



Revista

# MINERVA

**VOL. 6, NÚM. 2 2023**  
**NÚMERO ESPECIAL**  
**INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**ISSN 2521-9794**



**UNIVERSIDAD  
DE EL SALVADOR**



**SIC-UES**

Secretaría de Investigaciones Científicas  
de la Universidad de El Salvador

## REVISTA MINERVA

### Revista Científica Multidisciplinaria

Volumen 6, Número 2

Número Especial Ingeniería Eléctrica

ISSN 2521-8794

<https://minerva.sic.ues.edu.sv>

### Universidad de El Salvador

Secretaría de Investigaciones Científicas. Final  
Avenida Héroes y Mártires del 30 de Julio de 1975,  
Ciudad Universitaria "Dr. Fabio Castillo Figueroa",  
San Salvador, El Salvador.

### Teléfono:

+503 2225-8434

### Correo electrónico:

[revista.minerva@ues.edu.sv](mailto:revista.minerva@ues.edu.sv)

### Periodicidad:

Se publica semestralmente, con dos números  
anuales correspondientes a los períodos enero-junio  
y julio-diciembre.

### Objetivo:

Difundir investigaciones inéditas y originales, de  
calidad científica, elaboradas por los miembros de  
la comunidad académica y profesional nacional e  
internacional.

### Alcance:

Revista Minerva cumple con los principios de  
acceso abierto. Publica artículos científicos de las  
diferentes áreas del conocimiento entre ellas la  
Física, la Química, la Biología, las Matemáticas,  
Ciencias Ambientales, Ciencias Sociales, Ciencias  
Humanísticas, Medicina, Ingeniería, entre otras. La  
revista acepta artículos de investigación, revisión y  
reflexión en español.

### ACLARATORIA

LAS IDEAS Y OPINIONES CONTENIDAS  
EN LOS TRABAJOS Y ARTÍCULOS SON DE  
RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DE LOS AUTORES  
Y NO EXPRESAN NECESARIAMENTE EL PUNTO DE  
VISTA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.



MINERVA es una revista con  
licencia creative commons 4.0  
CC BY: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

## AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

**Ing. Agr. M.Sc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla**  
Rector

**Dra. Evelyn Beatriz Farfan Mata**  
Vicerrectora Académica

**M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado**  
Vicerrector Administrativo

**Lic. Pedro Rosalío Escobar Castaneda**  
Secretario General

**Lic. Carlos Amilcar Serrano Rivera**  
Fiscal General

**M.Sc. Carlos Armando Villalta**  
Presidenta Asamblea General Universitaria (AGU)

**Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas**  
Secretario de Investigaciones Científicas; Director  
Ejecutivo del Consejo de Investigaciones Científicas

## COMITÉ TÉCNICO

**Director Editor**  
Isidro Galileo Romero  
[isidro.romero@ues.edu.sv](mailto:isidro.romero@ues.edu.sv)

**Correctores de Estilo**  
Cristina Isabel Guzmán Cruz  
[cristina.guzman@ues.edu.sv](mailto:cristina.guzman@ues.edu.sv)

Selvin Mauricio Montano Quintanilla  
[selvin.montano@ues.edu.sv](mailto:selvin.montano@ues.edu.sv)

**Edición Adjunta y Maquetación**  
Ever Martínez  
[ever.martinez@ues.edu.sv](mailto:ever.martinez@ues.edu.sv)

Saul Antonio Vega  
[saul.vega@ues.edu.sv](mailto:saul.vega@ues.edu.sv)

**Soporte Técnico**  
Saul Antonio Vega  
[saul.vega@ues.edu.sv](mailto:saul.vega@ues.edu.sv)

---

## COMITÉ EDITORIAL

### **Brenda Iliana Gallegos**

Docente de Educación Alimentaria y Nutricional, Facultad de Medicina, Universidad de El Salvador

### **Dagoberto Pérez**

Docente de Cultivos Anuales, Departamento de Ciencias Agronómicas, Facultad Multidisciplinaria Paracentral, Universidad de El Salvador

### **David A. Hernández**

Coordinador Becas de Posgrado, Universidad de El Salvador

### **Evelin P. Gutiérrez de Doradea**

Investigadora, Unidad de Investigación, Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales, Universidad de El Salvador

### **José Roberto Ramos López**

Docente, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de El Salvador

### **Rudis Yilmar Flores**

Docente Investigador, Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador

### **Mario Ernesto Parada Jaco**

Laboratorio de Parasitología Vegetal. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA)

### **Luis Pineda**

Técnico en Gestión de Cuencas y Humedales. Autoridad Científica en Fauna Silvestre - CITES. Dirección General de Ecosistemas y Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MARN, El Salvador

## COMITÉ CIENTÍFICO

### **Andrea L. Joyce**

Assistant Professor, University of California, Merced. Estados Unidos

### **Ignacio Aisur Agudo Padrón**

Gerente Investigador Projeto "Avulsos Malacológicos - AM", Florianópolis, Santa Catarina / SC, Brasil

### **James Iffland**

Professor in the Languages department at Boston University

### **José Rutilio Quezada**

Consultor Internacional. Manejo Integrado de Plagas y Control Biológico, Estados Unidos

### **Luis A. Mejía**

Adjunct Professor, Department of Food Science and Human Nutrition University of Illinois, Urbana-Champaign

### **Mónica Lara Uc**

Profesora Investigadora, Universidad Autónoma de Baja California Sur, México

### **Paul Almeida**

Professor and Chair of Sociology, University of California, Merced. Estados Unidos

### **Pedro José Toruño**

Profesor, Departamento de Agroecología, Escuela de Ciencia Agraria y Veterinaria, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-LEÓN)

### **Randy Atencio Valdespino**

Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá

### **Tania Vianney Gutiérrez Santillán**

Estancia Postdoctoral, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México

### **Víctor D. Carmona-Galindo**

Professor, Biology Department, Natural Science Division, University of La Verne, La Verne, California, USA

### **William R. Fowler**

Cross College Scholar, Founder and Editor-in-Chief, Ancient Mesoamerica, Associate Professor, Department of Anthropology / Vanderbilt University. Estados Unidos

### **Carmen Aída Escobar Ramírez**

Profesora-Investigadora, Universidad Autónoma de Nuevo León, México

## REVISTAS CONSORCIADAS

### **Revista Iberoamericana Ambiente y Sustentabilidad**

Red Iberoamericana de Medio Ambiente (REIMA, A.C.) y Pan American Foundation for International Cooperation for Sustainable Development

**NOTAS TÉCNICAS | TECHNICAL REPORTS**

---

**Análisis Comparativo del uso de aceite mineral y aceite vegetal en transformadores de distribución****5**

Comparative Analysis of the Use of Mineral Oil and Vegetable Oil in Distribution Transformers

Amigdael Osmir Calderón Cerna, Juan Ernesto Pérez Lúe, Ramiro Moisés Pérez Mendoza, Kevin Rolando Sánchez Yescas, Armando Martínez Calderón

**Diseño e Implementación de un Generador de Huecos de Tensión para Pruebas de Robustez****19**

Design and Implementation of a Voltage Dip Generator for Robustness Tests

Byron Cantor Pérez, Cristóbal Isaías Chafoya Castro, Víctor Salomón Sagastume Peñate, Josué Geovanni Lúe González, José Roberto Ramos López

**Integración de servicios de ciberseguridad y enrutamiento usando software libre basado en pfSense****31**

Integration of cybersecurity and routing services using free software based on pfSense

Josue Daniel Osorto-Rivera, Oscar Rene Miranda Urbina, Carlos Osmin Pocasangre Jimenez