

TERRA LATINOAMERICANA

COMITÉ EDITORIAL

EDITOR EN JEFE

Dr. Bernardo Murillo Amador
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

COEDITOR

Dr. Luis Guillermo Hernández Montiel
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

EDITORES ASOCIADOS

Dra. Alejandra Nieto Garibay
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, BCS, México

Dra. Evangelina E. Quiñones Aguilar
CIATEJ Unidad Zapopan. Zapopan, Jalisco, México

Dr. Esteban Sánchez Chávez
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Hermosillo, Sonora, México

Dr. Fabián Fernández Luqueño
Cinvestav Unidad Saltillo. Saltillo, Coahuila, México

Dr. Fernando Ayala Niño
Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalpan de Baz, México

Dr. Fernando López Valdez
CIBA-IPN. Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala, México

Dr. Fidel Núñez-Ramírez
Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México

Dr. Francisco Bautista Zúñiga
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Morelia, Michoacán, México

Dr. Gelacio Alejo Santiago
Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit, México

Dr. Héctor Estrada Medina
Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México

Dr. Juan Carlos Noa Carrazana
Universidad Veracruzana (INBIOTECA). Xalapa, Veracruz, México

Dr. Juan Pedro Flores Margez
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Cd. Juárez, Chihuahua, México

Dr. Luis Alfredo Rodríguez Larramendi
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México

Dr. Pablo Preciado Rangel
ITT-UAAAN. Torreón, Coahuila, México

Dr. Pedro Antonio Núñez Ramos
IDIAF Santo Domingo, Republica Dominicana

Dr. Francisco Higinio Ruiz Espinoza
Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S., México

Dr. Antonio Juárez Maldonado
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México

Dr. Porfirio Juárez López
Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México

Dr. Roberto Gregorio Chiquito Contreras
Universidad Veracruzana Campus Xalapa. Xalapa, Veracruz, México

Dr. Gabriel Rincón Enríquez
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Zapopan, Jalisco, Mexico

Dra. Silvana Vero Méndez
Facultad de Química. Universidad de la República. Uruguay

Dra. María Cristina Nally
Universidad Nacional de San Juan. Argentina

Dra. Virginia Mercedes Pesce
Universidad Nacional de San Juan. Argentina

Dr. Luis Hernández Adame
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Dra. Ileana Vera Reyes
Centro de Investigación en Química Aplicada

Dr. Ronald Ernesto Ontiveros Capurata
Centro de Investigación en Química Aplicada

Dr. Jorge Víctor Prado Hernández
Universidad Autónoma Chapingo

M.C. Victor Camilo Pulido Blanco
MINCIENCIAS de Colombia

Dra. Elizabeth Urbina Sánchez
Universidad Autónoma del Estado de México

Dra. Circe Aidín Aburto González
Universidad Autónoma de Nayarit

Dra. Glenny López Rodríguez
Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, IDIAF

TERRA LATINOAMERICANA

EDITORES TÉCNICOS

- Dr. Benjamín Zamudio González.** INIFAP, Texcoco, Estado de México, México
Dr. David Cristóbal Acevedo. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México, México
Dra. Elizabeth Hernández Acosta. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México, México
Dr. Gerardo Cruz Flores. FES Zaragoza, UNAM, México
Dr. Marco Antonio Camacho Escobar. Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido. Oaxaca, México
Dr. Tomás Rivas García. CIBNOR. La Paz, BCS, México
Dr. Fermín Pascual Ramírez. Universidad Nacional Autónoma de México, México

EDITORES ESTADÍSTICOS

- Dr. Alejandro Palacios Espinosa.** Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, BCS, México
M. en C. Baltazar Corral Díaz. UACJ. Ciudad Juárez, Chihuahua, México
Dra. Gabriela Rodríguez Licea. UAEMéx Amecameca. Amecameca, Estado de México, México
Dr. Gustavo Ramírez Valverde. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México, México

EDITORES INVITADOS DE NÚMEROS ESPECIALES

- Dr. Juan José Reyes Pérez.** Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador
Dra. Rita Schwentesius Rindeman. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Estado de México, México
Dra. Verónica Ortega Baranda. Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca, México
Dr. Ramón Jaime Holguín Peña. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur
Dr. Fernando Abasolo Pacheco. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador
Dr. Edgar Iván Sánchez-Bernal. Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca, México
Dr. Víctor Manuel Ruíz Valdiviezo. Tecnológico Nacional de México campus Tuxtla Gutiérrez

EDITORES DE ESTILO EN INGLÉS

- Dra. Mariana Díaz Santana Iturríos.** Universidad Andrés Bello. Región Metropolitana, Santiago, Chile.
M. C. Diana Leticia Dorantes Salas. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México.

EDITOR DE FORMATO

Lic. Alejandro Rodríguez Barba

EDITOR DE FORMATO EMERITO

M. en C. Rosa María López Atilano

EQUIPO ADMINISTRATIVO

Lic. Alexandra Estrella Aguilar

WEBMASTER

Lic. Christopher Escalera de la Rosa

ASISTENTE DEL EDITOR

M. Sc. Ayenía Carolina Rosales Nieblas
Lic. Laura Ruiz Manjarrez

DIVULGACIÓN PARA ESPECIALISTAS DE SUELOS

M. en C. Nayelli Azucena Sigala Aguilar

FOTOGRAFÍA DE PORTADA

Ing. José Armando Maldonado Vázquez (Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca. México)

TERRA LATINOAMERICANA

CONSEJO EDITORIAL

NACIONAL

Dr. Enrique Troyo Diéguez. Cibnor, La Paz, B.C.S.
Dr. Alejandro Espinosa Calderón. INIFAP, Texcoco
Dr. Federico Antonio Gutiérrez Miceli. ITTG, Chiapas
Dr. Jaime Sahagún Castellanos. UACH, Texcoco
Dr. Jorge Etchevers Barra. COLPOS Montecillo, Texcoco
Dr. José Luis García Hernández. UJED, Durango
Dr. Ricardo David Valdez Cepeda. UACH, Zacatecas

INTERNACIONAL

Prof. Barbara de Lucia. Universidad de Bari, Italia
Prof. Cengiz Kaya. Universidad de Harran, Turquía
Prof. David Higgs. Universidad de Hertfordshire, Inglaterra
Prof. Hossein Azadi. Universidad de Ghent, Bélgica
Dr. Narciso Aguilera Marín. Universidad de Concepción.

CONSEJO DE EDITORES EMÉRITOS

NACIONAL

Dr. Antonio Turrent Fernández. INIFAP
Dr. Carlos A. Ortiz Solorio. COLPOS-Campus Montecillo
Dr. Gabriel Alcántar González. COLPOS-Campus Montecillo
Dr. Javier Z. Castellanos Ramos. Intagri, S.C. Celaya
M. C. Jorge Alvarado López. COLPOS-Campus Montecillo
Dr. Juan José Peña Cabriales. Cinvestav-Unidad Irapuato
Dra. Laura Bertha Reyes Sánchez. FES Cuautitlán, UNAM
Dr. Manuel Sandoval Villa. COLPOS-Campus Montecillo
Dra. Mariela Fuentes Ponce. UAM-Unidad Xochimilco
Dr. Ronald Ferrera Cerrato. COLPOS-Campus Montecillo

INTERNACIONAL

Dr. Bernardo Van Raij. Brasil
Dr. Christian Prat. Francia
Dr. Daniel Buschiazzo E. Argentina
Dr. Donald L. Suarez. Estados Unidos de América
Dr. Fernando Santibañez Quezada. Chile
Dra. Floria Bertsch Hernández. Costa Rica
Dr. Hari Eswaran. Estados Unidos de America
Dr. Héctor J. M. Morrás. Argentina
Dr. Jorge A. Delgado. Estados Unidos de America
Dr. José Luis Rubio. España
Dr. José Aguilar Ruiz. España
Dr. José M. Hernández Moreno. España
Dr. Juan F. Gallardo Lancho. España
Dr. Karl Stahr. Alemania
Dr. Narciso Pastor Saez. España
Dr. Poul Erik S. Jensen. Dinamarca
Dr. Rafael Villegas Delgado. Cuba
Dr. Winfried E. H. Blum. Australia

TERRA LATINOAMERICANA

EDITORIAL COMMITTEE

EDITOR IN CHIEF

Dr. Bernardo Murillo Amador
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

COEDITOR

Dr. Luis Guillermo Hernández Montiel
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

ASSOCIATED EDITORS

Dra. Alejandra Nieto Garibay
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, BCS, México

Dra. Evangelina E. Quiñones Aguilar
CIATEJ Unidad Zapopan. Zapopan, Jalisco, México

Dr. Esteban Sánchez Chávez
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Hermosillo, Sonora, México

Dr. Fabián Fernández Luqueño
Cinvestav Unidad Saltillo. Saltillo, Coahuila, México

Dr. Fernando Ayala Niño
Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalpan de Baz, México

Dr. Fernando López Valdez
CIBA-IPN. Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala, México

Dr. Fidel Núñez-Ramírez
Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México

Dr. Francisco Bautista Zúñiga
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Morelia, Michoacán, México

Dr. Gelacio Alejo Santiago
Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit, México

Dr. Héctor Estrada Medina
Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México

Dr. Juan Carlos Noa Carrazana
Universidad Veracruzana (INBIOTECA). Xalapa, Veracruz, México

Dr. Juan Pedro Flores Margez
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Cd. Juárez, Chihuahua, México

Dr. Luis Alfredo Rodríguez Larramendi
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México

Dr. Pablo Preciado Rangel
ITT-UAAAN. Torreón, Coahuila, México

Dr. Pedro Antonio Núñez Ramos
IDIAF Santo Domingo, Republica Dominicana

Dr. Francisco Higinio Ruiz Espinoza
Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S., México

Dr. Antonio Juárez Maldonado
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México

Dr. Porfirio Juárez López
Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México

Dr. Roberto Gregorio Chiquito Contreras
Universidad Veracruzana Campus Xalapa. Xalapa, Veracruz, México

Dr. Gabriel Rincón Enríquez
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Zapopan, Jalisco, Mexico

Dra. Silvana Vero Méndez
Facultad de Química. Universidad de la República. Uruguay

Dra. María Cristina Nally
Universidad Nacional de San Juan. Argentina

Dra. Virginia Mercedes Pesce
Universidad Nacional de San Juan. Argentina

Dr. Luis Hernández Adame
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Dra. Ileana Vera Reyes
Centro de Investigación en Química Aplicada

Dr. Ronald Ernesto Ontiveros Capurata
Centro de Investigación en Química Aplicada

Dr. Jorge Víctor Prado Hernández
Universidad Autónoma Chapingo

M.C. Victor Camilo Pulido Blanco
MINCIENCIAS de Colombia

Dra. Elizabeth Urbina Sánchez
Universidad Autónoma del Estado de México

Dra. Circe Aidín Aburto González
Universidad Autónoma de Nayarit

Dr. Glenni López Rodríguez
Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, IDIAF

TERRA LATINOAMERICANA

TECHNICAL EDITORS

- Dr. Benjamín Zamudio González.** INIFAP, Texcoco, Estado de México, México
Dr. David Cristóbal Acevedo. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México, México
Dra. Elizabeth Hernández Acosta. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México, México
Dr. Gerardo Cruz Flores. FES Zaragoza, UNAM, México
Dr. Marco Antonio Camacho Escobar. Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido. Oaxaca, México
Dr. Tomás Rivas García. CIBNOR. La Paz, BCS, México
Dr. Fermín Pascual Ramírez. Universidad Nacional Autónoma de México, México

STATISTICAL EDITORS

- Dr. Alejandro Palacios Espinosa.** Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, BCS, México
M. en C. Baltazar Corral Díaz. UACJ. Ciudad Juárez, Chihuahua, México
Dra. Gabriela Rodríguez Licea. UAEMéx Amecameca. Amecameca, Estado de México, México
Dr. Gustavo Ramírez Valverde. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México, México

GUEST EDITORS SPECIAL ISSUE

- Dr. Juan José Reyes Pérez.** Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador
Dra. Rita Schwentesius Rindeman. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Estado de México, México
Dra. Verónica Ortega Baranda. Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca, México
Dr. Ramón Jaime Holguín Peña. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur
Dr. Fernando Abasolo Pacheco. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador
Dr. Edgar Iván Sánchez-Bernal. Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca, México
Dr. Victor Manuel Ruíz Valdiviezo. Tecnológico Nacional de México campus Tuxtla Gutiérrez

ENGLISH EDITORS

- Dra. Mariana Díaz Santana Iturríos.** Universidad Andrés Bello. Región Metropolitana, Santiago, Chile.
M. C. Diana Leticia Dorantes Salas. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México.

FORMAT EDITOR

Lic. Alejandro Rodríguez Barba

EMERITUS FORMAT EDITOR

M. en C. Rosa María López Atilano

EDITORIAL STAFF

Lic. Alexandra Estrella Aguilar

WEBMASTER

Lic. Christopher Escalera de la Rosa

EDITOR'S ASSISTANTS

M. Sc. Ayenia Carolina Rosales Nieblas
Lic. Laura Ruiz Manjarrez

DIVULGATION FOR SOILS SPECIALIST

M. en C. Nayelli Azucena Sigala Aguilar

COVER PHOTOGRAPH

Ing. José Armando Maldonado Vázquez (Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca. México)

TERRA LATINOAMERICANA

EDITORIAL COUNCIL

NATIONAL

Dr. Enrique Troyo Diéguez. Cibnor, La Paz, B.C.S.
Dr. Alejandro Espinosa Calderón. INIFAP, Texcoco
Dr. Federico Antonio Gutiérrez Miceli. ITTG, Chiapas
Dr. Jaime Sahagún Castellanos. UACH, Texcoco
Dr. Jorge Etchevers Barra. COLPOS Montecillo, Texcoco
Dr. José Luis García Hernández. UJED, Durango
Dr. Ricardo David Valdez Cepeda. UACH, Zacatecas

INTERNATIONAL

Prof. Barbara de Lucia. Universidad de Bari, Italia
Prof. Cengiz Kaya. Universidad de Harran, Turquía
Prof. David Higgs. Universidad de Hertfordshire, Inglaterra
Prof. Hossein Azadi. Universidad de Ghent, Bélgica
Dr. Narciso Aguilera Marín. Universidad de Concepción.

EMERITUS EDITORS COUNCIL

NATIONAL

Dr. Antonio Turrent Fernández. INIFAP
Dr. Carlos A. Ortiz Solorio. COLPOS-Campus Montecillo
Dr. Gabriel Alcántar González. COLPOS-Campus Montecillo
Dr. Javier Z. Castellanos Ramos. Intagri, S.C. Celaya
M. C. Jorge Alvarado López. COLPOS-Campus Montecillo
Dr. Juan José Peña Cabriales. Cinvestav-Unidad Irapuato
Dra. Laura Bertha Reyes Sánchez. FES Cuautitlán, UNAM
Dr. Manuel Sandoval Villa. COLPOS-Campus Montecillo
Dra. Mariela Fuentes Ponce. UAM-Unidad Xochimilco
Dr. Ronald Ferrera Cerrato. COLPOS-Campus Montecillo

INTERNATIONAL

Dr. Bernardo Van Raij. Brasil
Dr. Christian Prat. Francia
Dr. Daniel Buschiazzo E. Argentina
Dr. Donald L. Suarez. Estados Unidos de América
Dr. Fernando Santibañez Quezada. Chile
Dra. Floria Bertsch Hernández. Costa Rica
Dr. Hari Eswaran. Estados Unidos de America
Dr. Héctor J. M. Morrás. Argentina
Dr. Jorge A. Delgado. Estados Unidos de America
Dr. José Luis Rubio. España
Dr. José Aguilar Ruiz. España
Dr. José M. Hernández Moreno. España
Dr. Juan F. Gallardo Lancho. España
Dr. Karl Stahr. Alemania
Dr. Narciso Pastor Saez. España
Dr. Poul Erik S. Jensen. Dinamarca
Dr. Rafael Villegas Delgado. Cuba
Dr. Winfried E. H. Blum. Australia

TERRA LATINOAMERICANA

Mesa Directiva de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo (2023-2025)

Dr. Fabián Fernández-Luqueño
Presidente
Cinvestav Saltillo

Dra. Dámaris Leopoldina Ojeda Barrios
Vicepresidente
Universidad Autónoma de Chihuahua

Dr. Hermes Pérez Hernández
Secretaría General
INIFAP

Dr. Oscar Cruz Álvarez
Secretaría de Eventos Nacionales e Internacionales
Universidad Autónoma de Chihuahua

M.C. Gabriel Alejandro Hernández Vallecillo
Secretaría de Acción Juvenil
Colegio de Postgraduados

M.C. Ramón Saúl Lujan Aguirre
Secretaría de Difusión y Comunicación Social
Universidad Autónoma de Chihuahua

Dra. Dulce Yaahid Flores Rentería
Tesorera
Investigadora por México-Cinvestav Saltillo

Dra. Miriam Galán Reséndiz
Secretaría de Relaciones Públicas
Universidad Autónoma Chapingo

M.C. Ricardo González Zavaleta
Secretaría de Promoción de Membresías
Universidad Autónoma de Guerrero

M.C. Sandra Monserrat Barragán Maravilla
Subsecretaría de Creación de Contenido Digital
Colegio de Postgraduados

Dr. Edgar Vázquez Núñez
Secretaría Técnica
Universidad Autónoma de Guanajuato
M.C. Iris del Carmen Morales Espinoza
Subsecretaría de Fomento a la Integración,
Promoción y Mercado; UAAAN

Dra. Rosalía del Carmen Castelan Vega
Secretaría de Educación y Enseñanza
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Dra. Susana González Morales
Secretaría de Gestión de Redes de Innovación
UAAAN

TERRA LATINOAMERICANA

Órgano Científico de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C.
Publicación continua, Volumen 43, AÑO 2025

ISSN ELECTRÓNICO 2395-8030

Los artículos publicados son responsabilidad absoluta de los autores. Se autoriza la reproducción parcial o total de esta revista, citándola como fuente de información.

Las contribuciones a esta revista deben enviarse en versión electrónica conforme a las Normas para Publicación en la Revista TERRA LATINOAMERICANA a:

<http://www.terralatinoamericana.org.mx>

Dirección Oficina:

Revista TERRA LATINOAMERICANA. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C.
Edificio del Departamento de Suelos
Universidad Autónoma Chapingo
Apartado Postal 45, 56230 Chapingo, Estado de México, México.

Teléfono: 59 59 52 17 21

TERRA LATINOAMERICANA

Board Mexican Society of Soil Science 2023-2025

Dr. Fabián Fernández-Luqueño
President
Cinvestav Saltillo

Dra. Dámaris Leopoldina Ojeda Barrios
Vice presidente
Universidad Autónoma de Chihuahua

Dr. Hermes Pérez Hernández
General Secretary
INIFAP

Dra. Dulce Yaahid Flores Rentería
Treasurer
Investigadora por México-Cinvestav Saltillo

Dr. Edgar Vázquez Núñez
Technical Secretary
Universidad Autónoma de Guanajuato
M.C. Iris del Carmen Morales Espinoza
Undersecretary for the Promotion of Integration,
Promotion and Market; UAAAN

Dr. Oscar Cruz Álvarez
Secretary of National Events and International
Universidad Autónoma de Chihuahua

Dr. Miriam Galán Reséndiz
Secretary of Public Relations
Universidad Autónoma Chapingo

M.C. Gabriel Alejandro Hernández Vallecillo
Secretary of Youth Action
Colegio de Postgraduados

M.C. Ricardo González Zavaleta
Membership Promotion Department
Universidad Autónoma de Guerrero

Dra. Rosalía del Carmen Castelán Vega
Secretary of Education and Teaching
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

M.C. Ramón Saúl Lujan Aguirre
Secretary of Diffusion and Social Communication
Universidad Autónoma de Chihuahua

M.C. Sandra Monserrat Barragán Maravilla
Undersecretary for Digital Content Creation
Colegio de Postgraduados

Dra. Susana González Morales
Innovation Network Management Secretary
UAAAN

TERRA LATINOAMERICANA

Scientific publication of the Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C.
Continuous publication, Volume 43, YEAR, 2025

ISSN 2395-8030 (Online)

The authors take full responsibility for the articles published. Partial or total reproduction of the content of this journal is authorized, as long as this publication is cited as the information source. When submitting articles to this journal an electronic version must be sent to:

<http://www.terralatinoamericana.org.mx>

Office address:

Revista TERRA LATINOAMERICANA, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.
Soils Department building
Universidad Autónoma Chapingo
Apartado Postal 45, 56230 Chapingo, Estado de México, México.

Telephone: +52 59 59 52 17 21
