

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, Tlalnepantla de Baz, México

Dr. Fernando López Valdez

CIBA-IPN. Tepetitla de Lardizabal, 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 Enriquez

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. Gabriela Medina Pérez

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Dra. Ileana Vera Reyes

Centro de Investigación en Química Aplicada

Dr. Ronald Ernesto Ontiveros Capurata

Centro de Investigación en Química Aplicada

Dr. Jorge Victor Prado Hernández

Universidad Autónoma Chapingo

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

EDITORES DE ESTILO EN INGLÉS

- Dra. Mariana Díaz Santana Iturriós.** 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. Cristopher Escalera de la Rosa

ASISTENTE DEL EDITOR

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

DIVULGACIÓN PARA ESPECIALISTAS DE SUELOS

M. Sc. Ayenía Carolina Rosales Nieblas

FOTOGRAFÍA DE PORTADA

M.C. Bonifacio Cano Mejía y Dr. Armando López Santos

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, Tlalnepantla de Baz, México

Dr. Fernando López Valdez

CIBA-IPN. Tepetitla de Lardizabal, 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 Enriquez

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. Gabriela Medina Pérez

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Dra. Ileana Vera Reyes

Centro de Investigación en Química Aplicada

Dr. Ronald Ernesto Ontiveros Capurata

Centro de Investigación en Química Aplicada

Dr. Jorge Victor Prado Hernández

Universidad Autónoma Chapingo

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

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. Sc. Ayenia Carolina Rosales Nieblas

COVER PHOTOGRAPH

M.C. Bonifacio Cano Mejía y Dr. Armando López Santos

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 2023-2025

Presidente	Dr. Fabián Fernández Luqueño
Vicepresidente	Dra. Dámaris Leopoldina Ojeda-Barrios
Secretaría General	Dra. Yunuen Tapia Torres
Tesorero	Dra. Dulce Yaahid Flores Rentería
Secretaría Técnica	Dr. Bruno Manuel Chávez Vergara
Secretaría de Eventos Nacionales e Internacionales	Dr. Julián Delgadillo Martínez
Secretaría de Relaciones Públicas	M.C. Miriam Galán Reséndiz
Secretaría de Acción Juvenil	Dr. Hermes Pérez Hernández
Secretaría de Educación y Enseñanza	Dra. Rosalía Castelán Vega

TERRA LATINOAMERICANA

Órgano Científico de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C.
Publicación continua, Volumen 42, AÑO 2024

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 2023-2025

President	Dr. Fabián Fernández Luqueño
Vicepresident	Dra. Dámaris Leopoldina Ojeda-Barríos
General Secretary	Dra. Yunuen Tapia Torres
Treasurer	Dra. Dulce Yaahid Flores Rentería
Technical Secretary	Dr. Bruno Manuel Chávez Vergara
Secretary of National Events and International	Dr. Julián Delgadillo Martínez
Secretary of Public Relations	M.C. Miriam Galán Reséndiz
Secretary of Youth Action	Dr. Hermes Pérez Hernández
Secretary of Education and Teaching	Dra. Rosalía Castelán Vega

TERRA LATINOAMERICANA

Scientific publication of the Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C.
Continuous publication, Volume 42, YEAR, 2024

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

TERRA LATINOAMERICANA

PUBLICACIÓN CONTINUA, VOLUMEN 42, AÑO 2024

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

Terra Latinoamericana es una publicación continua de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. y tiene como finalidad difundir la investigación edafológica generada en el ámbito latinoamericano.

Terra Latinoamericana está incluida en el índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACyT.

Terra Latinoamericana ha sido aceptada para su inclusión en Scopus.

Terra Latinoamericana está incluida en la red de colecciones de revistas científicas SciELO México.

Terra Latinoamericana está incluida en la Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal (REDALyC).

Terra Latinoamericana está incluida en la lista de revistas de acceso libre, científicas y académicas del Directory of Open Access Journals (DOAJ).

Terra Latinoamericana está incluida en la base de datos de EBSCO Information Services.

Terra Latinoamericana está indizada en AGRIS (FAO), AGRICOLA (USDA), CAB ABSTRACTS y PERIODICA.

TERRA LATINOAMERICANA

CONTINUOUS PUBLICATION, VOLUME 42, YEAR, 2024

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

Terra Latinoamericana is a continuous publication of the Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. and its purpose is to disseminate the edaphological research generated in the Latin American area.

Terra Latinoamericana is included in the CONACyT Index of Mexican Journals of Scientific and Technological Research.

Terra Latinoamericana has been accepted for inclusion in Scopus.

Terra Latinoamericana is included in the network of scientific journals SciELO Mexico.

Terra Latinoamericana is included in the Network of Scientific Journals of Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal (REDALyC).

Terra Latinoamericana is included in the list of free, scientific and academic journals of the Directory of Open Access Journals (DOAJ).

Terra Latinoamericana is included in the database of EBSCO Information Services.

Terra Latinoamericana is indexed in AGRIS (FAO), AGRICOLA (USDA), CAB ABSTRACTS and PERIODICA.