nov. II  
Durango, Dgo. México. C.P.34220  
Tel (618) 814-20-91 Y 814 45 40 Extensiones: 82615 Y 82601  
Correo electrónico: ci\_dgo@ipn.mx