

# 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

**Dr. Alfonso Andrés Cortez Lara**

El Colegio de la Frontera Norte. Tijuana, Baja California, 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 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 López Valdez**

CIBA-IPN. Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala, 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. Carlos Michel Ojeda Silvera** (Estancia Posdoctoral Proyecto CONACYT)

**Dr. Gerzain Avilés Polanco** (Profesor Investigador, UABCS)

**Dr. Marco Antonio Camacho Escobar** (Universidad del Mar Campus Puerto Escondido)

**Dr. Yuneisy Milagro Agüero Fernández** (Estancia Posdoctoral Proyecto CONACYT)

### 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 DE ESTILO EN INGLÉS

**Mtra. Diane Fumiko Miyoshi Udo**

**Dra. Mariana Díaz Santana Iturríos**

**Dr. Miguel Víctor Córdoba Matson**

---

# TERRA LATINOAMERICANA

## EDITORA DE FORMATO

M. en C. Rosa María López Atilano

## WEBMASTER

Lic. Christopher 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

---

## 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 Cabriales.** 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 Eswaran.** Estados Unidos de America  
**Dr. Héctor J. M. Morrás.** Argentina  
**Dr. Jorge A. Delgado.** Estados Unidos de America  
**Dr. José Aguilar Ruiz.** España  
**Dr. José M. Hernández Moreno.** España  
**Dr. Juan F. Gallardo Lanchó.** 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

**Dr. Alfonso Andrés Cortez Lara**

El Colegio de la Frontera Norte. Tijuana, Baja California, 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 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 López Valdez**

CIBA-IPN. Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala, 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. Carlos Michel Ojeda Silvera** (Estancia Posdoctoral Proyecto CONACYT)

**Dr. Gerzain Avilés Polanco** (Profesor Investigador, UABCS)

**Dr. Marco Antonio Camacho Escobar** (Universidad del Mar Campus Puerto Escondido)

**Dr. Yuneisy Milagro Agüero Fernández** (Estancia Posdoctoral Proyecto CONACYT)

### 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

### ENGLISH EDITORS

**Mtra. Diane Fumiko Miyoshi Udo**

**Dra. Mariana Díaz Santana Iturríos**

**Dr. Miguel Víctor Córdoba Matson**

---

# TERRA LATINOAMERICANA

## FORMAT EDITOR

M. en C. Rosa María López Atilano

## WEBMASTER

Lic. Cristopher Escalera de la Rosa

## EDITOR'S ASSISTANTS

Ing. Arelly Zulema Sánchez Burquez  
Ing. Cassandra 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 Etchevers 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 Cabriales.** 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 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 2018-2020

|   |   |
|---|---|
| Presidente  | <b>Dr. Juan Pedro Flores Margez</b>       |
| Vicepresidente  | <b>Dr. Javier Z. Castellanos Ramos</b>    |
| Secretaria General                                    | <b>Dra. Claudia Isabel Hidalgo Moreno</b> |
| Tesorera  | <b>M. en C. Baltazar Corral Díaz</b>      |
| Secretario de Relaciones Públicas                     | <b>Dr. Gerardo Cruz Flores</b>            |
| Secretario Técnico                                    | <b>Dr. Jorge López Collado</b>            |
| Secretario de Eventos Nacionales<br>e Internacionales | <b>Dr. Pedro Osuna Ávila</b>              |
| Coordinadora de Comités de Apoyo                      | <b>Dra. Catarina Loredó Osti</b>          |
| Primer Vocal  | <b>Dra. Elizabeth Hernández Acosta</b>    |
| Segundo Vocal   | <b>Dr. Pablo Preciado Rangel</b>          |

### **TERRA LATINOAMERICANA**

Órgano Científico de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C.  
Abril - Junio de 2019 Volumen 37 · Número 2

### **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 TERRALATINOAMERICANA. 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:** 01(595) 95 2 17 21

---

# TERRA LATINOAMERICANA

## BOARD 2018-2020

|   |   |
|---|---|
| President                                       | <b>Dr. Juan Pedro Flores Margez</b>                                       |
| Vicepresident                                   | <b>Dr. Javier Z. Castellanos Ramos</b>                                    |
| Secretary                                       | <b>Dra. Claudia Isabel Hidalgo Moreno</b>                                 |
| Treasurer                                       | <b>M. en C. Baltazar Corral Díaz</b>                                      |
| Public Relations                                | <b>Dr. Gerardo Cruz Flores</b>  |
| Technical Adviser                               | <b>Dr. Jorge López Collado</b>  |
| National and International Event<br>Coordinator | <b>Dr. Pedro Osuna Ávila</b>  |
| Support Committee                               | <b>Dra. Catarina Loredo Osti</b>  |
| Voters  | <b>Dr. Elizabeth Hernández Acosta</b><br><b>Dr. Pablo Preciado Rangel</b> |

### **TERRA LATINOAMERICANA**

Scientific publication of the Mexican Society of Soil Science  
April - June, 2019 Volume 37 · Number 2

### **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

---