

# TERRA LATINOAMERICANA

## COMITÉ EDITORIAL

### EDITOR EN JEFE

**Dr. Bernardo Murillo Amador**

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

### COEDITOR

**Dr. Enrique Troyo Diéguez**

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. Claudia Isabel Hidalgo Moreno**

Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México, México

**Dr. David Cristóbal Acevedo**

Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México, México

**Dr. Edgar Iván Sánchez Bernal**

Universidad del Mar, UMAR, Puerto Ángel, Huatulco, Puerto Escondido, SUNE0, Oaxaca

**Dr. Edgar Omar Rueda Puente**

Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México

**Dra. Elizabeth Hernández Acosta**

Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México, México

**Dra. Evangelina E. Quiñones Aguilar**

CIATEJ Unidad Zapopan. Zapopan, Jalisco, México

**Dr. Fabián Fernández Luqueño**

Cinvestav Unidad Saltillo. Saltillo, Coahuila, México

**Dr. Fernando Ayala Niño**

Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalneantla 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. Gelacio Alejo Santiago**

Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit, 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 Guillermo Hernández Montiel**

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, BCS, México

**Dr. Pablo Preciado Rangel**

ITT-UAAAN. Torreón, 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

**Dra. Rosalba Mireya Hernández Herrera**

CUCBA Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México

### EDITORES TÉCNICOS

**Dr. Benjamín Zamudio González.** INIFAP, Texcoco, Estado de México, México

**Dr. Carlos Michel Ojeda Silvera.** Estancia Posdoctoral Proyecto CONACYT

**Dra. Daulemys Batista Sánchez.** CIBNOR. La Paz, BCS, México

**Dr. Marco Antonio Camacho Escobar.** Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido. Oaxaca, México

**Dr. Tomás Rivas García.** CIBNOR. La Paz, BCS, 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

---

# TERRA LATINOAMERICANA

## EDITORES DE ESTILO EN INGLÉS

Mtra. Diane Fumiko Miyoshi Udo; Dra. Mariana Díaz Santana Iturríos; M. C. Diana Leticia Dorantes Salas;  
M. C. Raquel Inés Enriquez Espinosa; Patrick Bennett Weill

## EDITORA DE FORMATO

M. en C. Rosa María López Atilano

## EQUIPO ADMINISTRATIVO

Lic. Alexandra Estrella Aguilar

## WEBMASTER

Lic. Cristopher Escalera de la Rosa

## ASISTENTES DEL EDITOR

Ing. Arely Zulema Sánchez Burquez, Ing. Kassandra Margarita Rodríguez Macías

## FOTOGRAFÍA DE PORTADA

Rosa María López Atilano

---

## CONSEJO EDITORIAL

### NACIONAL

**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, Chile

---

## CONSEJO DE EDITORES EMÉRITOS

### NACIONAL

**Dr. Antonio Turrent Fernández.** INIFAP  
**Dr. Carlos Ortiz Solorio.** COLPOS-Campus Montecillo  
**Dr. David Espinosa Victoria.** COLPOS-Campus Montecillo  
**Dr. Enrique Palacios Vélez.** 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 Cabriaes.** Cinvestav-Unidad Irapuato  
**Dra. Laura Bertha Reyes Sánchez.** FES Cuautitlán, UNAM  
**Dr. Manuel Anaya Garduño.** COLPOS-Campus Montecillo  
**Dr. Manuel Sandoval Villa.** COLPOS-Campus Montecillo  
**Dra. Mariela Fuentes Ponce.** UAM-Unidad Xochimilco  
**Dr. Ronald Ferrera Cerrato.** COLPOS-Campus Montecillo

### INTERNACIONAL

**Dr. Alberto Hernández.** Cuba  
**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 Esvaran.** Estados Unidos de América  
**Dr. Héctor J. M. Morrás.** Argentina  
**Dr. Jorge A. Delgado.** Estados Unidos de América  
**Dr. José Aguilar Ruiz.** España  
**Dr. José Luis Rubio.** 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. Renato Grez Z.** Chile  
**Dr. Walter Luzio Leighton.** Chile  
**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. Enrique Troyo Diéguez**

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. Claudia Isabel Hidalgo Moreno**

Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México, México

**Dr. David Cristóbal Acevedo**

Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México, México

**Dr. Edgar Iván Sánchez Bernal**

Universidad del Mar, UMAR, Puerto Ángel, Huatulco, Puerto Escondido, SUNE0, Oaxaca

**Dr. Edgar Omar Rueda Puente**

Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México

**Dra. Elizabeth Hernández Acosta**

Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México, México

**Dra. Evangelina E. Quiñones Aguilar**

CIATEJ Unidad Zapopan. Zapopan, Jalisco, México

**Dr. Fabián Fernández Luqueño**

Cinvestav Unidad Saltillo. Saltillo, Coahuila, México

**Dr. Fernando Ayala Niño**

Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalneantla 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. Gelacio Alejo Santiago**

Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit, 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 Guillermo Hernández Montiel**

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, BCS, México

**Dr. Pablo Preciado Rangel**

ITT-UAAAN. Torreón, 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

**Dra. Rosalba Mireya Hernández Herrera**

CUCBA Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México

### TECHNICAL EDITORS

**Dr. Benjamín Zamudio González.** INIFAP, Texcoco, Estado de México, México

**Dr. Carlos Michel Ojeda Silvera.** Estancia Posdoctoral Proyecto CONACYT

**Dra. Daulemys Batista Sánchez.** CIBNOR. La Paz, BCS, México

**Dr. Marco Antonio Camacho Escobar.** Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido. Oaxaca, México

**Dr. Tomás Rivas García.** CIBNOR. La Paz, BCS, 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

---

# TERRA LATINOAMERICANA

## ENGLISH EDITORS

Mtra. Diane Fumiko Miyoshi Udo; Dra. Mariana Díaz Santana Iturríos; M. C. Diana Leticia Dorantes Salas;  
M. C. Raquel Inés Enriquez Espinosa; Patrick Bennett Weill

## 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

Ing. Arely Zulema Sánchez Burquez, Ing. Kassandra Margarita Rodríguez Macías

## COVER PHOTOGRAPH

Rosa María López Atilano

---

## EDITORIAL COUNCIL

### NATIONAL

**Dr. Alejandro Espinosa Calderón.** INIFAP, Texcoco  
**Dr. Federico Antonio Gutiérrez Miceli.** ITTG, Chiapas  
**Dr. Jaime Sahagún Castellanos.** UACH, Texcoco  
**Dr. Jorge Echevers Barra.** COLPOS Montecillo, Texcoco  
**Dr. José Luis García Hernández.** UJED, Durango  
**Dr. Ricardo David Valdez Cepeda.** UACH, Zacatecas

### INTERNATIONAL

**Prof. Barbara de Lucia.** University of Bari, Italy  
**Prof. Cengiz Kaya.** Harran University, Turkey  
**Prof. David Higgs.** University of Hertfordshire, England  
**Prof. Hossein Azadi.** University of Ghent, Belgium

---

## EMERITUS EDITORS COUNCIL

### NATIONAL

**Dr. Antonio Turrent Fernández.** INIFAP  
**Dr. Carlos Ortiz Solorio.** COLPOS-Campus Montecillo  
**Dr. David Espinosa Victoria.** COLPOS-Campus Montecillo  
**Dr. Enrique Palacios Vélez.** 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 Cabriaes.** Cinvestav-Unidad Irapuato  
**Dra. Laura Bertha Reyes Sánchez.** FES Cuautitlán, UNAM  
**Dr. Manuel Anaya Garduño.** COLPOS-Campus Montecillo  
**Dr. Manuel Sandoval Villa.** COLPOS-Campus Montecillo  
**Dra. Mariela Fuentes Ponce.** UAM-Unidad Xochimilco  
**Dr. Ronald Ferrera Cerrato.** COLPOS-Campus Montecillo

### INTERNATIONAL

**Dr. Alberto Hernández.** Cuba  
**Dr. Bernardo Van Raij.** Brazil  
**Dr. Christian Prat.** France  
**Dr. Daniel Buschiazzo E.** Argentina  
**Dr. Donald L. Suarez.** United States of America  
**Dr. Fernando Santibañez Quezada.** Chile  
**Dra. Floria Bertsch Hernández.** Costa Rica  
**Dr. Hari Eswaran.** United States of America  
**Dr. Héctor J. M. Morrás.** Argentina  
**Dr. Jorge A. Delgado.** United States of America  
**Dr. José Aguilar Ruiz.** Spain  
**Dr. José Luis Rubio.** España  
**Dr. José M. Hernández Moreno.** Spain  
**Dr. Juan F. Gallardo Lancho.** Spain  
**Dr. Karl Stahr.** Germany  
**Dr. Narciso Pastor Saez.** Spain  
**Dr. Poul Erik S. Jensen.** Denmark  
**Dr. Rafael Villegas Delgado.** Cuba  
**Dr. Renato Grez Z.** Chile  
**Dr. Walter Luzio Leighton.** Chile  
**Dr. Winfried E. H. Blum.** Australia

---

# TERRA LATINOAMERICANA

## MESA DIRECTIVA 2020-2022

Presidente	<b>Dr. Javier Z. Castellanos Ramos</b>
Vicepresidente	<b>Dr. Otilio Arturo Acevedo Sandoval</b>
Tesorero	<b>M. en C. Javier Bello Hernández</b>
Secretario Técnico	<b>Dr. Fabián Fernández Luqueño</b>
Secretario General	<b>Dr. Anacleto Sosa Baldivia</b>
Secretaria de Eventos Nacionales e Internacionales	<b>Dra. Aurelia Mendoza Gómez</b>

### **TERRA LATINOAMERICANA**

Órgano Científico de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C.  
Enero - Marzo de 2020 Volumen 38 · Número 1

### **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:** 595 95 2 17 21

---

# TERRA LATINOAMERICANA

BOARD 2020-2022

President	<b>Dr. Javier Z. Castellanos Ramos</b>
Vicepresident	<b>Dr. Otilio Arturo Acevedo Sandoval</b>
Treasurer	<b>M. en C. Javier Bello Hernández</b>
Technical Secretary	<b>Dr. Fabián Fernández Luqueño</b>
General Secretary	<b>Dr. Anacleto Sosa Baldivia</b>
Secretary of National Events and International	<b>Dra. Aurelia Mendoza Gómez</b>

## **TERRA LATINOAMERICANA**

Scientific publication of the Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C.  
January - March, 2020 Volume 38 · Number 1

**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:** +52 595 952 17 21

---