



Revista

MINERVA

VOL. 3, NÚM. 2
JULIO / DICIEMBRE 2020
ISSN 2521-8794

**UNIVERSIDAD DE
EL SALVADOR**



SIC-UES

Secretaría de Investigaciones Científicas
de la Universidad de El Salvador

REVISTA MINERVA Revista Científica Multidisciplinaria

Volumen 3, Número 2
Julio-diciembre de 2020
ISSN 2521-8794
<https://minerva.sic.ues.edu.sv>

Universidad de El Salvador

Secretaría de Investigaciones Científicas
Final Avenida 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

Periodicidad:

Se publica semestralmente, con dos números anuales correspondientes a los períodos de 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, Ingenierías, entre otras. La revista acepta artículos de investigación, revisión y reflexión en español e inglés.

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

M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado
Rector

PhD. Raúl Ernesto Azcúnaga López
Vicerrector Académico

Ing. Agr. M.Sc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla
Vicerrector Administrativo

Ing. Francisco Antonio Alarcón Sandoval
Secretario General

Lic. Rafael Humberto Peña Marín
Fiscal General

Lic. Iván Hernández
Presidente Asamblea General Universitaria (AGU)

Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas
Secretario de Investigaciones Científicas (SIC-UES);
Director Ejecutivo del Consejo de Investigaciones Científicas (CIC-UES)

COMITÉ EDITORIAL

Director Editorial
Isidro Galileo Romero Castro
isidro.romero@ues.edu.sv

Editor Gráfico
Luis Alberto Sánchez Alfaro
luis.alfaro@ues.edu.sv

Editor Digital
Saúl Antonio Vega Baires
saul.vega@ues.edu.sv

Correctores de Estilo
Andrea Veraliz Delgado de Martínez
andrea.salazar@ues.edu.sv

Cristina Isabel Guzmán Cruz
cristina.guzman@ues.edu.sv

Selvin Mauricio Montano Quintanilla
selvin.montano@ues.edu.sv

COMITÉ CIENTÍFICO

Miembros UES

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

Unidad de Becas de Posgrado para el Exterior, 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

Ruth Fernández de Quezada

Docente, Facultad de Odontología, Universidad de El Salvador

Miembros externos a la institución

Andrea L. Joyce

Assistant Professor, University of California, Merced. Estados Unidos

Ignacio Aisur Agudo Padrón

Gerente Investigador Proyecto "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

Luis Pineda

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

Mario Ernesto Parada Jaco

Gerente de Investigación y Desarrollo Tecnológico Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal

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

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

Associate Professor and Director of Sustainability, College of Engineering and Science, University of Detroit Mercy. Estados Unidos

William R. Fowler

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

Contenido

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	7
Toxicidad sub crónica y actividad analgésica <i>in vivo</i> del extracto clorofórmico de las hojas de <i>Calea urticifolia</i> (Juanislama)	9
Silvia E. Martínez, Juan Pablo Sánchez-Pérez, Yenny Montalbetti Moreno, Gonzalo Toloza, Noel Avalos, María L. Kennedy, José C. Mejía-Valencia, Morena L. Martínez, Marvin J. Núñez, Miguel A. Moreno	
Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante en frutos de la flora salvadoreña	21
Mónica M. Rivas, Josué Zaldaña, Alex Gálvez, Ulises G. Castillo, Jenny Menjivar, Morena L. Martínez, Marvin J. Nuñez	
Evidencia de citrato de sildenafil en formulaciones herbolarias afrodisíacas comercializadas en San Salvador, El Salvador, por metodología HPLC-DAD y RMN 1H	34
Josué R. Villacorta, David A. Servellónm, Isabel L. Bazzocchi, David Torres-Romero	
Análisis de la recarga potencial del acuífero superficial en Isla de Méndez, Jiquilisco, Usulután	46
César Armando Alvarado-Batres	
Evaluación de propiedades físicas, químicas e hidrológicas en suelos manejados con maíz (<i>Zea mays</i>) y cinco programas de fertilización, La Montañona, Chalatenango, El Salvador	60
Brenda Roxana García-Rivera, Efraín Antonio Rodríguez-Urrutia, Ada Yanira Arias-de Linares, Marcia Lizeth Barrera-de Calderón, Sean Patrick Kearney	
Información sobre algunas aves que anidan en El Salvador	74
Néstor Herrera-Serrano, Susana J. Vásquez	
Perspectivas sobre utilización de criptomonedas para el financiamiento del endeudamiento público de la República de El Salvador	92
Kimberly Michelle Sandoval-Guzmán, Mardo Iván López-Ortega, Pedro Ernesto Domínguez-Rivera, Nelson Ernesto Rivera-Díaz	
Challenges involved in the Localization of the Sustainable Developments Goals in El Salvador Between 2015-19 and for Implementing the 2030 Agenda	106
Lisandro Pérez-Hernández, Antonio Caballer-Miedes	
ESTUDIO DE CASOS	124
El aborto y el sistema penal en El Salvador: Una mirada desde los estudios críticos del Derecho	125
Mirian Meléndez	
NOTA TÉCNICA	138
Nueva localidad del mosquero cardenal (<i>Pyrocephalus rubinus</i>, [Boddaert, 1783]) en El Salvador	139
Luis Pineda, Elena González, Juan Pérez	
ARTÍCULOS DE REVISIÓN	145
Surgimiento y desarrollo del posgrado en la Universidad de El Salvador: 1977-2010	147
Hugo Ernesto Figueroa-Morán	
La reforma universitaria en El Salvador: contexto social y político 1963-1980	166
Luis Antonio Tobar-Quintero	
DIRECTRICES PARA AUTORES	175

Content

SCIENTIFIC ARTICLES	7
Sub-chronic toxicity and <i>in vivo</i> analgesic activity of the chlorophormal extract of <i>Calea urticifolia</i> (Juanislama) leaves	9
Silvia E. Martínez, Juan Pablo Sánchez-Pérez, Yenny Montalbetti Moreno, Gonzalo Toloza, Noel Avalos, María L. Kennedy, José G. Mejía-Valencia, Morena L. Martínez, Marvin J. Núñez, Miguel A. Moreno	
Content of total phenols and antioxidant activity in fruits of the Salvadoran flora	21
Mónica M. Rivas, Josué Zaldaña, Alex Gálvez, Ulises C. Castillo, Jenny Menjivar, Morena L. Martínez, Marvin J. Nuñez	
Evidence of sildenafil citrate in aphrodisiac herbal formulations marketed in San Salvador El Salvador, by HPLC-DAD and NMR 1H methodology	34
Josué R. Villacorta, David A. Servellónm, Isabel L. Bazzocchi, David Torres-Romero	
Analysis of the potential recharge of the surficial aquifer in Isla de Méndez, Jiquilisco, Usulután	46
César Armando Alvarado-Batres	
Evaluation of physical, chemical and hydrological properties of soils planted with corn (<i>Zea mays</i>) using five fertilization programs, La Montaña, Chalatenango, El Salvador	60
Brenda Roxana García-Rivera, Efraín Antonio Rodríguez-Urrutia, Ada Yanira Arias-de Linares, Marcia Lizeth Barrera-de Calderón, Sean Patrick Kearney	
Information about some birds that nest in El Salvador	74
Néstor Herrera-Serrano, Susana J. Vásquez	
Perspectives about the use of cryptocurrencies for financing the public debt of the Republic of El Salvador	92
Kimberly Michelle Sandoval-Guzmán, Mardo Iván López-Ortega, Pedro Ernesto Domínguez-Rivera, Nelson Ernesto Rivera-Díaz	
Desafíos involucrados en la localización de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en El Salvador entre 2015-19 y para la implementación de la Agenda 2030	106
Lisandro Pérez-Hernández, Antonio Caballer-Miedes	
STUDY OF CASES	124
Abortion and the penal system in El Salvador: A look from critical studies of the Law	125
Mirian Meléndez	
TECHNICAL NOTE	138
New locality of the cardinal flycatcher (<i>Pyrocephalus rubinus</i>, [Boddaert, 1783]) in El Salvador	139
Luis Pineda, Elena González, Juan Pérez	
REVIEW ARTICLES	145
Emergence and development of postgraduate studies at the University of El Salvador: 1977-2010	147
Hugo Ernesto Figueroa-Morán	
University reform in El Salvador: social and political context 1963-1980	166
Luis Antonio Tobar-Quintero	
GUIDELINES FOR AUTHORS	175

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



Toxicidad sub crónica y actividad analgésica *in vivo* del extracto clorofórmico de las hojas de *Calea urticifolia* (Juanislama)

Sub-chronic toxicity and *in vivo* analgesic activity of the chlorophormal extract of *Calea urticifolia* (Juanislama) leaves

Silvia E. Martínez^{1,2}, Juan Pablo Sánchez-Pérez³, Yenny Montalbetti Moreno⁴, Gonzalo Toloza⁵, Noel Avalos¹, María L. Kennedy⁴, José G. Mejía-Valencia¹, Morena L. Martínez³, Marvin J. Núñez³, Miguel A. Moreno²

Correspondencia:
miguel.moreno@ues.edu.sv

Presentado: 3 de marzo de 2020
Aceptado: 25 de junio de 2020

- 1 Centro de Investigación y Desarrollo en Salud, Universidad de El Salvador.
- 2 Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador.
- 3 Laboratorio de Investigación en Productos Naturales, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.
- 4 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.
- 5 Laboratorio de Química Clínica, Hospital Nacional Rosales, San Salvador, El Salvador.

RESUMEN

Introducción: La población utiliza la medicina a base de hierbas de forma indiscriminada basándose en la creencia de que las plantas medicinales carecen de efectos adversos. **Objetivo:** Determinar *in vivo* el efecto toxicológico y analgésico del extracto clorofórmico de las hojas de *Calea urticifolia*. **Metodología:** El estudio toxicológico fue realizado mediante la prueba de toxicidad subcrónica de 90 días, a dosis repetidas y continuas en ratones NIH. Se realizaron análisis de bioquímica sanguínea, hematología y el examen histopatológico de órganos. La actividad analgésica fue evaluada con el modelo *in vivo* de contorsiones abdominales. **Resultados:** La administración del extracto vegetal provocó la aparición de signos clínicos de toxicidad, alteraciones en los parámetros hematológicos y bioquímica sanguínea, además alteraciones histológicas en algunos de los órganos. La actividad analgésica a 100 mg/kg resultó comparable con el fármaco indometacina. **Conclusión:** Pese a la actividad analgésica demostrada, y de acuerdo a los efectos toxicológicos encontrados, no se recomienda el uso prolongado de las hojas de *Calea urticifolia*, para el tratamiento de enfermedades.

Palabras claves: *Calea urticifolia*, toxicidad subcrónica, analgesia.

ABSTRACT

Introduction: The population uses medicinal plants indiscriminately to treat diseases, with the believe that they are safe and lack adverse effects. **Objective:** To determine the *in vivo* toxicological and analgesic effect of the chloroform extract of *Calea urticifolia* leaves. **Methodology:** The toxicological study was performed using a 90-day sub-chronic toxicity test in NIH mice, at repeated and continuous doses. . Blood biochemistry, hematology and histopathological examination of organs were performed. The analgesic activity was evaluated *in vivo* using a model of abdominal contortions. **Results:** The administration of the plant extract caused the appearance of clinical signs of toxicity, alterations in hematic parameters and blood biochemistry, as well as histological alterations in some of organs. The analgesic activity at 100 mg/kg was similar to the Indomethacin drug. **Conclusion:** Despite the proven analgesic activity, according to the observed toxicological effects in this study, the prolonged use of *Calea urticifolia* leaves is not recommended for the treatment of diseases.

Keywords: *Calea urticifolia*, sub-chronic toxicity, analgesia.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la investigación y desarrollo de drogas de origen vegetal ha cobrado una especial importancia debido a la exhortación hecha por la Organización Mundial de la Salud, en el sentido de que cada país utilice todos sus recursos en pro de la atención primaria en salud. En países como El Salvador, que poseen una rica flora y valiosa tradición popular en la utilización de plantas medicinales, el uso de estas terapias sobrevive de una forma muy auténtica y por lo tanto asociada al empirismo en la mayoría de los casos; lo que sin lugar a dudas no deja de ser preocupante, en tanto que las especies vegetales pueden poseer sustancias tóxicas para el humano, recordemos que los metabolitos secundarios actúan como defensa química por el constante ataque en el entorno donde ellas subsisten.

Calea urticifolia es una especie vegetal de la flora salvadoreña utilizada en la medicina tradicional, a la que se asocian propiedades para el tratamiento del dolor, artritis, fiebre, cáncer, diabetes, y otros padecimientos (González, 2002). Diferentes autores han demostrado el efecto hipolipemiente, antiinflamatorio e hipoglucemiante por su actividad secretagoga de insulina en células β pancreática en ratas (Ortiz, 2011). *Calea urticifolia* debe sus

propiedades farmacológicas principalmente a la presencia de sesquiterpenlactonas (Nuñez *et al.*, 2017), sustancias que, además, han sido consideradas como las responsables de efectos tóxicos (Robles *et al* 1995; Alastair *et al.*, 1994), aunque también se ha reportado un flavonoide (Chaurasiya *et al* 2016) y más recientemente tres bisabolenos (Gogineni *et al* 2019). Nos encontramos entonces, con el hecho que *C. urticifolia*, es una especie químicamente dotada de compuestos que si bien, han sido ampliamente reportados por su actividad biológica en el tratamiento de múltiples trastornos, también han sido reportados como responsables químicos de efectos toxicológicos. En ese sentido, *Calea urticifolia*, especie perteneciente a la Familia Asteraceae, es un fuerte candidato a la evaluación farmacológica y toxicológica debido al uso folklórico que le confiere la población salvadoreña. En este sentido, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo, evaluar las características tóxicas y la actividad analgésica del extracto clorofórmico de *C. urticifolia*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Las hojas de *Calea urticifolia* (Mill.) DC.

(Asteraceae) fueron colectadas en el Campus de la Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador (latitud: 13°43'5.69"N, longitud: 89°12'2.34"W, elevación: 600 m), en julio de 2017 y fueron identificadas por Jenny Elizabeth Menjívar Cruz, curadora del Herbario del Museo de Historia Natural de El Salvador (J. Menjívar & M. Núñez 3220). Las hojas fueron secadas a 40 °C por 56 horas en estufa de aire circulante, Thermo Scientific, posteriormente fueron molidas en molino de cuchillas Thomas Scientific M4.

Preparación del extracto clorofórmico

Las hojas secas y molidas de *C. urticifolia* fueron extraídas con cloroformo (100.0 g, 2 x 1L), en un baño ultrasonido VWR (Modelo 97043-988) a temperatura ambiente (25°C) durante 90 minutos. El extracto fluido resultante fue concentrado utilizando un rotaevaporador (KNF RC-600) a 40 °C, luego fue transferido a un desecador con gel de sílice hasta obtener el extracto seco (6.79 g).

Animales de experimentación

Para la prueba de toxicidad, se utilizaron 30 ratones (15 por sexo) albinos suizos, con peso corporal entre 20 - 25g, de aproximadamente 5 semanas de edad, todos procedentes del Laboratorio de Experimentación Animal del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD) de la Universidad de El Salvador, donde se mantuvieron a una temperatura y humedad relativa controlada de 22±2 °C y entre 50-60 % respectivamente, con ciclo de luz - oscuridad de 12/12 horas, permaneciendo 5 animales por jaula, y marcados con ácido pícrico para su identificación individual. Se verificó el estado de salud de todos los animales mediante un examen clínico antes de cada ensayo. La alimentación consistió en una dieta estándar a base de concentrado peletizado

para ratones y agua a voluntad.

Consideraciones éticas de las pruebas *in vivo*

Los estudios de toxicidad y actividad analgésica se realizaron conforme a lo establecido en las guías del Canadian Council on Animal Care para el cuidado y uso de los animales de experimentación (CCAC, 1993). La toxicidad se realizó según lo establecido en el procedimiento normalizado de trabajo (PROC-NT005) del Laboratorio de Experimentación Animal (LEA) del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD) de la Universidad de El Salvador, basado en las guías 408 y 420 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD 1998; 2001) sobre la toxicidad oral de 90 días y el ajuste de dosis respectivamente.

El manejo de los animales se realizó por procedimientos estandarizados y la regla básica que se siguió fue el sacrificio por dislocación cervical de todo animal tratado. Para los ensayos se utilizó el número mínimo necesario, y el menor tiempo de duración de la observación requerida para obtener datos consistentes. Cada animal fue empleado una vez.

Estudio de toxicidad de 90 días

Administración de sustancias

La vía de administración de las sustancias (agua destilada y el extracto clorofórmico de *C. urticifolia* a dosis de 300 mg/kg) fue por vía intragástrica, a un volumen de 1 mL por cada 100 g de peso corporal, diariamente durante los 90 días del estudio.

Observaciones clínicas, exámenes hematológicos y de bioquímica sanguínea

La observación de los ratones se realizó después de la administración diaria de las sustancias, con especial énfasis los primeros 30 minutos. Se registraron los siguientes parámetros: modificaciones de pelo, piel, ojos y mucosas, frecuencia respiratoria y actividad somatomotriz. Al finalizar los 90 días de administración, se tomaron muestras de sangre de los animales para realizar los análisis de bioquímica sanguínea y exámenes hematológicos, a excepción de los animales del grupo centinela, de quienes se realizaron las tomas correspondientes 14 días después. Se determinaron, bilirrubina, glucosa, nitrógeno ureico, creatinina, colesterol, triglicéridos, transaminasa glutámico oxalacética (TGO), transaminasa glutámico pirúvica (TGP), glóbulos rojos, plaquetas y glóbulos blancos. Todas estas determinaciones se realizaron en el Laboratorio Clínico del Hospital Nacional Rosales con el equipo Beckman Coulter AU480.

Evaluación macroscópica y exámenes histopatológicos de órganos

Una vez colectadas las muestras sanguíneas para los exámenes hematológicos y de bioquímica sanguínea se procedió al sacrificio de los animales por dislocación cervical y se les extrajeron los órganos: hígado, corazón, pulmón, bazo, riñones, estómago e intestinos para ser examinados macroscópicamente y luego se fijaron en solución de formol al 10%. El grupo centinela permaneció 14 días (posteriores al período de administración) sin tratamiento alguno, luego se procedió de igual manera que los grupos anteriores, esto para determinar si existe reversibilidad de los efectos tóxicos. Los órganos evaluados y preservados en formalina al 10%, fueron procesados por medio de la

técnica histológica para bloques parafinados, cortadas a 5 μ m con un micrótopo marca Microm HM310 y después coloreadas con hematoxilina-eosina, para su posterior lectura.

Actividad analgésica

Prueba de ácido acético

Se emplearon ratones albinos suizos machos con pesos entre 20 - 30 g, provenientes del Bioterio del Departamento de Farmacología de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción (Paraguay), criados y mantenidos en ambiente climatizado. La noche anterior a los experimentos, se les retiraron los alimentos (excepto el agua) para realizar las pruebas en ayunas. Los animales fueron divididos en 6 grupos de 8 ratones. 60 minutos previo a la inducción de dolor (ácido acético, 0.1 mL, vía intraperitoneal, 1%), los animales fueron tratados por vía oral como: blanco, vehículo (EtOH:H₂O:1:9, 0.1 mL/10 g); Indometacina (10 mg/kg); 1, 10 y 100 mg/kg del extracto clorofórmico de *C. urticifolia*, respectivamente.

Después de cinco minutos de la administración de ácido acético (0.1 mL, ip, 1%) se contó el número de contorsiones abdominales que presentaron todos los animales de los diferentes grupos durante 30 min (Koster *et al.*, 1959).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron estadísticamente evaluados con el software SPSS versión 21 para la toxicidad, y con GraphPad Prisma 7.0 para la prueba de analgesia. Se utilizó el contraste de Shapiro y Wilks para la prueba de normalidad. En el estudio de toxicidad, los resultados de aumento porcentual peso corporal y peso de órganos se sometieron a un análisis de comparación de medias para muestras independientes. Los resultados de la evaluación

de la actividad analgésica se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía; seguido de un test de Dunnett. Se consideró significativa la diferencia entre los grupos tratados y el grupo control (agua destilada) cuando el valor de $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio de toxicidad de 90 días

Observaciones clínicas y peso corporal

Las observaciones clínicas diarias a los grupos tratados con el extracto clorofórmico de *C. urticifolia* mostraron alteraciones en algunos de los parámetros evaluados, como deshidratación, piloerección, vasoconstricción periférica, disminución de la temperatura corporal (al tacto), aceleración respiratoria, encorvamiento de la espalda, disminución de la actividad motora y alteraciones en la respuesta a estímulos externos; observaciones que indican un deterioro de la condición de salud de los animales y deben ser considerados como signos de toxicidad.

Las alteraciones clínicas descritas anteriormente, pueden ser explicadas por la presencia de sesquiterpenlactonas en la sustancia de estudio (Núñez *et al.*, 2017), sustancias que han sido reportadas como responsables de efectos tóxicos neurológicos y en músculo cardíaco (Alastair *et al.*, 1994; Robles *et al.*, 1995). Además, sesquiterpenlactonas aisladas de especies que forman parte de la Familia Asteraceae, presentaron efectos inhibitorios en la contractilidad del músculo liso intestinal en conejillos de indias (Amorin, 2013), efecto que además podría explicar el nulo aumento normal y la caída del peso corporal en los grupos hembras tratadas con el extracto de *C. urticifolia* (Tabla 1), debido a

una inhibición de la absorción de nutrientes a través de este tejido. Por otro lado, ésta pérdida de peso corporal, podría estar relacionada con una disminución en la ingesta de alimento y que a su vez concuerda con la disminución estadísticamente significativa en el peso del estómago de las hembras tratadas con el extracto (Tabla 4). Así mismo el encorvamiento de espalda observado en animales de ambos sexos tratados con el extracto, debe ser considerado como indicador de dolor abdominal que puede estar relacionado con la naturaleza irritante de las sesquiterpenlactonas sobre la mucosa intestinal (Hoffmann, 2003).

Por su parte, el manual del Consejo Canadiense para Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (CCAC, 1998) describe que a medida que la condición del animal empeora éste llega a ser silencioso y deja de reaccionar a estímulos. También describe la hipotermia como signo del deterioro de la condición de salud. Coincidentemente, la disminución de la actividad motora, la poca reacción a estímulos y la disminución en la temperatura corporal (al tacto), fueron condiciones observadas en los grupos de animales tratados con la sustancia de estudio.

Bioquímica sanguínea y hematología sanguínea

Por otro lado, las alteraciones bioquímicas del organismo son resultado de la exposición a un compuesto químico que también modifica la composición celular sanguínea (Mancebo *et al.*, 2002). En cuanto a la bioquímica sanguínea reportada en esta investigación (Tabla 2), resulta importante mencionar la elevación de los valores de TGP observado únicamente en el grupo de hembras tratadas con la sustancia en estudio, que presume según Wasan *et al.*, (2001); Crook (2006) y González *et al.*, (2006), que sea consecuencia de un daño hepático; aunque de carácter leve en tanto

Tabla 1. Peso corporal en gramos.

Sexo	Hembras				Machos			
	Grupo	Inicio	Final	Aumento (%) P valor	Grupo	Inicio	Final	Aumento (%) P valor
Control	22.08 ± 0.62	24.92 ± 0.53	12.86		26.57 ± 0.72	29.76 ± 0.97	12.03	
Tratamiento	22.23 ± 0.56	22.24 ± 1.17	0.05	0.001*	24.48 ± 1.96	26.76 ± 1.98	9.63	0.603
Centinela	22.02 ± 0.69	21.40 ± 1.01	-2.77	0.000**	24.74 ± 1.82	26.50 ± 1.90	7.23	0.160

* Valor de p < 0.05; ** Valor de p < 0.001; DE: Desviación Estándar.

Tabla 2. Comparativa de los valores promedio de bioquímica sanguínea.

Parámetro	Grupo	Hembras				Machos			
		Media	±	D.E.	P valor	Media	±	D.E.	P valor
Bilirrubina	Control	0.306	±	0.199		0.292	±	0.134	
	Tratamiento	0.260	±	0.163	0.701	0.364	±	0.195	0.556
	Centinela	0.138	±	0.082	0.120	0.120	±	0.000	0.083
Glucosa (mg/dl)	Control	171.000	±	24.062		197.33	±	13.203	
	Tratamiento	192.333	±	3.055	0.202	178.00	±	5.291	0.078
	Centinela	150.000	±	27.404	0.375	171.80	±	15.073	0.052
Nitrógeno ureico	Control	19.250	±	1.258		24.333	±	2.516	
	Tratamiento	22.000	±	6.245	0.527	32.600	±	5.683	0.059
	Centinela	21.000	±	3.559	0.390	29.200	±	3.563	0.086
Creatinina	Control	0.385	±	0.190		0.317	±	0.120	
	Tratamiento	0.217	±	0.197	0.268	0.125	±	0.057	0.028*
	Centinela	0.080	±	0.016	0.019*	0.122	±	0.032	0.010*
Colesterol (mg/dl)	Control	84.000	±	14.422		82.333	±	11.150	
	Tratamiento	107.333	±	39.310	0.389	132.400	±	12.259	0.001*
	Centinela	-	±	-	-	-	±	-	-
Triglicéridos	Control	135.000	±	22.605		193.666	±	57.709	
	Tratamiento	161.333	±	47.056	0.432	205.500	±	11.818	0.758
	Centinela	-	±	-	-	-	±	-	-
TGO (Transaminasa Oxalacética)	Control	85.333	±	13.012		124.666	±	7.571	
	Tratamiento	109.000	±	21.377	0.177	86.800	±	7.429	0.000**
	Centinela	77.250	±	8.732	0.366	75.500	±	4.041	0.000**
TGP (Transaminasa Pirúvica)	Control	54.500	±	2.886		72.500	±	5.066	
	Tratamiento	63.000	±	1.732	0.007*	74.750	±	9.945	0.701
	Centinela	56.000	±	2.943	0.494	63.200	±	9.338	0.119

* Valor de p < 0.05; ** Valor de p < 0.001; DE: Desviación Estándar.

que, según Tejada (2010), un aumento leve de transaminasas acompañado de niveles normales de bilirrubina indica la presencia de una alteración de carácter leve a nivel hepático; combinación de resultados que concuerdan con lo observado en el grupo de hembras expuestas a la sustancia en estudio.

En cuanto a la disminución de los valores de creatinina en los grupos tratados con la sustancia de ensayo, para el caso de las hembras, podría estar relacionada con el nulo aumento y pérdida de peso corporal. Según (Silva et al, 2012) los niveles de creatinina tienen una relación lineal con el peso corporal de los

animales, en tanto que este último guarda relación con la masa muscular, y por lo tanto una disminución en el peso corporal se verá reflejada en la reducción de los niveles de creatinina. Para el caso del grupo machos, la disminución de los niveles de creatinina no está clara.

Para el caso del hígado, Ríos (1998) describe que en la respuesta tóxica manifestada en

inflamación (coincidente con el aumento de peso de este órgano al menos en hembras tratadas con *C. urticifolia*) se produce una migración de linfocitos al espacio porta, alrededor de los hepatocitos necróticos, neutrófilos y otras células inflamatorias, lo que concuerda con el aumento de los monocitos observados en los grupos centinelas de ambos sexos (Tabla 3), y las observaciones histológicas en este órgano (Figura 1).

Tabla 3. Comparativa de los valores promedio de hematología.

Parametro	Grupo	Hembras			Machos		
		Media ± DE	P valor	Media ± DE	P valor		
Glóbulos rojos	Glóbulos rojos (10e6/μL)	Control	10.310 ± 0.241		10.678 ± 0.678		
		Tratamiento	10.235 ± 0.201	0.634	10.580 ± 0.287	0.774	
		Centinela	10.465 ± 0.246	0.374	10.394 ± 0.276	0.411	
	Hemoglobina (mg/dl)	Control	15.620 ± 0.349		15.560 ± 0.403		
		Tratamiento	15.500 ± 0.244	0.581	15.960 ± 0.378	0.145	
		Centinela	15.800 ± 0.469	0.529	15.400 ± 0.387	0.540	
	Hematocrito	Control	48.360 ± 0.920		48.300 ± 1.392		
		Tratamiento	47.240 ± 2.227	0.329	50.140 ± 1.438	0.074	
		Centinela	51.625 ± 1.279	0.003*	51.780 ± 0.920	0.002*	
Plaquetas	Plaquetas (10e3/μL)	Control	1540.5 ± 86.681		1612.8 ± 89.604		
		Tratamiento	1515.3 ± 64.685	0.657	1414.0 ± 47.972	0.008*	
		Centinela	1529.0 ± 189.285	0.917	1493.0 ± 104.718	0.133	
Glóbulos blancos	Glóbulos blancos (10e3/μL)	Control	10.280 ± 3.133		11.560 ± 3.110		
		Tratamiento	6.425 ± 1.175	0.054	6.800 ± 0.673	0.021*	
		Centinela	6.625 ± 1.081	0.063	12.240 ± 3.090	0.738	
	Neutrófilos (10e3/μL)	Control	1.214 ± 0.383		1.444 ± 0.343		
		Tratamiento	0.963 ± 0.056	0.318	1.175 ± 0.044	0.157	
		Centinela	0.845 ± 0.168	0.119	1.522 ± 0.297	0.711	
	Linfocitos (10e3/μL)	Control	8.964 ± 2.903		10.002 ± 2.782		
		Tratamiento	5.315 ± 1.128	0.051	5.625 ± 0.604	0.023*	
		Centinela	5.660 ± 0.926	0.067	10.438 ± 2.943	0.816	
	Monocitos (10e3/μL)	Control	0.040 ± 0.020		0.088 ± 0.064		
		Tratamiento	0.054 ± 0.019	0.325	0.056 ± 0.016	0.340	
		Centinela	0.102 ± 0.029	0.013*	0.258 ± 0.179	0.081	
	Eosinófilos (10e3/μL)	Control	0.002 ± 0.004		0.000 ± 0.000		
		Tratamiento	0.002 ± 0.004	1.000	0.000 ± 0.000	-	
		Centinela	0.002 ± 0.005	0.879	0.000 ± 0.000	-	
Basófilos (10e3/μL)	Control	0.012 ± 0.008		0.010 ± 0.007			
	Tratamiento	0.008 ± 0.008	0.471	0.010 ± 0.012	1.000		
	Centinela	0.005 ± 0.005	0.200	0.010 ± 0.000	1.000		

* Valor de p < 0.05; DE: Desviación Estándar.

Peso de órganos

Como se aprecia en la tabla 4, los pulmones de los animales para ambos sexos aumentaron de peso significativamente en todos los grupos tratados con el extracto de *C. urticifolia*, pero sólo en las hembras los pulmones mostraron hiperemia vascular y cúmulos linfoides.

Del mismo modo, el significativo aumento en el peso del bazo en los grupos expuestos a *C. urticifolia* de ambos sexos, podría estar relacionado con la alteración leve en hígado descrita anteriormente para los mismos grupos, en tanto que, según Vargas *et al.*, (2013) entre las principales causas del aumento en el tamaño de este órgano, encontramos procesos de alteración de la función hepática.

Tal como se aprecia en la tabla 4, los órganos extraídos mostraron algunas diferencias entre los grupos control y los tratados con la sustancia de estudio. Según Dybing *et al.* (2002) y Höfle (2007), el peso relativo de los órganos es fundamental para diagnosticar si el órgano fue expuesto a la lesión o no. De manera relevante, podemos mencionar el aumento observado en el peso del hígado, bazo y pulmones en los grupos tratados con la sustancia de estudio para ambos sexos, que podría ser un indicativo de daño a estos órganos. Lo anterior concuerda con lo expuesto por Kumar *et al.* (2008), quien afirma que el corazón, el hígado, los riñones, el bazo y los pulmones son los primeros órganos afectados por reacción metabólica causada por agentes tóxicos.

Tabla 4. Valores promedio del peso de órganos.

Órgano	Grupos	Hembras				Machos			
		Media	±	D.E.	Sig.	Media	±	D.E.	Sig. Bilateral
Hígado	Control	1.096	±	0.099		1.288	±	0.078	
	Tratamiento	1.126	±	0.092	0.635	1.430	±	0.144	0.090
	Centinela	1.190	±	0.068	0.152	1.528	±	0.455	0.000*
Corazón	Control	0.100	±	0.014		0.126	±	0.005	
	Tratamiento	0.106	±	0.015	0.536	0.115	±	0.005	0.022*
	Centinela	0.090	±	0.028	0.508	0.120	±	0.008	0.227
Pulmones	Control	0.132	±	0.008		0.144	±	0.013	
	Tratamiento	0.178	±	0.017	0.001*	0.178	±	0.024	0.028*
	Centinela	0.170	±	0.018	0.002*	0.188	±	0.029	0.016*
Bazo	Control	0.132	±	0.013		0.086	±	0.019	
	Tratamiento	0.137	±	0.005	0.456	0.088	±	0.016	0.865
	Centinela	0.170	±	0.018	0.008*	0.122	±	0.005	0.009*
Riñones	Control	0.172	±	0.005		0.209	±	0.010	
	Tratamiento	0.165	±	0.013	0.309	0.206	±	0.028	0.831
	Centinela	0.195	±	0.004	0.000**	0.210	±	0.015	0.910
Estómago	Control	1.578	±	0.512		0.762	±	0.128	
	Tratamiento	0.622	±	0.114	0.004*	1.110	±	0.439	0.180
	Centinela	0.682	±	0.084	0.011*	0.546	±	0.212	0.119
Intestino Delgado	Control	2.013	±	0.032		1.612	±	0.248	
	Tratamiento	2.046	±	0.178	0.709	1.982	±	0.261	0.086
	Centinela	2.173	±	0.025	0.002*	1.882	±	0.185	0.132
Intestino Grueso	Control	0.884	±	0.101		0.810	±	0.027	
	Tratamiento	0.782	±	0.079	0.116	0.740	±	0.098	0.251
	Centinela	0.815	±	0.078	0.303	0.897	±	0.020	0.001**

* Valor de $p < 0.05$; ** Valor de $p < 0.001$; DE: Desviación Estándar.

Histopatología

Existieron diferencias en las lesiones encontradas en los órganos de los grupos control y de los grupos tratados con el extracto clorofórmico de *C. urticifolia* (Figura 1). En los grupos tratados con el extracto vegetal, los pulmones mostraron hiperemia vascular y acúmulos linfoides; además, el hígado aparece con dilatación e infiltrado inflamatorio crónico de interfase y el riñón con hipercelularidad glomerular y focos de infiltrado inflamatorio

crónico. Además, se observa el bazo con dilatación de la pulpa blanca y congestión de la pulpa roja.

La dilatación e infiltrado inflamatorio crónico observado en el grupo de hembras durante el examen microscópico del hígado, además del infiltrado crónico en riñón, concuerda con los valores aumentados de TGO, y demuestran nuevamente el potencial tóxico de esta especie vegetal, lo que concuerda con la toxicidad reportada por Zárybnický *et al.* (2017).

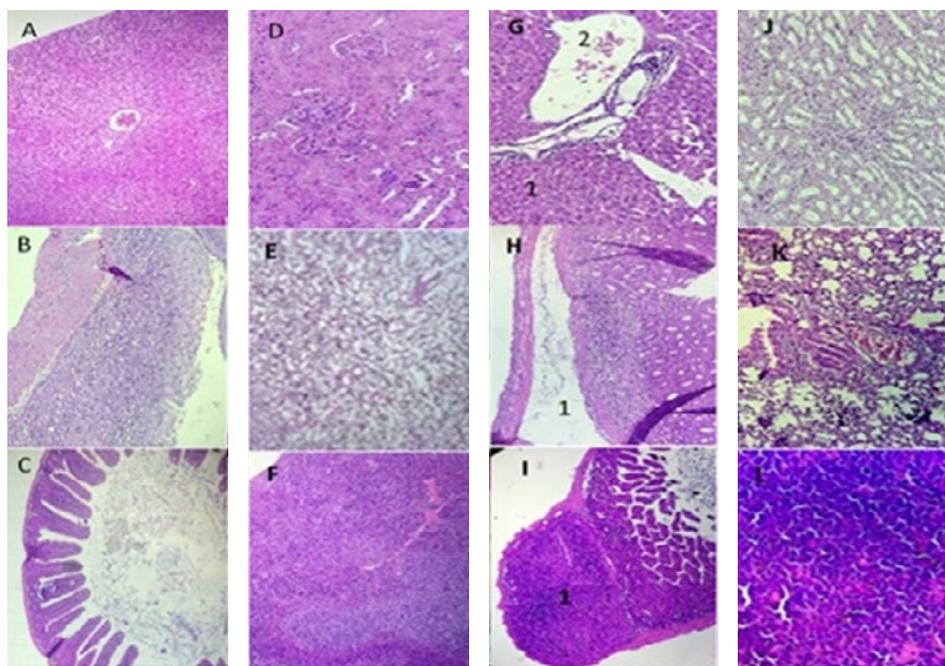


Figura 1. A. Hígado sin alteración. B. Estómago sin alteraciones. C. Intestino sin alteraciones. D. Riñón sin alteraciones. E. Pulmón sin alteraciones. F. Bazo sin alteraciones. G. Hígado con dilatación y congestión vascular (1) e infiltrado inflamatorio crónico (2). H. Estómago con acúmulos de linfocitos (1). I. Intestino con acúmulos linfoides (1). J. Riñón con focos de infiltrado inflamatorio crónico. K. Pulmón con discreto infiltrado inflamatorio crónico. L. Bazo con dilatación de la pulpa blanca y congestión de pulpa roja.

Por otro lado, en la respuesta tóxica del hígado manifestada en inflamación, se produce una migración de linfocitos al espacio porta, alrededor de los hepatocitos necróticos, neutrófilos y otras células inflamatorias (Watson *et al.*, 2003; Jorge y Jorge, 2005), esto explicaría el aumento de los monocitos en grupos tratados con el extracto de *C. urticifolia*. También hubo aumento de peso significativo,

palidez, hipercelularidad glomerular y focos de infiltrado inflamatorio crónico en riñón que sugieren daño renal a causa de la administración del extracto en estudio y concuerda con lo observado por Barbosa de Oliverira (2011), quien reporta daño de la función renal a consecuencia de la administración de una especie vegetal que al igual que *C. urticifolia* presenta sesquiterpenlactonas

como principal sustancia tóxica. Estas observaciones concuerdan con lo reportado por Schmidt (1999), quien menciona daños en hígado, riñón y mucosa gastrointestinal en necropsias de animales expuestos a plantas con sesquiterpenlactonas.

Por último, queda en evidencia las diferencias en la respuesta tóxica relacionadas al sexo. La reducción en la ganancia y hasta la disminución del peso corporal en los grupos hembras, además de diferencias estadísticamente significativas en algunos parámetros evaluados según el género, demuestran una mayor susceptibilidad de las hembras a los efectos tóxicos en hígado y riñón a causa del extracto en estudio, lo que concuerda con lo reportado por Mennecozzi et al (2015), quienes encontraron una mayor sensibilidad general de los hepatocitos primarios femeninos a hepatotóxicos. Por otro lado, otros autores (Waxman, Holloway, 2009) han identificado genes cuya expresión dependiente del género condiciona un dimorfismo sexual de la función metabólica y la fisiopatología, además de diferencias fenotípicas de la respuesta a agentes tóxicos (Lee et al., 2009; Lee et al, 2015)

Actividad analgésica

Prueba de ácido acético

Con el fin de validar el uso popular como analgésico, que se le atribuye a esta especie vegetal, se llevó a cabo la prueba de ácido acético (Figura 2), y se observó una disminución estadísticamente significativa del dolor (contorsiones abdominales) en los grupos de animales tratados con las tres dosis del extracto vegetal en comparación con el grupo control negativo tratado con agua destilada. Como puede observarse, a medida aumenta la concentración del extracto disminuye el dolor, a tal punto de alcanzar

valores estadísticamente similares entre los grupos tratados con Indometacina y la dosis de 100 mg/kg del extracto clorofórmico de *C. urticifolia*. Estos resultados concuerdan con la actividad analgésica de sesquiterpenlactonas previamente reportada (Valério et al., 2007; Wesolowska et al., 2006), y que además se valida el uso popular de esta especie vegetal como un analgésico natural.

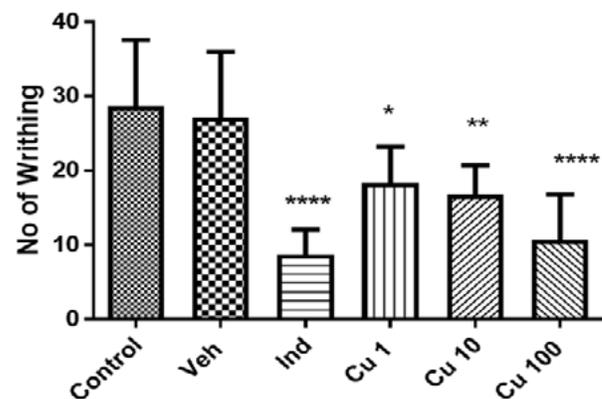


Figura 2. Contorsiones abdominales en ratones tratados con *Calea urticifolia*. Los valores están expresados como media \pm Desviación estándar (n= 8). Anova de una vía, post test de Dunnet. *= p<0.02; **= p<0.001; ****= p<0.0001, significativamente diferentes al grupo control. Cu 1, *C. urticifolia* 1 mg/Kg; Cu 10, *C. urticifolia* 10 mg/Kg; Cu 100, *C. urticifolia* 100 mg/Kg; Ind, indometacina 10 mg/Kg.

CONCLUSIONES

Las signos tóxicos más relevantes encontrados en los grupos tratados con el extracto clorofórmico de *C. urticifolia* son lesiones en hígado, riñón y mucosa gastrointestinal. Además, fue manifestada por deshidratación, piloerección, vasoconstricción periférica, disminución de la temperatura corporal, encorvamiento de la espalda, disminución en la actividad motora, disminución del peso corporal y el aumento de peso en hígado, pulmones y bazo de algunos de los grupos tratados con la sustancia de ensayo. A pesar de que se validó el uso popular como analgésico de *C. urticifolia*, no se recomienda el

uso prolongado de esta especie vegetal debido a su potencial tóxico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hay AJB, Hamburger M, Hostettmann K, Hoult JRS. Toxic inhibition of smooth muscle contractility by plant-derived sesquiterpenes caused by their chemically reactive α -methylenebutyrolactone functions. *Br. J. Pharmacol.* 1994;112, 9-12.
- Amorim MHR, Gil da Costa RM, Lopes C, Bastos MMSM. Sesquiterpene lactones: Adverse health effects and toxicity mechanisms. *Crit Rev Toxicol*, 2013; 43, 559-579.
- De Oliveira RB, de Paula DAC, Rocha BA, Franco JJ, Gobbo-Neto L, Uyemura SA, Da Costa FB. Renal toxicity caused by oral use of medicinal plants: The yacon example. *J. Ethnopharmacol.*, 2011; 133, 434-441.
- CCAC. Manual sobre el Cuidado y Uso de los Animales de Experimentación. Consejo Canadiense de Protección de los Animales. Manual vol. 1 (2nda edición), 1998; 322 p.
- Chaurasiya ND, Gogineni V, Khaled M, Elokely KM, León F, Núñez MJ, Klein ML, Walker LA, Cutler SJ, Tekwani BL. Isolation of acacetin from *Calea urticifolia* with Inhibitory Properties against Human Monoamine Oxidase-A and -B, *J. Nat. Prod.* 2016; 79, 2538-2544.
- Crook MA. Clinical Chemistry and Metabolic Medicine. 7 Edition. Hodder Arnold, London, p. 426; 2006.
- Dybing E, Doe J, Groten J, Kleiner J, O'Brien J, Renwick A, Younes M. Hazard characterization of chemicals in food and diet. *Food and Chem. Toxicol.* 2002; 40, 237-282.
- Gogineni V, Nael MA, León F, Núñez MJ, Cutler SJ. Computationally aided stereochemical assignment of undescribed bisabolones from *Calea urticifolia*, *Phytochemistry*, 2019; 157, 145-150.
- González Ayala JC. Botánica Medicinal Popular, Etnobotánica Medicinal de El Salvador, Editorial Cuscatlania, 2a Edición, Vol. 2, p. 189; 2002.
- González Torres Y, Scull Campos I, Bada Barro AM, Fuentes Morales D, González Navarro B, Arteaga Pérez ME. Ensayo de toxicidad a dosis repetidas durante 28 días del extracto acuoso de *Cecropia peltata* L. (yagruma) en ratas Cenp: SPRD. *Rev Cubana Plant Med.* 2006; 11(2).
- Hoffmann D. Medicinal herbalism: the science and practice of herbal medicine. Rochester, UK: Healing Arts Press; 2003.
- Höfle U. Técnicas de Diagnóstico Post-Mortem: Necropsia y Toma de Muestras. España: Sevilla de la Jara; 2007.
- Jorge OA, Jorge AD. Hepatotoxicity associated with the ingestion of *Centella asiatica*. *Rev. Esp. Enferm. Dig.*, 2005; 97, 115-124.
- Koster R, Anderson M, De Beer YJ. Acetic acid for analgesic screening. *Fed. Proc.*, 1959; 18:412.
- Kumar V, Abbas AK, Fausto N, Aster JC. Robbins y Cotran. Patología Estructural y funcional. 8ª edición. Barcelona: Elsevier Saunders; 2010.
- Lee J, Prokopec SD, Watson JD. et al. Male and female mice show significant differences in hepatic transcriptomic response to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin. *BMC Genomics*. 2015. 16, 625.
- Mancebo A, Scull I, González Y, Arteaga ME, González BO, Fuentes D, Hernández O, Correa. Ensayo de toxicidad a dosis repetidas (28 días) por vía oral del extracto acuoso de *Morinda citrifolia* en ratas Sprague Dawley. *Rev Toxicol.* 2002. 19, 73-78.
- Mennecozi M, Landesmann B, Palosaari T,

- Harris G, Whelan M. Sex Differences in Liver Toxicity—Do Female and Male Human Primary Hepatocytes React Differently to Toxicants In Vitro?. *PLoS ONE*. 2015. 10(4).
- Nuñez MJ, Villacorta Hernández JR, Rivas RM, Sánchez-Pérez JP, Martínez de Díaz ML. Cuantificación de sesquiterpenlactonas procedentes de las hojas de *Calea urticifolia* (Asteraceae) durante el año 2012. *Revista Científica Multidisciplinaria De La Universidad De El Salvador-Revista Minerva*, 2017; 1, 43-52.
- OECD. Guideline for the testing of chemicals N° 408. Repeated dose 90-day oral toxicity study in rodents. Organization for Economic Cooperation and Development; 1998.
- OECD. Guideline for Testing of Chemicals N°420. Acute Oral Toxicity—Fixed Dose Procedure. Organization for Economic Cooperation and Development; 2001.
- Ortiz Segura MC. Evaluación del extracto etanólico de *Calea urticifolia* (mill.) Dc. Sobre la regulación de la secreción de adipocinas asociadas a la resistencia a la insulina. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Químicas, Ingeniería y Medicina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí; 2011.
- Ríos J. Patología General. Tomo I. 3ª Edición. Librería Editorial Juventud. La Paz, Bolivia; 1998.
- Robles M, Argullin M, West J, Rodriguez E. Recent Studies on the Zoopharmacognosy, Pharmacology and Neurotoxicology of Sesquiterpene Lactones. *Planta Med.*, 1995; 61, 199-203.
- Silva LFC, Valadares Filho SC, Chizzotti ML, Rotta PP, Prados LF, Valadares RFD, Zanetti D, Braga JMS. (2012). Creatinine excretion and relationship with body weight of Nellore cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(3), 807-810.
- Schmidt TJ. Toxic Activities of Sesquiterpene Lactones – Structural and Biochemical Aspects. *Current Org. Chem.*, 1999; 3, 577-605.
- Tejada Cifuentes F. Hepatotoxicidad por Fármacos. *Rev. Clín. Med. Fam.*, 2010; 3, 177-191
- Valério DAR, Cunha TM, Arakawa NS, Lemos HP, Da Costa FB, Parada CA, Verri WA. Anti-inflammatory and analgesic effects of the sesquiterpene lactone budlein A in mice: Inhibition of cytokine production-dependent mechanism. *Eur. J. Pharmacol.*, 2007; 562, 155-163.
- Vargas VP, Hurtado MR, Villalobos AJÁ. Esplenomegalia. *Rev. Fac. Med. UNAM*. 2013; 56, 37-45.
- Watson WH, Dahm LJ, Jones DP. Mechanisms of chemically induced liver disease. En Zakim D, Boyer TD. *Hepatology. A text book of Liver Disease*. Philadelphia: Saunders, 2003. p. 739-53.
- Waxman DJ, Holloway MG. Sex differences in the expression of hepatic drug metabolizing enzymes. *Mol. Pharmacol.* 2009. v.76, n.2, p.215-228.
- Wesołowska A, Nikiforuk A, Michalska K, Kisiel W, Chojnacka-Wójcik E. Analgesic and sedative activities of lactucin and some lactucin-like guaianolides in mice. *J. Ethnopharmacol.*, 2006; 107, 254-258.
- Zárybnický T, Boušová I, Ambrož M, Skálová L. (2017). Hepatotoxicity of monoterpenes and sesquiterpenes. *Arch. Toxicol.*, 2017; 92, 1-13.



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante en frutos de la flora salvadoreña

Content of total phenols and antioxidant activity in fruits of the Salvadoran flora

Mónica M. Rivas¹, Josué Zaldaña¹, Alex Gálvez¹, Ulises G. Castillo¹, Jenny Menjívar², Morena L. Martínez¹, Marvin J. Nuñez¹

Correspondencia:
marvin.nunez@ues.edu.sv

Presentado: 21 de septiembre de 2020
Aceptado: 18 de noviembre de 2020

- 1 Laboratorio de Investigación en Productos Naturales, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.
2 Museo de Historia Natural de El Salvador, Ministerio de Cultura, San Salvador, El Salvador.

RESUMEN

Debido al incremento en casos de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, se vuelve necesario buscar alternativas para prevenir dichos problemas de salud. Estos grupos de enfermedades tienen gran impacto en la esperanza de vida sin distinción de género, además, constituyen problemas de salud que traen un alto costo psicológico y económico para la población. En los últimos años ha cobrado especial interés, el estudio de las propiedades de los alimentos de origen vegetal, en especial por la evaluación del efecto antioxidante asociado a ellos. En la presente investigación, se realizó la cuantificación de fenoles totales a través del método Folin-Ciocalteu y evaluación de la actividad antioxidante por medio del método DPPH en veinte frutos de especies vegetales pertenecientes a la flora salvadoreña. Los resultados muestran que los frutos con mayor cantidad de fenoles totales son el *Theobroma cacao* "Cacao", seguido por *Annona diversifolia* "Anona rosada" y se observó similares concentraciones en *Spondias purpurea* "Jocote chapín", *Muntingia calabura* "Capulín" y *Annona diversifolia* "Anona blanca". Los frutos que presentaron mayor actividad antioxidante en orden descendente fueron las siguientes: *Eriobotrya japonica* "Nispero", *Licania platypus* "Sunza", *Spondias purpurea* "Jocote corona", *Artocarpus altilis* "Árbol de pan" y *Annona diversifolia* "Anona rosada". Los resultados muestran que los frutos presentan una alternativa no solo nutricional, sino que puede ser una fuente de sustancias antioxidantes, interesantes para la prevención de enfermedades crónicas, de tal forma que se puede proponer su consumo y utilización a nivel de la industria farmacéutica y cosmética, elaborando productos que brinden beneficios a los padecimientos relacionados con el estrés oxidativo.

Palabras claves: Antioxidante, Fenoles totales, Frutos, DPPH, Folin-Ciocalteu, El Salvador.

ABSTRACT

Due the increase prevalence of diseases related to oxidative stress, it has become necessary to seek alternatives for their prevention. These groups of diseases have a significant impact on life expectancy regardless of gender, and constitute health conditions that bring a high psychological and economic cost to the population. In recent years, the study of the properties of plant-based foods has gained particular interest, especially regarding the evaluation of their antioxidant effect. In the present investigation, the quantification of total phenols was determined using the Folin-Ciocalteu method. The evaluation of the antioxidant activity was conducted in twenty fruits of plant species belonging to the Salvadoran flora, using the DPPH method. The results showed that the fruits with the highest amount of total phenols were *Theobroma cacao* "Cacao", followed by *Annona diversifolia* "Anona rosada" and similar concentrations were observed *Spondias purpurea* "Jocote chapín", *Muntingia calabura* "Capulín" and *Annona diversifolia* "Anona blanca". The order of antioxidant activity, based on antioxidant capacity, was as follows: *Eriobotrya japonica* "Níspero", *Licania platypus* "Sunza", *Spondias purpurea* "Jocote corona", *Artocarpus altilis* "Árbol de pan" and *Annona diversifolia* "Anona rosada". The results suggest that fruits present an alternative, not only nutritional, but also as a source of antioxidant substances to prevent chronic diseases. Therefore, their consumption and use can be proposed to the pharmaceutical and cosmetic industry for developing products that provide benefits related to oxidative stress.

Key words: Antioxidant, Total phenols, Fruits, DPPH, Folin-Ciocalteu, El Salvador.

INTRODUCCIÓN

En El Salvador existe una gran diversidad de frutos, definida principalmente por la variedad de la geografía y el clima. Aunque en la región tropical del planeta hay mayor variedad de frutos, en muchas oportunidades no se les da el valor que éstos merecen, ya que no solamente proporcionan sabores particulares, sino aportan una gran variedad de sustancias nutritivas entre las cuales se destacan los antioxidantes.

El empleo de plantas comestibles y frutas, con actividad antioxidante, representa una alternativa en la búsqueda de nuevas fuentes de tratamiento de bajo costo y al alcance de toda la población, para disminuir el riesgo de ciertas enfermedades degenerativas causadas por la generación de radicales libres en el organismo, tales como: cardiovasculares, circulatorias, cancerígenas y neurológicas (Ishrihara, J., y col.), (Lichota, A. y col., 2019) (Muniyandi, K. y col., 2019) (Rojas, J., Buitrago, A., 2019). Poseen además actividad anti-inflamatoria,

antialérgica, antitrombótica, antimicrobiana y antineoplásica, entre otras (Soares, J.C, y col., 2019; Rakh M. S. y col., 2012; Zhou, J. y col., 2019; Islam, S.M.A. y col., 2013; Gavamukulya, y col., 2019).

Muchos estudios han demostrado que el consumo de frutas y vegetales está asociado con mejora de la salud. A nivel internacional es reconocida la capacidad de las frutas en proporcionar metabolitos secundarios que aportan actividades antioxidantes, y existe numerosa bibliografía que sustenta esta premisa.

Gitonés-Vilaplana y col., en el año 2014, reportaron algunas actividades biológicas y la actividad antioxidante de cinco frutos en América Latina, así las bayas de "Maqui" y "Acai" fueron las más interesantes en cuanto a actividad antioxidante, con valores de 13,930 y 7,060 ± 130 µmol ET/100g, respectivamente.

En 2019, Alothmany y col., estudiaron el contenido de fenoles y la actividad antioxidante de tres frutos tropicales, *Ananas comosus* "Piña",

Musa paradisiaca “Banana” y *Psidium guajava* “Guayaba”, y reportaron la mayor cantidad de fenoles y actividad antioxidante en Guayaba.

En el presente estudio se analizó el contenido de fenoles totales y la actividad antioxidante en veinte extractos acuosos liofilizados provenientes de frutos de la flora salvadoreña, el fruto que contiene mayor cantidad de fenoles totales es el de *Theobroma cacao* “Cacao”; mientras que el fruto que presentó una menor cantidad de fenoles fue *Phyllanthus acidus* “Guinda”.

Los frutos que tienen mayor cantidad de eliminación de radicales DPPH y portan mayor actividad antioxidante son *Licania platypus* “Sunza” y *Eriobotrya japonica* “Níspero”, seguidos de *Spondias purpurea* “Jocote corona” y *Artocarpus altilis* “Árbol de pan”. Los frutos que tienen menor concentración son: *Gonolobus taylorianus* “Cuchamper”, *Phyllanthus acidus* “Guinda”, *Momordica charantia* “Jaiba”, *Persea schiedeana* “Chucte” y *Selenicereus undatus* “Pitahaya”.

Los resultados de cuantificación de fenoles totales y actividad antioxidante indican que en el país existen frutos tropicales que pueden utilizarse como una fuente de sustancias interesantes para prevenir enfermedades ocasionadas por el estrés oxidativo, o para el desarrollo de fitocosméticos, como se ha demostrado anteriormente (Hernández y col., 2011; Gama de Souza y col., 2020; Lubinska-Szczygeł y col., 2018). Por tanto, se debe impulsar el desarrollo de cultivos que permitan la explotación y desarrollo de los frutos, al mismo tiempo que asegure la protección del medio ambiente e incentive la economía en los mercados locales.

METODOLOGÍA

Recolección de los frutos y preparación de extractos

Los frutos de 20 especies salvadoreñas se recolectaron en su estado pleno de maduración y fueron identificados por la curadora Jenny Menjivar, del Museo de Historia Natural de El Salvador, estos fueron: *Annona diversifolia* Saff (“Anona blanca” y “Anona rosada”), *Annona purpurea* Moc. & Sessé ex Dunal (“Cincuya”), *Artocarpus altilis* (Parkinson), Fosberg (“Árbol de pan”), *Chrysobalanus icaco* L. (“Icaco”), *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. (“Níspero”), *Gonolobus taylorianus* W.D. Stevens & Montiel (“Cuchamper”), *Licania platypus* (Hemsl.), Pittier (“Sunza”), *Momordica charantia* L. (“Jaiba”), *Muntingia calabura* L. (“Capulín”), *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill. (“Tuna”), *Passiflora platyloba* Killip (“Granadilla de huesito”), *Passiflora quadrangularis* L. (“Granadilla de refresco”), *Persea schiedeana* Nees (“Chucte”), *Phyllanthus acidus* (L.) Skeels (“Guinda”), *Selenicereus undatus* (Haw.) D.R. Hunt (“Pitahaya”), *Spondias purpurea* L. (“Jocote chapín”, “Jocote tronador” y “Jocote de corona”) y *Theobroma cacao* L. (“Cacao”). (Figura 1)

Los frutos fueron extraídos con agua en un baño ultrasónico por 30 minutos a 20°C, a una concentración del 10% m/v. Posteriormente, se filtró el extracto obtenido con papel Whatman No. 91, y se almacenó en un ultracongelador (Fischer Scientific, Isotemp) a -20 °C. Este proceso se llevó a cabo por triplicado. Los extractos acuosos fueron congelados a -20°C, y posteriormente liofilizados en un liofilizador (LABCONCO, Freezezone Modelo 7740030) a una presión de 0.1 mm Hg a -50 °C, por un período de 72 horas.

Cuantificación de Fenoles Totales por el método Folin-Ciocalteu

Los fenoles totales fueron cuantificados en los extractos acuosos liofilizados de los frutos, con el método modificado de Magoni y *col*, (2015).

Así, se desarrolló un color azul al agregar el

reactivo de Folin-Ciocalteu, el cual es leído a una longitud de onda de 760 nm, empleando ácido gálico como estándar en un espectrofotómetro UV-Vis, modelo GENESYS 10s. El contenido de fenoles fue expresado en mg ácido gálico/100 g de fruto fresco.



Figura 1. Frutos recolectados en la Flora Salvadoreña

Determinación de la actividad antioxidante por método DPPH

El ensayo DPPH (2,2'-difenil-1-picrilhidracilo) fue realizado mediante la técnica modificada por Magoni y col. (2015).

La solución stock se preparó por dilución del DPPH en metanol para obtener una concentración de operación de 5 mM. Se diluyó la solución anterior con etanol hasta llegar a la concentración de trabajo 50 μmol en un volumen final de 30 mL. Se realizaron las lecturas a una longitud de onda de 515 nm, con un espectrofotómetro UV-Vis, modelo GENESYS10S UV-Vis., que expresa los resultados en micromoles (μmol), equivalentes de Trolox por 100 g de peso del fruto fresco. Se realizó un análisis por triplicado para cada dilución.

Análisis Estadístico

Los resultados fueron comparados a través de un análisis de varianza (ANOVA de una sola vía) y el software StatGraphics, versión 16.2.04. La comparación de cantidades se realizó por la prueba Tukey. Diferencias estadísticas fueron consideradas para ser significativas ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuantificación de Fenoles totales

Para la cuantificación de fenoles totales, se realizó una curva de calibración con 6 concentraciones leídas por cuadruplicado, obteniendo la siguiente ecuación de la recta: $Y = 8.10442 \times 10^{-3}X + 5.75353 \times 10^{-3}$ con un coeficiente de correlación $R^2 = 0.999473$. Los polifenoles son un gran grupo de compuestos presentes en la naturaleza, que poseen anillos aromáticos con sustituyentes hidroxilos entre los cuales tenemos: fenoles simples y benzoquinonas, ácidos fenólicos, ácido hidroxicinámico,

cromonas, cumarinas, isocumarinas y polipropenos, naftoquinonas, xantonas, estilbenos y antraquinonas, flavonoides e isoflavonoides, lignanos y neolignanos, biflavonoides, ligninas, y taninos condensados. (Leighton y Urquiaga 2001)

En la presente investigación, la semilla del fruto de *Theobroma cacao* "Cacao" (433.81 mg/100g pf) mostró un mayor contenido de polifenoles totales, seguido del mesocarpo del fruto de *Annona diversifolia* "Anona rosada" (201.03 mg/100g pf), exocarpo y mesocarpo del fruto de *Spondias purpurea* "Jocote chapín" (154.66 mg/100g pf), exocarpo y mesocarpo del fruto de *Muntingia calabura* "Capulín" (152.09 mg/100g pf) y mesocarpo del fruto de "Anona blanca" (150.74 mg/100g pf). Es de hacer notar que la semilla del fruto de *Theobroma cacao* "Cacao" presentó una cantidad de polifenoles que es el doble del contenido en el mesocarpo del fruto de la *Annona diversifolia* "Anona rosada". Por otra parte, el fruto con menor contenido de polifenoles es el exocarpo y mesocarpo de *Phyllanthus acidus* "Guinda" (6.97 mg/100 g pf) (Figura 2) (Tabla 1).

Es interesante considerar realizar en un futuro la cuantificación de fenoles y actividad antioxidante en las diferentes variedades de cacao presentes en El Salvador, ya que el cultivo del "cacao" es una alternativa viable en la diversificación de la matriz productiva y la recuperación del medio ambiente; además de ser una fuente de ingreso por la comercialización del "cacao" y sus derivados, algo que puede contribuir a minimizar la pobreza en las zonas vulnerables y la mejora de su seguridad alimentaria. En El Salvador se impulsa la reactivación del "Cacao", con el objetivo de lograr importantes beneficios económicos y sociales por la rentabilidad de este rubro, lo que ayuda a recuperar una práctica ancestral en la tradición del país. Además, se abre la posibilidad de incidir

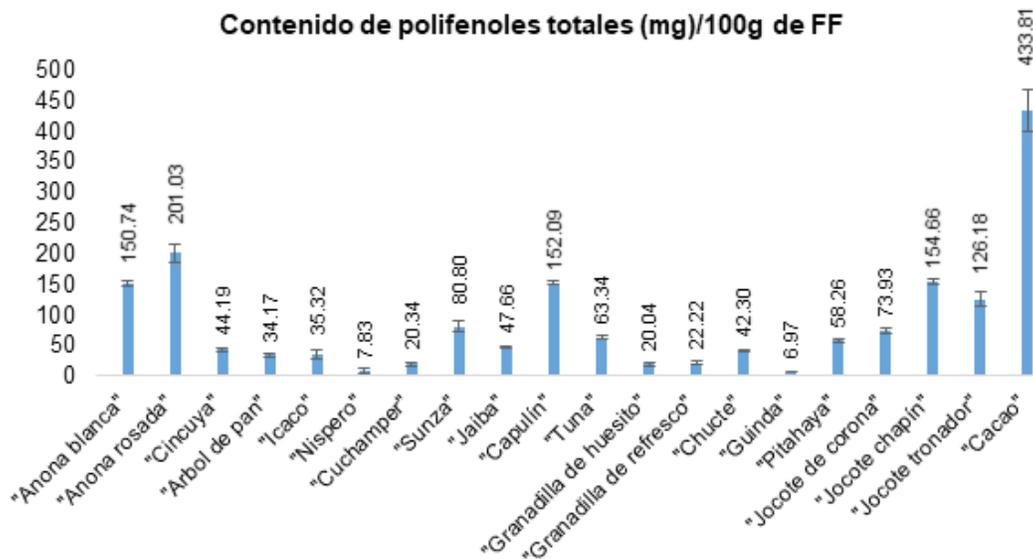


Figura 2. Contenido de polifenoles totales expresado en mg/100 g de fruto fresco, $P \leq 0.05$.

positivamente en otros sectores económicos como el turismo, que podría sustentarse con las culturas ancestrales alrededor del "cacao", que agregue valor a la herencia de los pueblos originarios en la identidad cultural del país (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018). Los indios centroamericanos, usaban la grasa de la semilla para curar heridas, además, está reportada para tratar heridas, erupciones, quemaduras, labios rajados, afecciones dérmicas, dolor de muelas, fatiga, malaria y reumatismos (Grijalva Pineda, A., 2006).

Por otra parte, al evaluar el contenido de fenoles totales entre las especies del género *Annona*, se comprueba que existen diferencias estadísticas significativas entre los mesocarpos de cada fruto evaluados. Así, el contenido de fenoles totales en *Annona diversifolia* "Anona rosada" (201.03 mg/100g pf), es mayor que en *Annona diversifolia* "Anona blanca" (150.74 mg/100g pf) y *Annona purpurea* "Cincuya" (44.19 mg/100g pf), por lo que, se volvería más recomendable el consumo o utilización de la "Anona rosada" en la búsqueda de la prevención de padecimientos generados por el estrés oxidativo, además de la fabricación de fitocosméticos o suplementos

nutricionales.

Annona diversifolia, es un fruto nativo de América Central, que se ha convertido en un cultivo importante debido a su delicioso sabor, alto contenido en pulpa, valor nutricional y propiedades antioxidantes. La pulpa del fruto es utilizada como cataplasma para reducir las inflamaciones. (Chízmar, 2009).

Con el estudio de los frutos, se pretende incentivar el cultivo y comercialización de estas especies, no solamente para el consumo sino también como un aporte en la dieta que coadyuve el tratamiento de enfermedades generadas por el stress oxidativo o en la búsqueda y desarrollo de fitocosméticos.

Determinación de la actividad antioxidante

Se utilizaron 6 concentraciones de estándares para graficar la curva de calibración, los cuales fueron leídos por cuadruplicado, obteniendo la siguiente ecuación de la recta: $Y = -1.103220 \times 10^{-3}X + 0.5479121$ y un coeficiente de correlación $R^2 = 0.999215$. Después de realizar la cuantificación de la actividad antioxidante

para cada extracto liofilizado, se obtuvieron los siguientes valores de captación del radical DPPH. (Tabla 1 y Figura 3)

De acuerdo a estos resultados, los frutos con mayor actividad antioxidante son: *Eriobotrya japonica* "Níspero" (7558.39 $\mu\text{mol Eq Trolox}/100\text{ g pf}$), y *Licania platypus* "Sunza" (7356.84 $\mu\text{mol Eq Trolox}/100\text{ g pf}$), seguidos de *Spondias purpurea* "Jocote corona" (5517.88 $\mu\text{mol Eq Trolox}/100\text{ g pf}$); y *Artocarpus attilis* "Árbol de

pan" (5354.00 $\mu\text{mol Eq Trolox}/100\text{ g pf}$). Por otra parte, los frutos que presentan menor actividad antioxidante, en orden ascendente, son: *Gonolobus taylorianus* "Cuchamer" (359.76 $\mu\text{mol Eq Trolox}/100\text{ g pf}$), *Phyllanthus acidus* "Guinda" (527.94 $\mu\text{mol Eq Trolox}/100\text{ g pf}$), *Momordica charantia* "Jaiba" (567.40 $\mu\text{mol Eq Trolox}/100\text{ g pf}$), *Persea schiedeana* "Chucte" (626.32 $\mu\text{mol Eq Trolox}/100\text{ g pf}$) y *Selenicereus undatus* "Pitahaya" (826.05 $\mu\text{mol Eq Trolox}/100\text{ g pf}$).

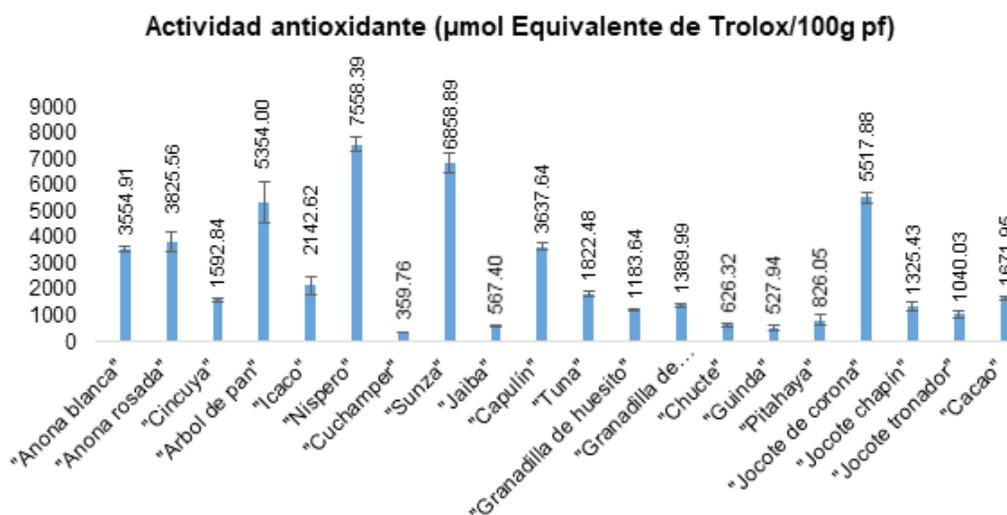


Figura 3. Actividad antioxidante por el método DPPH expresado en $\mu\text{mol Equivalente de Trolox}/100\text{g}$ fruto fresco.

Eriobotrya japonica "Níspero", es una especie vegetal originaria de Japón, y que habita en las regiones tropicales de América, se extiende su cultivo en cafetales desde el sur de México, Centroamérica hasta la región Norte de Sur América, su mejor desarrollo y producción es entre 0-600 m.s.n.m, aunque en la actualidad no existen plantaciones comerciales, solo se encuentran árboles en huertos de traspatio y dispersos en fincas de café. El fruto es altamente perecedero y almacenado a temperatura ambiente, no resiste más de ocho días. Se ha empleado tradicionalmente una infusión de los frutos jóvenes y de las flores para aliviar los problemas pulmonares (Chízmar Fernández, C. y col, 2009.). En un estudio realizado por

Turola y col, (2017) se encontró un contenido fenólico y capacidad antioxidante en este fruto, con cantidades de 11.17 mg/100g y 130.03 $\mu\text{mol equivalente de Trolox}/100\text{g}$, respectivamente. Además, se ha determinado que existe una correlación positiva entre el contenido de fenoles totales, flavonoides y la capacidad antioxidante, esto sugiere que los flavonoides y compuestos fenólicos son los que contribuyen en gran manera a la actividad antioxidante. En ese estudio se encontraron cantidades de fenoles totales que oscilaron entre 14 y 25.3 mg/100g de "Níspero" y capacidades antioxidantes desde 285 a 585 $\mu\text{mol equivalente de Trolox}/100\text{g}$. (Ercisli S., 2012)

Licania platypus "Sunza", es nativa de

Mesoamérica y Colombia, crece en forma silvestre en elevaciones de 0–600 m, comúnmente en los bosques tropicales cercanos a los ríos y limitada a bajas elevaciones (Morton, J.F., 1987). Algunas veces, los frutos no son muy apreciados porque son muy fibrosos y la semilla es muy grande, pero aun así, se venden en los mercados populares. Este es el primer estudio de este tipo en “Sunza”. Tiene potencial comercial por su buen tamaño y facilidad de transporte, pero es necesaria la selección de cultivares de mejor calidad. (Orellana Polanco, A.D., 2014)

La decocción del fruto de *Spondias purpurea* (“Jocote de corona”), se utiliza en el Norte de Centroamérica para lavar heridas y curar dolores en la boca; también se elabora un jarabe que alivia la diarrea crónica (Chízmar Fernández, C., 2009.). Los frutos de *Spondias purpurea* son fuente de compuestos fenólicos, tales como taninos, ácidos fenólicos, flavonoides y carotenoides (Silva 2016; Solorzano-Morán 2015). Su nombre proviene del náhuatl “Xocotl”, término genérico para los frutos agrios. Es nativo del Sur de México, Centro América y de las Antillas. En la actualidad se encuentra diseminado por el Caribe y América Tropical. Su cultivo requiere de temperaturas entre 18 a 28°C, y de altitudes de 900 a 1,200 msnm, encontrándose las áreas de cultivo en el occidente del país, en las zonas cafetaleras del Volcán de Santa Ana, alrededores del Lago de Coatepeque, Cerro Verde, en el oriente, en la zona cafetalera de Santiago de María, Berlín de Usulután y en el norte del Volcán de San Vicente. Cuando el árbol sobrepasa los 10 años de edad, es sumamente productivo, con datos de productores que reportan producciones por árbol de 2,000 a 3,000 frutos. En la actualidad es demandado para exportación como fruta congelada, y en almíbar, por ser una fruta nostálgica de gran demanda entre los salvadoreños en el exterior especialmente

los Estados Unidos y Canadá. (Cruz Pineda, E., 2002) (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Oferta Frutícola de El Salvador, 2004) (Vanegas, M. de J., 2005)

Artocarpus altilis “Árbol de pan”, es nativa de Asia y ahora distribuida por todos los trópicos del mundo. Es cultivada por sus frutos comestibles, y produce cosecha a los cinco años. Puede obtenerse hasta 11 toneladas/hectárea/año de frutos para una densidad de 100 árboles/hectárea (154 qq/mz/año). Las semillas de pan, son ricas en carbohidratos, y son una buena fuente de vitaminas y minerales (Orellana Polanco, A.D., 2014). En otros estudios se detectó la presencia de flavonoides, ácidos cinámicos (ácido cafeico y ácido clorogénico) y taninos (ácido elágico, ácido galico, epicatequina, castalagina y vescalagina) en los frutos de *Artocarpus altilis*. (Soifoini y col, 2018)

Análisis estadístico

La prueba ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso se encontró de 2760.08 y 2016.54 para polifenoles totales y actividad antioxidante respectivamente, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 20 variables con un nivel del 95.0% de confianza.

Con el uso de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher, se identificaron 12 grupos homogéneos en la determinación de polifenoles totales y 15 grupos homogéneos en la determinación de la actividad antioxidante, con un riesgo del 5.0%.

Tabla 1. Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante en los frutos

Nombre científico/ "Nombre común"	Familia	Porción comestible utilizada	Lugar de recolección	Latitud y Longitud	No. Voucher	PFT ¹	DPPH ²
<i>Annona diversifolia</i> "Anona blanca"	Annonaceae	Mesocarpo del fruto	Cantón El Jocotón, Municipio de Coatepeque, Santa Ana	13.9192722 -89.518275	J. Menjívar et al. 4594	150.74	3554.91
<i>Annona diversifolia</i> "Anona rosada"	Annonaceae	Mesocarpo del fruto	Cantón El Jocotón, Municipio de Coatepeque, Santa Ana	13.919273 -89.518274	J. Menjívar et al. 4594	201.03	3825.56
<i>Annona purpurea</i> "Cincuya"	Annonaceae	Mesocarpo del fruto	Municipio de Santo Tomás, San Salvador	13.6430556 -89.130277	J. Menjívar et al. 4593	44.19	1592.84
<i>Artocarpus altilis</i> "Árbol de pan"	Moraceae	Semilla del fruto	Cantón Las Flores, Municipio de Chalchuapa, Santa Ana.	13.9725 -89.666944	J. Menjívar & U. Castillo 4644	34.17	5354.00
<i>Chrysobalanus icaco</i> "Icaco"	Chrysobalanaceae	Exocarpo y mesocarpo del fruto	Municipio de Santo Tomás, San Salvador	13.6425 -89.13111	J. Menjívar et al. 4591	35.32	2142.62
<i>Eriobotrya japonica</i> "Nispero"	Rosaceae	Mesocarpo del fruto	Cantón El Jocotón, Municipio de Coatepeque, Santa Ana	13.9194417 -89.518567	J. Menjívar & M. Nuñez 4645	7.83	7558.39
<i>Gonolobus taylorianus</i> "Cuchamper"	Apocynaceae	Mesocarpo del fruto	Municipio de Santo Tomás, San Salvador	13.642777 -89.131111	J. Menjívar et al. 4590	20.34	359.76
<i>Licania platypus</i> "Sunza"	Chrysobalanaceae	Mesocarpo del fruto	Municipio de Santa Ana, Santa Ana	13.977689 -89.554277	J. Menjívar et al. 4589	80.80	6858.89
<i>Momordica charantia</i> "Jaiba"	Cucurbitaceae	Arilo y semilla del fruto	Cantón El Jocotón, Municipio de Coatepeque, Santa Ana	13.917855 -89.519475	J. Menjívar & M. Nuñez 4691	47.66	567.40
<i>Muntingia calabura</i> "Capulín"	Muntingiaceae	Exocarpo y mesocarpo del fruto	Municipio de Santa Ana, Santa Ana.	13.9761794 -89.560731	J. Menjívar et al. 4695	152.09	3637.64
<i>Opuntia cochenillifera</i> "Tuna"	Cactaceae	Exocarpo y mesocarpo del fruto	Cantón El Barro- Los Ausoles, Municipio y Departamento de Ahuachapán	13.9193667 -89.836131	GC 4661	63.34	1822.48
<i>Passiflora platyloba</i> "Granadilla de huesito"	Passifloraceae	Arilo, semilla y endocarpo del fruto	Universidad de El Salvador, San Salvador	13.719581 -89.200569	J. Menjívar et al. 4592	20.04	1183.64
<i>Passiflora quadrangularis</i> "Granadilla de frescoso"	Passifloraceae	Arilo, semilla y endocarpo del fruto	Municipio de Mejicanos, San Salvador	13.724711 -89.221105	J. Menjívar & M. Nuñez 4694	22.22	1389.99

Nombre científico/ "Nombre común"	Familia	Porción comestible utilizada	Lugar de recolección	Latitud y Longitud	No. Voucher	PFT ¹	DPPH ²
<i>Persea schiedeana</i> "Chucte"	Lauraceae	Mesocarpo del fruto	Cantón El Jocotón, Municipio de Coatepeque, Santa Ana	13.917726 -89.519575	J. Menjivar & M. Núñez 4205	42.30	626.32
<i>Phyllanthus acidus</i> "Guinda"	Phyllanthaceae	Exocarpo y mesocarpo del fruto	Municipio de Chalchuapa, Santa Ana	13.98171 -89.671709	J. Menjivar & U. Castillo 4692	6.97	527.94
<i>Selenicereus undatus</i> "Pitahaya"	Cactaceae	Exocarpo y mesocarpo del fruto	Cantón San Lorenzo, Municipio de Sensuntepeque, Cabañas	13.9059667 -88.665994	GC 4662	58.26	826.05
<i>Spondias purpurea</i> "Jocote tronador"	Anacardiaceae	Exocarpo y mesocarpo del fruto	Cantón El Jocotón, Municipio de Coatepeque, Santa Ana	13.9192278 -89.518433	J. Menjivar et al. 4641	73.93	1040.03
<i>Spondias purpurea</i> "Jocote corona"	Anacardiaceae	Exocarpo y mesocarpo del fruto	Cantón El Jocotón, Municipio de Coatepeque, Santa Ana	13.9195083 -89.518675	J. Menjivar et al. 4595	154.66	5517.88
<i>Spondias purpurea</i> "Jocote chapin"	Anacardiaceae	Exocarpo y mesocarpo del fruto	Cantón Las Lajas, Sonsonate	13.826111 -89.594722	J. Menjivar et al. 4642	126.18	1325.43
<i>Theobroma cacao</i> "Cacao"	Malvaceae	Semilla	Municipio de Santo Tomás, San Salvador	13.6430556 -89.130278	J. Menjivar & M. de Díaz 4696	433.81	1671.95

¹Polifenoles totales expresado como (mg)/100 g de FF por extracto.

²2,2'-difenil-1-picrilhidracilo, actividad antioxidante expresada en μmol Equivalente de Trolox/100g peso fresco.

CONCLUSIONES

Se presentan por primera vez resultados de actividad antioxidante y cuantificación de fenoles totales de frutos de la flora salvadoreña. En este se encontró que el *Theobroma cacao* "Cacao", es la especie vegetal con mayor contenido de fenoles totales, mientras que el fruto que presentó una menor cantidad de fenoles fue *Phyllanthus acidus* "Guinda".

Los frutos que tienen mayor actividad antioxidante son *Eriobotrya japonica* "Níspero" y *Licania platypus* "Sunza", seguidos de *Spondias purpurea* "Jocote corona" y *Artocarpus altilis* "Árbol de pan", en los cuales, la cantidad encontrada de μmoles equivalentes

de trolox por cada 100 g de fruto fresco, son significativamente diferentes entre ellas y los demás frutos, con una significancia de 0.05. Los frutos que tienen menor concentración son: *Gonolobus taylorianus* "Cuchamper", *Phyllanthus acidus* "Guinda", *Momordica charantia* "Jaiba", *Persea schiedeana* "Chucte" y *Selenicereus undatus* "Pitahaya". Los resultados de cuantificación de fenoles totales y actividad antioxidante indican que en el país existen frutos tropicales que pueden promoverse en la dieta diaria e influir en la prevención de enfermedades ocasionadas por el estrés oxidativo, o para el desarrollo de fitocosméticos o nutracéuticos.

Se debe impulsar el desarrollo de los cultivos más prometedores, con el fin de asegurar la

salud de la población e incentivar la economía en los mercados locales.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada con el apoyo financiero de la Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador, Centro América, mediante el proyecto SIC-UES 14.08.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahou, J., Zhai, J, Zheng, W., Han, N., Liu, Z., Lv, G., Zheng, X., Chang, S., Yin, J. (2019). *The antithrombotic activity of the active fractions from the fruits of Celastrus orbiculatus Thunb through the anti-coagulation, anti-platelet activation and anti-fibrinolysis pathways*, Journal of Ethnopharmacology, 241, 111974. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.111974>
- Chapingo, U. A. (2015). *Anonaceas. Plantas antiguas. Estudios recientes. 2ª Parte*, E. Vidal Lezama, N. A. Vidal Martínez, & L. Vidal Hernández, Eds.
- Chízar Fernández, C.V., Chang Vargas, G., Lobo Cabezas, S., Quezada Hernández, A., Cerén López, J.G., Lara, L.R., Menjívar Cruz, J.E., Ruiz Valladares, I., House, P.R., Mejía Ordoñez, T., González, I.C., Correa Arroyo, M. (2009). *Plantas Comestibles de Centroamérica*, 1ª ed., Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio.
- Cintra Soares, J., Luiz Rosalen, P., Goldoni Lazarini, J., Prado Massarioli, A., Fortunato da Silva, C., Dias Nani, B., Franchin, M., Matias de Alencar, S. (2019). *Comprehensive characterization of bioactive phenol from new Brazilian superfruits by LC-ESI-QTOF-MS, and their ROS and RNS scavenging effects and anti-inflammatory activity*, Food Chemistry, 281, 178-188.
- <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.106>
- Cruz Pineda, E. (2002). *Manejo agronómico del cultivo de jocote*, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 1-2.
- Ercisli S., Gozlekci S., Sengul M., Hegedus A., Tepe S. (2012). *Some physicochemical characteristics, bioactive content and antioxidant capacity of loquat (Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.) fruits from Turkey*, Scientia Horticulturae, 148, 185-189.
- Gama de Souza, F., Fernandez de Araújo, F., Paulo Farias, D., Wasem Zanotto, A., Neri-Numa, I. & Pastore, G. (2020). *Brazilian fruits of Arecaceae family: An overview of some representatives with promising food, Therapeutic and Industrial Applications*, Food Research International, 138 (part A), 109690.
- Gavamukulya, Y., Maina, E.N., Meroka, A.M., Madivoli, E.S., El-Shemy, H.A., Magoma, G., Wamunyokoli, F. (2019). *Liquid chromatography single quadrupole mass spectrometry (LC/SQ MS) Analysis reveals presence of novel antineoplastic metabolites in ethanolic extracts of fruits and leaves of Annona muricata*, Pharmacognosy Journal, 11(4), 660-668. <https://doi.org/10.5530/pj.2019.11.104>
- Gironés-Vilaplana, A., Baenas, N., Villano, D., Seisky, H., García-Viguera, C., & Moreno, DA. (2014). *Evaluation of Latin-American fruits rich in phytochemicals with biological effects*, Journal of Functional Foods, 7, 599-608.
- Grijalva Pineda, A., (2006). *Flora útil etnobotánica de Nicaragua*, 1ª Edición, Ministerio de Medio Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), 69
- Hernández Hernández, R., Carrillo Inungara, M., & Reyes Munguía, A. (2011). *Puam (Muntingia calabura): Potencial antioxidante y antimicrobiano*, Revista

- Academica de Investigación, 1(8).
- Ishihara, J., Umesawa, M., Okada, C., Kokubo, Y., Iso, H. (2018). *Relationship between vegetables and fruits (antioxidant vitamins, minerals and fiber) intake and risk of cardiovascular disease*, Encyclopedia of cardiovascular research and medicine, 249-283. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809657-4.99601-7>
- Islam, S.M.A., Ahmed, K.T., Manik, M.K.; Wahid, M.A., Kamal, C.S.I. (2013). *A comparative study of the antioxidant, antimicrobial, cytotoxic and thrombolytic potential of the fruits and leaves of Spondias dulcis*, Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 3(9), 682-691. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(13\)60139-2](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(13)60139-2)
- Lubinska-Szczygeł, M., Róžańska, A., Dymerski, T., Namieśnik, J., Katrich, E., Gorinstein, S. (2018). *A novel analytical approach in the assessment of unprocessed Kaffir lime peel and pulp as potential raw materials for cosmetic applications*, Industrial Crops & Products, 120(2018), 313-321.
- Lichota, A., Gwozdziński, L., Gwozdziński, K. (2019). *Therapeutic potential of natural compounds in inflammation and chronic venous insufficiency*, European Journal of Medicinal Chemistry, 176, 68-91. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2019.04.075>
- Leighton, F. y Urquiaga I., (2001). *Polifenoles del vino y Salud Humana, Antioxidantes y Calidad de Vida*, Revista antioxidantes y calidad de vida online, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Magoni, C., Bruni, I., Guzzetty, L., Sangiovanni, E., Dell'Agil, M., & Massimo, L. (2015). *Coffee pulp waste as a source of antioxidant phytocomplexes*, Expo Milano Nutrire Il Pianeta Energia per La Vita.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2004). *Boletín de mercado: Oferta Frutícola de El Salvador*, Primera Edición, 8-9.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2018). *Política para el desarrollo de la cadena de Cacao de El Salvador*, 5-20.
- Morton, J.F. (1999) *Fruits of Warm Climates*, Winterville, N.C.: Distributed by Creative Resources Systems.
- Muniyandi, K., George, E., Sathyanarayanan, S., George, B.P., Abrahamse, H., Thamburaj, S., Thangaraj, P. (2019). *Phenolics, tannins, flavonoids and anthocyanins contents influenced antioxidant and anticancer activities of Rubus fruits from Western Ghats, India*, Food Science and Human Wellness, 8, 73-81 <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.03.005>
- Orellana Polanco, A.D., (2014). *Catálogo de frutales nativos de Guatemala*, Ministerio de Agricultura y alimentación, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA).
- Rojas, J., Buitrago, A. (2019). Chapter 1- *Antioxidant activity of phenolic compounds biosynthesized by plants and its relationship with prevention of neurodegenerative diseases*, Bioactive Compounds, 3-31. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814774-0.00001-3>
- Rakh, M.S., Khedkar, A.M., Aghav, N.N., Chudhari, S.R. (2012). *Antiallergic and analgesic activity of Momordica dioica Roxb. Willd fruit seed*, Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2(1), S192-S196. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(12\)60157-9](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(12)60157-9)
- Silva, R.V., Costa, S.C.C., Branco, C.R.C., Branco, A. (2016). *In vitro photoprotective activity of the Spondias purpurea L. peel crude extract and its incorporation in a pharmaceutical formulation*, Industrial Crops and Products, 83, 509-514. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.077>

Soifoini, T., Donno D., Jeannoda, V., Rakotoniaina, E., Hamidou, S., Achmet, S.M., Solo, N.R., Afraitane, K., Giacoma, C., Beccaro, G.L. (2018). *Bioactive Compounds, Nutritional Traits, and Antioxidant Properties of Artocarpus altilis (Parkinson) Fruits: Exploiting a Potential Functional Food for Food Security on the Comoros Islands*, Journal of Food Quality, 3, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2018/5697928>

Turola Barbi, R.C., Teixeira, G.T., Hornung, P.S., Ávila S., Hoffmann R.R. (2017). *Eriobotrya japonica seed as a new source of starch: assessment of phenolic compounds, antioxidant activity, thermal, rheological and morphological properties*, Food Hydrocolloids, 77(April 18), 646-658.

Vanegas, M. de J., (2005). *Guía Técnica del Cultivo del jocote*, Primera Edición, 625.



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



Evidencia de citrato de sildenafilo en formulaciones herbolarias afrodisiacas comercializadas en San Salvador, El Salvador, por metodología HPLC-DAD y RMN 1H

Evidence of sildenafil citrate in aphrodisiac herbal formulations marketed in San Salvador El Salvador, by HPLC-DAD and NMR 1H methodology

Josué R. Villacorta¹, David A. Servellón², Isabel L. Bazzocchi³, David Torres-Romero¹

Correspondencia:
davidftorre@gmail.com

Presentado: 15 de octubre de 2020
Aceptado: 5 de noviembre de 2020

- 1 Químico Farmacéutico Profesor Universitario.
- 2 Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología, El Salvador.
- 3 Instituto Universitario de Bio-Organica Antonio González, Departamento de Química Orgánica, Universidad de La Laguna, España.

RESUMEN

Introducción: Los productos herbolarios han sido utilizados para el tratamiento de muchas enfermedades y a diferencia de los fármacos convencionales, se perciben seguros e inofensivos debido a su origen natural. La adulteración de productos naturales usados para la mejora del deseo sexual, se está volviendo recurrente en la actualidad. **Objetivo:** En este estudio se detecta la presencia y determina la dosis farmacológica de citrato de sildenafilo, un inhibidor de la fosfodiesterasa-5, en productos naturales, presuntamente adulterados, que se comercializan en mercados y tiendas tipo "sex-shop" como estimulantes del deseo sexual en hombres. **Metodología:** Se identifica y determina el contenido de sildenafilo en 21 productos herbolarios, a través de técnicas cromatográficas y espectroscópicas (CCF, HPLC-DAD y RMN 1H). **Resultados:** No existen evidencias de la presencia de sildenafilo en los productos evaluados procedentes de mercados, sin embargo, en las ventas tipo sex-shop, con altas probabilidades de adquisición de productos adulterados con este principio activo, se encontraron concentraciones que oscilan entre 12.7-132.2 mg/cápsula, dosis inferiores, próximas y superiores a las recomendadas por la FDA. **Conclusión:** Para los consumidores de productos herbolarios fraudulentos puede existir una interacción del sildenafilo con medicamentos vasodilatadores tipo nitratos, utilizados para la angina de pecho y la insuficiencia cardíaca congestiva. Estas interacciones aunado a los efectos adversos de tipo cardíaco (hipotensor) del sildenafilo en sí mismo, podría ser muy grave para la salud de los consumidores. Se insta a una estricta regulación de la industria de productos naturales en zonas muestreadas.

Palabras claves: sildenafilo, identificación, herbolaria, HPLC-DAD, RMN.

ABSTRACT

Introduction: Herbal products have been used for the treatment of many diseases and unlike conventional drugs, they are perceived as safe and harmless due to their natural origin. The adulteration of natural products used for the improvement of sexual desire is becoming recurrent nowadays. **Objective:** This study detects the presence and determines the pharmacological dose of sildenafil citrate, a phosphodiesterase-5 inhibitor, in presumed adulterated natural products, that are commercialized in markets and “sex-shops” type store as stimulants of sexual desire in men. **Methodology:** The sildenafil content in 21 herbal products was identified and determined, using chromatographic and spectroscopic techniques (CCF, HPLC-DAD, and NMR 1H). **Results:** There was not evidence of the presence of sildenafil in the evaluated products from the markets. However, in the sex-shop type sales, with high probabilities of acquisition of adulterated products with this active principle, concentrations found were in a range from 12.7-132.2 mg/capsule. Representing lower, intermedium and higher doses than those recommended by the FDA. **Conclusion:** For consumers of fraudulent herbal products, there may be an interaction of sildenafil with vasodilator medicines such as nitrates, used for angina pectoris, and congestive heart failure. These interactions, together with the adverse cardiac-type (hypotensive) effects of sildenafil, could have serious effect on the health of consumers. Strict regulation of the natural products industry in sampled sites is urged.

Keywords: sildenafil, identification, herbal, HPLC-DAD, NMR.

INTRODUCCIÓN

El interés de las personas de mejorar su salud, mediante el uso de productos herbolarios o suplementos dietéticos de origen natural, aumenta exponencialmente.¹ Existe una gran variedad de estos productos en el mercado que prometen un tratamiento eficaz y seguro para distintos padecimientos de salud, sin tener evidencia científica al respecto.^{2,3}

Se está reconociendo cada vez más, que la disfunción eréctil en hombres es un problema de salud común.⁴ Se estima que a la edad de 40 años, aproximadamente el 40% de hombres posee algún grado de trastorno eréctil.⁵ Para el tratamiento farmacológico de la disfunción eréctil se usan, como fármacos de primera elección, los inhibidores de la fosfodiesterasa-5 (FDE-5).^{5,6} Los primeros inhibidores sintéticos de FDE-5 con licencia de comercialización por parte de la Administración de Alimentos y Medicamentos de EE.UU (FDA) fueron sildenafil, vardenafilo y tadalafilo.⁷

Dado que la difusión sexual tiene un impacto en la autoestima y en la relación con su pareja,

muchos pacientes buscan alternativas, en remedios a base de hierbas. Incluso, si los pacientes discuten el problema con el médico, es posible que no obtengan una receta médica debido a otras enfermedades subyacentes o la preocupación de posibles interacciones con otros medicamentos que el paciente toma.⁸ Por ejemplo, un efecto secundario conocido y grave del uso concomitante del sildenafil, un conocido vasodilatador, junto con medicamentos de tipo nitratos o nitritos, es una disminución significativa de la presión sanguínea⁹, y muchos pacientes con diabetes, hipertensión y enfermedades cardiovasculares son frecuentemente indicados con este tipo de fármacos.¹⁰ Por ello, personas que padezcan estas enfermedades pueden buscar productos a base de hierbas, como una alternativa a problemas de la disfunción eréctil.

Cada vez es más frecuente la práctica de adulteración mediante la adición de drogas sintéticas tipo inhibidores (FDE-5) o sus análogos, a los productos naturales; cuyo objetivo es asegurar o reforzar el efecto farmacológico esperado, lo que puede derivar en complicaciones cardiovasculares graves,^{11,12} e

incluso la muerte.¹³

La incorporación premeditada de inhibidores de la (FDE-5), sildenafil, tadalafil, vardenafil y sus análogos, en suplementos dietéticos con base natural, han sido ampliamente reportados en la bibliografía.^{14,15,16,17} Incluso agencias reguladoras de medicamentos en varias partes del mundo,¹⁹ emitieron alertas a la población por este tipo de práctica deshonestas en la producción de fitofármacos.¹⁸

En la presente investigación, un grupo de muestras de productos herbolarios adquiridos en mercados y tiendas tipo “sex-shop”, se sometieron a un cribado inicial para detectar la presencia de sildenafil con el correspondiente estándar de trabajo, con la metodología de Cromatografía en Capa Fina (CCF). Seguidamente, para descartar cualquier análogo de sildenafil, se hace uso de la técnica de Resonancia Magnética Nuclear de Protón (RMN ¹H). Por otra parte, es importante conocer las cantidades de principio activo en las muestras y determinar el riesgo a la salud que presentan las dosis presentadas en productos fraudulentos y para ello se emplea la técnica de Cromatografía Líquida de Alto Desempeño (HPLC-DAD). con Arreglo de Diodos.

MATERIAL Y MÉTODO

Estándares y reactivos

Alcohol metílico, acetato de etilo, *n*-hexano, diclorometano, trietilamina, todos calidad para análisis marca JTBaker, metanol y acetonitrilo grado HPLC marca JTBaker. El ácido ortofosfórico fue adquirido de Fluka. Se generó agua destilada y desionizada con el sistema Milli-Q (Milli-Pore; resistencia 18.2 MΩ). El estándar de referencia de citrato de sildenafil, con su certificado de calidad fue proporcionado por Bayer S.A. de C.V.

Adquisición de productos herbolarios

Los productos herbolarios en forma de capsulas se obtuvieron de un muestreo dirigido a mercados y tiendas “sex-shop”, que rotulan poseer una actividad estimulante del deseo sexual en hombres. El muestreo incluyó 28 establecimientos de mercados y 5 de tiendas tipo “sex-shop”, de donde se adquirieron 16 y 5 productos, respectivamente. Las Farmacias, no se tomaron en cuenta en este estudio, ya que en estos establecimientos se venden productos farmacéuticos y fitofármacos, registrados por la entidad reguladora de medicamentos de El Salvador.

Identificación de sildenafil utilizando CCF

Se codificó cada producto y se reunió el contenido de 10 cápsulas, cada muestra por separado, se colocó en 1 tubo de ensayo con rosca y se agregó 7 mL de metanol 50 % (v/v). A continuación, los tubos se llevaron a un sonicador por 15 minutos, se dejaron sedimentar durante 1 hora y se extrajo el metanol sobrenadante. Paralelamente, se preparó una solución de 10 mg/mL de citrato de sildenafil estándar de trabajo, como control positivo.

Las muestras y el estándar se inyectaron en un sistema cromatográfico de capa fina (CCF) de 200 μm de espesor y 25 μm de tamaño de partícula, con indicador de fluorescencia a 254 nm y se eluyeron con una fase móvil de cloroformo:acetato de etilo:metanol:agua (40:40:15:11). Finalmente, se llevaron a una cámara UV a 254 nm y tomaron las lecturas, se comparó el R_f de cada muestra con el estándar de sildenafil.²⁰ Para la visualización de manchas de los productos analizados y el estándar de referencia de sildenafil, se usó una lámpara de luz ultravioleta, marca UVP

modelo UV-GL25.

Identificación de sildenafil utilizando RMN ¹H

Para cada una de las muestras, se vació el contenido de una cápsula, trituró en un mortero y transfirió el polvo a un tubo de ensayo. A continuación, se agregó 10 mL de metanol e introdujo la muestra en sonicador por 15 minutos para disolver los compuestos polares solubles en el medio.²¹ Se tomó una alícuota de 2 mL y llevó a sequedad, con un rotaevaporador, disolviendo la muestra posteriormente en D₂O para la realización de experimentos de RMN ¹H. Los espectros de Resonancia Magnética Nuclear fueron obtenidos en un BRUKER AVANCE 500 MHz, los desplazamientos químicos (δ) se expresan en ppm y las constantes de acoplamiento (J) en Hz.

Identificación y cuantificación de sildenafil utilizando HPLC-DAD.

El citrato de sildenafil fue identificado y cuantificado en los productos herbolarios, con la adaptación de la metodología dada por la Farmacopea de los Estados Unidos de América N° 37 para sildenafil materia prima.^{22,23} El sistema de HPLC que se utilizó fue un aparato de la marca Shimadzu, modelo LC-2010AHT, controlado por el software LabSolution versión 5.82, columna Pinnacle II C18 (5 μ m 150 x 4.6 mm), detector de arreglo de diodos, SPD-M20A serie Prominence, longitud de onda UV: 280 nm. Tiempo de recorrido, 15 min y temperatura de la columna, 30 °C. La fase móvil consistió en una mezcla (58:25:17) de buffer, metanol y acetonitrilo (Buffer: 7 mL de trietilamina en 1 L de agua desionizada ajustado a pH de 3.0 con ácido fosfórico). La velocidad de flujo de 1 mL/min y el volumen de inyección de 20 μ L para muestras y estándar.

Preparación de muestras: Con base a la dosis terapéutica de sildenafil (50 mg/cápsula) que con mayor frecuencia se indica ⁶, se llevaron a cabo los cálculos de la cantidad de producto herbolario adulterado a utilizar para la determinación de su contenido. Cada muestra se trató con una cantidad equivalente a 10.0 mg de principio activo por cápsula y llevando a 10.0 mL con fase móvil. Se tomó 0.7 mL y llevó a un balón volumétrico de 25 mL. Para filtrar se utilizó una jeringa y filtros de membrana de nylon de 0.45 μ m de diámetro de poro y 25 mm diámetro de disco. Cada muestra se evaluó por triplicado y se realizaron tres inyecciones por repetición.²²

Preparación de soluciones estándar: Con el estándar de sildenafil se procedió a realizar una solución stock de 280 μ g/ml de citrato de sildenafil estándar de trabajo, y a partir de ésta se prepararon concentraciones de 3.4, 11.2, 22.4, 28, 34 y 45 μ g/ml, con las cuales se construyó una curva de calibración para evaluar las muestras. Se utilizó una micropipeteadora automática PIPETMAN Gilson con un rango de volumen de 0.2 μ L a 10 mL. El experimento se realizó por triplicado.

RESULTADOS

Mediante un exhaustivo estudio de campo, se identificaron los sitios de procedencia, lugares de venta y nombres comerciales de los productos herbolarios que se usan para el mejoramiento de la potencia sexual masculina. En los mercados de San Salvador, se obtuvieron los siguientes productos: Potén sex, Sexo Active, Triple poder sexual, Power sexual, Sabro palmito, MSM3, Poder sexual, Poder sexual 2, Garañón Forte H4, Maca, Ultra Garañón, Sexo Forte, Maca con Ginseng1, Maca con Ginseng 2, Potenciador sexual y Nutrison H3 Plus, que se les asignaron los códigos del M1-M16. (ver figura 1). En una segunda etapa se adquirieron en

tiendas tipo “sex-shop” los productos: Black and King, Zarparrilla, Rhino9 Fast Acting, Rhino99

Natural y Ride Natural, que le corresponden los códigos del M17-M2 (ver tabla 1).



Figura 1. Muestras obtenidas en mercados de San Salvador, El Salvador.

Tabla 1. Productos herbolarios analizados por cromatografía de capa fina.

Producto Herbolarios	Lugar de Compra	Código de muestra	CCF R _r = 0.22
Poten sex	Mercado Central	M-1	-
Sexo Active	Mercado Ciudad Delgado	M-2	-
Triple poder sexual	Mercado Tinetti	M-3	-
Power sexual	Mercado Central	M-4	-
Sabro palmetto	Mercado San Miguelito	M-5	-
MSM3	Mercado San Miguelito	M-6	-
Poder sexual	Mercado Central	M-7	-
Poder sexual 2	Mercado Central	M-8	-
Garañón Forte H4	Mercado Sagrado Corazón	M-9	-
Maca	Mercado Sagrado Corazón	M-10	-
Ultra Garañón	Mercado Central	M-11	-
Sexo Forte	Mercado Central	M-12	-
Maca con Ginseng 1	Mercado Central	M-13	-
Maca con Ginseng 2	Mercado Central	M-14	-
Potenciador sexual	Mercado Zacamil	M-15	-
Nutrison H3 Plus	Mercado Central	M-16	-
Black ant King	Adult Sex Shop	M-18	+
Zarparrilla	Sex shop Héroes	M-17	-
R9 Fast Acting	Amore Sex shop	M-19	+
Rhino99 Natural	Fantasy Sex Shop	M-20	+
Ride Natural	Adult Sex Shop	M-21	+
Sildenafil Estándar		ST	+

El screening inicial por CCF de todos los productos (M1-M21), frente al estándar de trabajo de citrato de sildenafil, produjo un resultado positivo para los productos M17, M19, M20 y M21, con perfil cromatográfico y R_f idéntico al del estándar de sildenafil ($R_f = 0.22$). Las muestras evaluadas con sospecha de incorporación intencional de sildenafil corresponden a los productos comprados en las tiendas tipo “sex-shop” (ver tabla 1).

Tanto para las 4 muestras de formulaciones herbolarias positivas en CCF, como para el estándar de trabajo de citrato de sildenafil, se obtuvieron los datos respectivos de RMN ^1H : desplazamientos químicos (δ), multiplicidad

(m) y constante de acoplamiento (J en Hz) (ver tabla 2). En ambos casos las muestras y el estándar de sildenafil, mostraron en sus espectros de RMN ^1H , señales comunes. A continuación, desarrollamos una breve descripción de los resultados del producto M17. Los protones identificados como H_1 , H_2 , H_3 y H_5 presentan señales típicas de protones alifáticos entre δ 0.93-2.82 ppm (ver numeración en la estructura química del sildenafil, tabla 2). Además, los protones H_4 , H_6 , H_{10} , H_{11} , H_{12} , H_{13} y H_{14} , presentan desplazamientos químicos entre 2.92-4.29 ppm, característicos de protones unidos a heteroátomo de tipo nitrógeno y oxígeno. La presencia de señales entre δ 7.33-

Tabla 2 Resultados del análisis de Resonancia Magnética Nuclear de proton (RMN ^1H) de productos adulterados con sildenafil. Datos obtenidos en RMN 500 MHz, D_2O (pH=3.3)



Sildenafil			M21		M19	
H	δ (ppm)	Multiplicidad	δ (ppm)	Multiplicidad	δ (ppm)	Multiplicidad
1	0.93	3H, t ($J=7.4$ Hz)	0.9	3H, t ($J=7.4$ Hz)	0.90	3H, t ($J=7.4$ Hz)
5	1.46	3H t ($J=7.0$ Hz)	1.43	3H t ($J=7.0$ Hz)	1.43	3H t ($J=7.0$ Hz)
2	1.73	2H, m	1.70	2H, m	1.70	2H, m
3	2.82	2H, t ($J=7.4$ Hz)	2.79	2H, t ($J=7.4$ Hz)	2.84	2H, t ($J=7.4$ Hz)
14	2.92	3H, s	2.90	3H, s	2.90	3H, s
11/12	3.62	4H s	3.20	4H, s	3.29	4H, s
10/13	3.94, 3.28	4H, s	3.92	4H, s	3.67	4H, s
4	4.18	3H, s	4.15	3H, s	4.19	3H, s
6	4.29	2H, q ($J=6.8$ Hz)	4.30	2H, q ($J=6.8$ Hz)	4.29	2H, q ($J=6.8$ Hz)
15	7.33	1H, d ($J=8.9$ Hz)	7.33	1H, d ($J=8.9$ Hz)	7.33	1H, d ($J=8.9$ Hz)
16	7.93	1H, d ($J=8.9, 3.0$ Hz)	7.93	1H, d ($J=8.9, 3.0$ Hz)	7.93	1H, d ($J=8.9, 3.0$ Hz)
17	8.07	1H, d ($J= 3.0$ Hz)	8.09	1H, d ($J= 3.0$ Hz)	8.08	1H, d ($J= 3.0$ Hz)

8.09 ppm corresponden a un anillo aromático tipo benceno.

El detector de arreglo de diodos del HPLC permitió obtener gráficos 3D de los 4 productos adulterados y del estándar de sildenafilo a una concentración de 23 µg/ml con su respectiva longitud de onda, tiempo de retención y absorbancia. En el minuto 9, se observan señales de absorción UV ²⁴ a diferentes longitudes de onda, idénticos en forma e intensidad del estándar y las muestras. A manera de ejemplo presentamos los gráficos 3D de la muestra M17 y el correspondiente estándar de sildenafilo. Ver figura 2.

Para cada una de las inyecciones de las muestras M17, M19, M20 y M21, se obtuvo los correspondientes cromatogramas de HPLC. Los tiempos de retención de las muestras se comparan con los del estándar de sildenafilo. Se registró un t_r de 9.822 min, para el estándar de sildenafilo y para los productos M17, M19, M20 y M21 t_r a 9.742, 9.736, 9.796 y 9.763 min, respectivamente. Ver Figura. 3.

Para la cuantificación en las 4 muestras positivas, al sildenafilo se aseguró la linealidad del sistema con las diluciones del correspondiente estándar hechas a 3.4, 11.2, 22.4, 28, 34 y 45 µg/ml y se construyó la curva de calibración, fijando el detector a una longitud



M17



M20

δ (ppm)	Multiplicidad	δ (ppm)	Multiplicidad
0.93	3H, t (J=7.4)	0.93	3H, t (J=7,4 Hz)
1.43	3H t (J=7.0 Hz)	1.43	3H t (J=7.0 Hz)
1.71	2H, m	1.71	2H, m
2.82	2H, t (J=7.4 Hz)	2.82	2H, t (J=7.4 Hz)
2.92	3H, s	2.92	3H, s
3.20	4H, s	3.20	4H, s
3.92	4H, s	3.92	4H, s
4.17	3H, s	4.17	3H, s
4.29	2H, q (J=6.8 Hz)	4.29	2H, q (J=6.8 Hz)
7.33	1H, d (J=8.9 Hz)	7.33	1H, d (J=8.9 Hz)
7.95	1H, d (J=8.9, 3.0 Hz)	7.93	1H, d (J=8.9, 3.0 Hz)
8.10	1H, d (J= 3.0 Hz)	8.11	1H, d (J= 3.0 Hz)

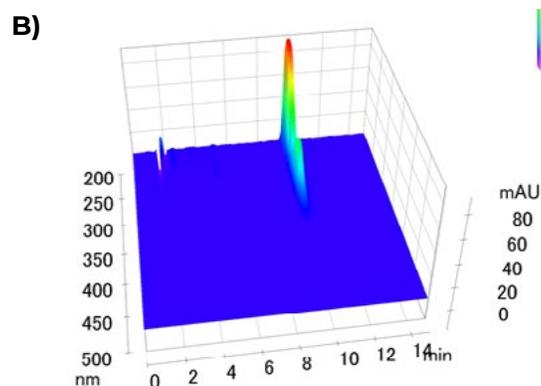
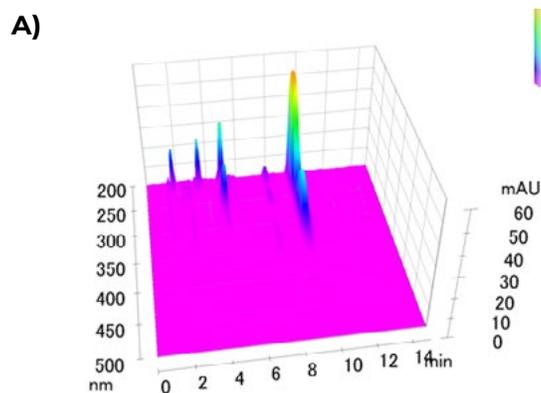


Figura 2. Gráficos UV 3D A) Muestra M17 B) Estándar de sildenafilo

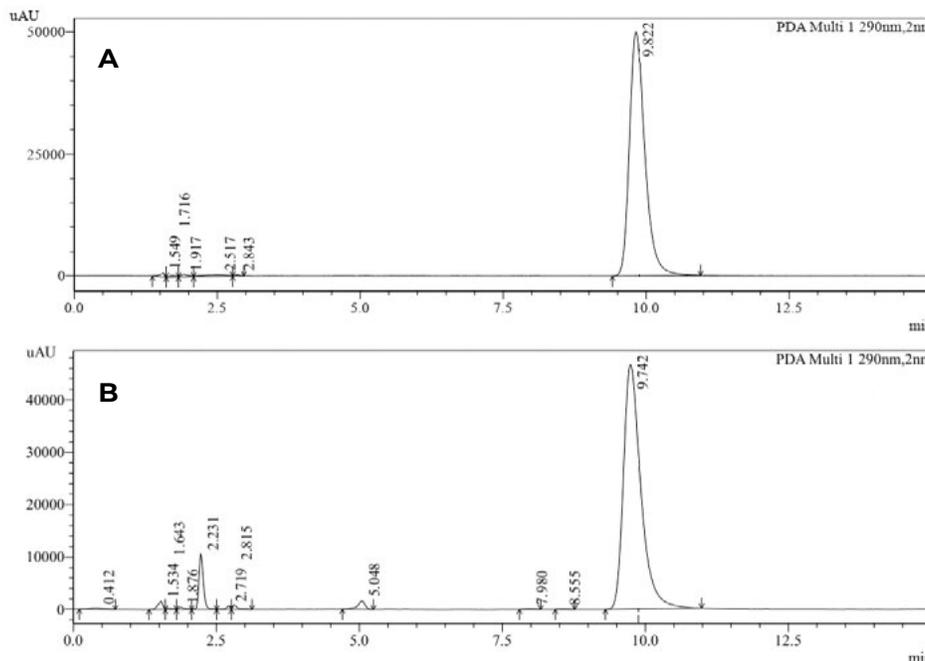


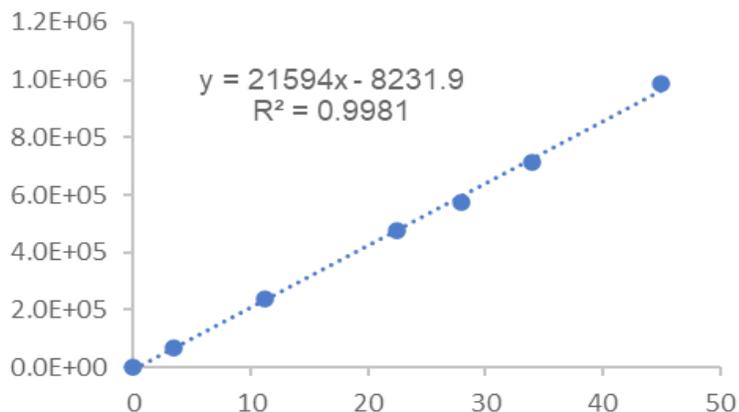
Figura 3. Cromatograma HPLC A) Estándar de sildenafil B) Muestra M17.

de onda fija de 290 nm. Se realizaron tres replicas con tres lecturas para cada dilución. El coeficiente de determinación (r^2) fue de 0.9981 y el coeficiente de correlación de Pearson (r)²⁵ fue de 0.999 (ver Figura 4).

Para determinar la dosis del adulterante, citrato de sildenafil, en los productos herbolarios, se procedió a comparar los valores de las áreas de

las muestras frente a las áreas del estándar de trabajo.

El contenido de sildenafil en la muestra M19 fue de 41.2 mg/cápsula (± 1.01) y el del producto M17 de 58.1 mg/tableta (± 0.7). En la muestra M21 corresponde un contenido de 132.2 mg/cápsula (± 0.6) y en el caso de M20 se determinó una concentración de 12.7 mg/cápsula (± 0.1).



Conc. Ppm	Area Prom.	Area	Desv St	%desv
0	1058	1043	19.08	1.80
		1081		
		1065		
3.4	65525	65186	312.45	0.48
		65802		
		65585		
11.2	237243	237693	407.32	0.17
		237135		
		236900		
22.4	475315	474982	755.69	0.16
		474783		
		476180		
28	572895	573135	373.81	0.07
		572464		
		573085		
34	712176	710703	2998.40	0.42
		715626		
		710199		
45	987675	988585	1531.91	0.16
		985907		
		988535		

Figura 4 Curva de calibración del estándar de sildenafil 3.4-45 μ g/ml

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En las condiciones descritas en el ensayo por CCF, resultaron positivos los productos M17, M19, M20 y M21, dada la alta polaridad del sildenafilo, este mostró un R_f de 0.22, idéntico al estándar de sildenafilo, resultados acordes con estudios realizados con anterioridad.²⁰ Los R_f de muestra y estándar siempre coincidieron entre sí, a pesar de hacer cambios en la composición de la fase móvil (aumentando o disminuyendo la polaridad). Este resultado sugiere un posible indicio de adulteración con citrato de sildenafilo.

Para la confirmación de los resultados por CCF, se obtuvieron los espectros de RMN ¹H de los productos M17, M19, M20 y M21, resultando ser coincidentes sus señales, al ser comparadas con el estándar de sildenafilo. Así se observó la señal de H_4 asignada a un metilo singulete unido a una arilamida a δ_H 4.18 ppm. Las señales a δ_H 3.62 (4H, s, H_{11}/H_{12}) y δ 3.94, 3.28 (4H, H_{10}/H_{13}), concuerdan con un sistema piperazínico de la molécula de sildenafilo. La presencia de señales 7.33 1H, d ($J = 8.9$ Hz, H_{15}), 7.93 ($J = 8.9, 3.0$ Hz, 1H, d, H_{16}) y a 8.09 ($J = 3.0$ Hz, 1H, d, H_{17}) indican la presencia de un sistema ABC propio de un anillo aromático tipo benceno trisustituido, esto reveló señales propias del sildenafilo en cada una de las cuatro muestras analizadas.^{21,26}

Los espectros de RMN ¹H de los cuatro productos fraudulentos, muestran desplazamiento químico, multiplicidad, integración y constantes de acoplamiento coincidentes al sildenafilo estándar, lo que demuestra un alto grado de especificidad de esta molécula, se descarta la presencia de análogos de sildenafilo. Por ejemplo, el análogo tipo homosildenafilo posee una típica señal característica próxima a 1.32 ppm, correspondiente al metilo H_{15} , lo que hace pensar que no corresponde a este derivado.²⁶ Por otra parte, la 1,2,4-trisustitución del anillo bencénico hace descartar a los derivados del

tadalafil.²¹ Los desplazamientos, multiplicidades e integraciones del sistema piperazínico encontrados en las muestras adulteradas no corresponden al análogo tiometisosildenafilo.²¹

Los gráficos 3D obtenidos por el detector de arreglo de diodos en HPLC, permiten visualizar con claridad las diferentes absorciones UV, tanto del componente pirimidínico α,β insaturado, como del sistema bencénico trisustituido; en las muestras adulteradas y el estándar. Además, se presentan dos umbrales de absorción a 212 y 292 nm, que corresponden a las transiciones electrónicas $n \rightarrow \pi^*$ y $\pi \rightarrow \pi^*$ de los sistemas cromóforos que presenta la molécula de sildenafilo.²⁴

Los cromatogramas obtenidos en HPLC del estándar y las muestras revelan un pico característico con un tiempo de retención casi idéntico⁹, por lo que se deduce, una incorporación intencional de sildenafilo en la formulación.

La curva de calibración de citrato de sildenafilo, con un coeficiente de determinación (r^2) = 0.9981 y un coeficiente de correlación de Pearson (r) = 0.9990, en un rango de concentración de 3.4 hasta 45 ppm, junto con un límite de detección (LD) = 0.0019 mg/L y el límite de cuantificación (LC) = 0.0056 mg/L, permitió determinar con certeza las concentraciones de sildenafilo de los productos fraudulentos²⁵. Los productos M17 y M19 presentaron concentraciones de sildenafilo de 58.1 y 41.2 mg/cápsula, respectivamente. Este resultado puede deberse a una aproximación por parte del fabricante de incorporar la cantidad de sildenafilo próxima a la dosis terapéutica establecida (50 mg/cap), y asegura así el efecto farmacológico vasodilatador en sus formulaciones herbolarias. Se encontró, 12.72 mg/cápsula en la muestra identificada como M20, lo que representa una dosis muy inferior de sildenafilo a la recomendada por el FDA,⁶ lo que sugiere la adición de este inhibidor (FDE-5) como un agregado al producto

herbolario para ejercer un efecto sinérgico con los componentes de la formulación y tener mayor probabilidad de eficacia.¹⁸ Además, se encontraron 132.24 mg/cápsula de sildenafil en el producto M21, casi 3 veces la cantidad de sildenafil que ha demostrado seguridad y eficacia, lo que representa un valor muy por encima de la dosis terapéutica de la disfunción eréctil, poniéndose en discusión la seguridad de estas formulaciones ya que generar un aumento significativo de los efectos adversos del sildenafil como son dolor de cabeza, fotofobia, hipotensión, ardor en el estómago y pupilas anormalmente dilatadas.²⁷

Hay que mencionar que en ninguno de los casos se encontró incorporación de sildenafil en los productos de venta en los mercados municipales de San Salvador, pero si es importante destacar, que en las tiendas tipo "sex-shop", existe un grave riesgo para los consumidores de este tipo de productos, ya que de las cinco muestras analizadas, cuatro estaban adulteradas. .

Los consumidores suponen que se administran algún tipo de producto natural seguro y desconocen que dentro de esas formulaciones se encuentra el ingrediente activo farmacéutico no declarado sildenafil, una situación delicada dado que el sildenafil es un fármaco que es usado bajo prescripción médica y con estricta supervisión de tratamiento.

CONCLUSIONES

La técnica de CCF es una metodología efectiva para el tamizaje inicial de muestras adulteradas con sildenafil. Los resultados de los estudios por RMN ¹H confirman que, en los productos herbolarios adulterados, se encuentra únicamente la molécula de sildenafil y no sus análogos. El equipo HPLC de arreglo de diodos, permitió diferenciar el sildenafil de otros componentes de la muestra, a través

de sus respectivos espectros de absorción UV a diferentes longitudes de onda y tiempos de retención característico.

La cuantificación de sildenafil por HPLC en los productos a base de hierbas usados para la mejora del lívido masculino, evidencia la incorporación ilegal de este principio activo farmacéutico tipo (FDE-5), para proporcionar efectos rápidos y aumentar las ventas de este tipo de productos fraudulentos

Las dosis de sildenafil encontradas en los productos adulterados representan valores alarmantes, especialmente la que presenta la muestra M21. Los consumidores que adquieren estas formulaciones podrían presentar efectos adversos de tipo cardíaco (hipotensor) muy marcados. El sildenafil está contraindicado para pacientes con insuficiencia cardíaca, y puede llegar a causar daños severos a la salud, por lo que se debe incluir una supervisión estricta para este tipo de productos que, actualmente, no cuentan con un registro de las autoridades sanitarias correspondientes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el financiamiento por parte del Consejo de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (CIC-UES) proyecto 13.06 y al Laboratorio de Análisis de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de interés con la temática investigada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023. ISBN 978 92 4 350609 8. <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/>

- s21201es/s21201es.pdf
2. Lenssen KGM, Bast A, de Boer A. International Perspectives on Substantiating the Efficacy of Herbal Dietary Supplements and Herbal Medicines Through Evidence on Traditional Use. *Compr Rev Food Sci*. 2019; 18(4):910-22. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12446>
 3. Teschke R, Andrade RJ. Drug, Herb, and Dietary Supplement Hepatotoxicity. *Int J Mol Sci*. 2016; 17:1488. <https://doi.org/10.3390/ijms17091488>
 4. Mitidieri E, Cirino G, d'Emmanuele di Villa Bianca, Sorrentino R. Pharmacology and perspectives in erectile dysfunction in man. *Pharmacol Therapeut*. 2020, 107493. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2020.107493>
 5. Yafi FA, Sharlip ID, Becher EF. Update on the Safety of Phosphodiesterase Type 5 Inhibitors for the Treatment of Erectile Dysfunction. *Sex Med Rev*. 2018, 6(2), 242–52. <http://doi.org/10.1016/j.sxmr.2017.08.001>
 6. Ventimiglia E, Capogrosso P, Montorsi F, Salonia A. The safety of phosphodiesterase type 5 inhibitors for erectile dysfunction. *Expert Opin Drug Saf*. 2016. 15(2), 141–52. <http://doi.org/10.1517/14740338.2016.1131818>
 7. El-Wakeel L M, Fouad FA, Saleem MD, Saber-Khalaf M. Efficacy and tolerability of sildenafil/L-arginine combination relative to sildenafil alone in patients with organic erectile dysfunction. *Andrology*. 2019; 8:1–5. <https://doi.org/10.1111/andr.12671>
 8. Skalicka-Woźniak K, Georgiev MI, Orhan IE. Adulteration of herbal sexual enhancers and slimmers: The wish for better sexual well-being and perfect body can be risky. *Food Chem Toxicol*. 2016; 108(Pt B): 355–64. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.06.018>
 9. Kloner RA. Cardiovascular risk and sildenafil. *Am J Cardiol*. 2000; 20;86(2A):57F-61F. [http://doi.org/10.1016/s0002-9149\(00\)00895-x](http://doi.org/10.1016/s0002-9149(00)00895-x)
 10. Alloggiamento T, Zipp C, Raxwal VK, Ashley E, Dey S, Levine VF. Sex, the heart, and sildenafil. *Curr Prob Cardiology*. 2001; 26(6):388-415. <https://doi.org/10.1067/mcd.2001.115367>
 11. Shakir SA, Wilton LV, Boshier A, Layton D, Heeley E. Cardiovascular events in users of sildenafil: results from first phase of prescription event monitoring in England. *England BMJ*. 2001; 322(7287): 651–2. <http://doi.org/10.1136/bmj.322.7287.651>
 12. Cheitlin MD, Hutter AM, Brindis RG, Ganz P, Kaul S, Russel RO, Zusman RM. Use of sildenafil (Viagra) in patients with cardiovascular disease. *J Am Coll Cardiol*. 1999; 99(1):168-77. <http://doi.org/10.1161/01.cir.99.1.168>
 13. Shinlapawittayatorn K, Chattipakorn S, Chattipakorn N. Effect of sildenafil citrate on the cardiovascular system. *Braz J Med Biol Res*. 2005; 38: 1303-11. <http://doi.org/10.1590/s0100-879x2005000900003>
 14. Jiru M, Stranska-Zachariasova M, Dzuman Z, Hurkova K, Tomaniova M, Stepan R, Hajslova J. Analysis of phosphodiesterase type 5 inhibitors as possible adulterants of botanical-based dietary supplements: extensive survey of preparations available at the Czech market. *J Pharmaceut Biomed* 2019; 164: 713–724. <http://doi.org/10.1016/j.jpba.2018.11.007>
 15. Bujang BN, Chee CF, Heh CH, Abd N, Buckle RM. Phosphodiesterase-5 inhibitors and their analogues as adulterants of herbal and food products: analysis of the Malaysian market, 2014-16. *Food Addit Contam A*. 2017;

- 34(7): 1101-9. <http://dx.doi.org/10.1080/19440049.2017.1336674>
16. Kee CL, Ge X, Gilard V, Malet-Martino M, Low MY. A review of synthetic phosphodiesterase type 5 inhibitors (PDE-5i) found as adulterants in dietary supplements. *J Pharmaceut Biomed.* 2018; 147, 250-277. <http://doi:10.1016/j.jpba.2017.07.031>
17. Rocha T, Amaral JS, Oliveira MBP. Adulteration of Dietary Supplements by the Illegal Addition of Synthetic Drugs: A Review. *Compr Rev in Food Sci F.* 2015; 15(1), 43-62. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12173>
18. The Food and Drug Administration (FDA) Public Notification: Alpha Male Contains Hidden Drug Ingredient URL:
<http://www.fda.gov/Drugs/ResourcesForYou/Consumers/BuyingUsingMedicineSafely/MedicationHealthFraud/ucm376130.htm>
19. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios AEMPS. Retirada del producto MAXMAN CAPSULES publicación: 19 de noviembre de 2013. URL: http://www.aemps.gob.es/informa/notasInformativas/medicamentosUsoHumano/medillegales/2013/ICM_MI_12-2013-maxman.htm
20. Cai Y, Cai T-G, Shi Y, Xian-Long C, Ling-Yun M, Shuang-Cheng M, Rui-Chao L, Feng W. Simultaneous determination of eight PDE5-IS potentially adulteration in herbal dietary. *J Liq Chromatogr R T.* 2010; 33:1287-306. <https://doi.org/10.1080/10826076.2010.488979>
21. Balayssac S, Trefia S, Gilarda V, Malet-Martino M, Martino R, Delsuc MA, 2D and 3D DOSY ¹H NMR, a useful tool for analysis of complex mixtures: Application to herbal drugs or dietary supplements for erectile dysfunction. *J Pharmaceut Biomed.* 2009; 50 602-12. <https://doi:10.1016/j.jpba.2008.10.034>
22. The United States Pharmacopeial Convention, USP 37-NF 32 Official Monographs Section, United States of America. 2014. 4688-4689.
23. Zhu X, Xiao S, Chen B, Zhang F, Yao S, Wan, Z, Yang D, Han H. Simultaneous determination of sildenafil, vardenafil and tadalafil as forbidden components in natural dietary supplements for male sexual potency by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry. *J Chromatogr A.* 2005; 25,1066(1-2):89-95. <http://doi:10.1016/j.chroma.2005.01.038>
24. Skoog DA, Holler FJ, Nieman TA. Principios de Análisis Instrumental. 5ta. Ed. Madrid; McGraw-Hill Interamericana; 1992, 355-58.
25. I.C.H. Q2 (R1), International conference on harmonisation of technical requirements for registration of pharmaceuticals for human use, harmonised tripartite guideline: validation of analytical procedures: text and methodology, (2005).
26. Shiny MH, Hongz MK, Kimy WS, Leey YJ, Jeoung YC. Identification of a new analogue of sildenafil added illegally to a functional food marketed for penile erectile dysfunction. *Food Addit Contam.* 2003; 20(9):793-6. <http://doi:10.1080/0265203031000121455>
27. Karaarslan C. Ocular Side Effects of Sildenafil That Persist Beyond 24 h A Case Series. *Front Neurol.* 2020. 11:67. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00067>



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



Análisis de la recarga potencial del acuífero superficial en Isla de Méndez, Jiquilisco, Usulután

Analysis of the potential recharge of the surficial aquifer in Isla de Méndez, Jiquilisco, Usulután

César Armando Alvarado-Batres¹

Correspondencia:
cesar.alvarado2@ues.edu.sv

Presentado: 2 de julio de 2020
Aceptado: 14 de septiembre de 2020

¹ Profesor de Hidrogeología, Universidad de El Salvador

RESUMEN

Este trabajo presenta el cálculo de la recarga potencial del acuífero superficial ubicado en Isla de Méndez, Jiquilisco, Usulután; se utilizó la metodología del Balance de Suelos de Gunter Schosinsky (2000) y se consideraron las variables del ciclo hidrogeológico y características hidráulicas de la zona. Esta investigación se realizó con el objetivo de desarrollar un estudio hidrogeológico que permita conocer la recarga del acuífero, dinámica del agua subterránea, las características y parámetros físico-químicos. La recarga potencial del acuífero en el área de estudio se determinó con la ayuda de pruebas de infiltración a carga constante y variable (26.4 km²), y se obtuvo un valor general de 503.78 mm/año, y el caudal que infiltra según el valor de la Rp es de 420 litros/s. Por último, mediante el análisis físico-químico del agua subterránea se establece que la calidad del agua muestreada no cumple las Normas Salvadoreñas Obligatoria de Agua Potable, por lo que es necesario la aplicación de métodos de potabilización del agua e investigar la razón de los valores anómalos, ya que puede ser influenciado por peculiaridades naturales o antropogénicas.

Palabras claves: Recarga potencial, acuífero, metodología de Schosinsky, infiltración, parámetros físico-químicos.

ABSTRACT

This work presents a calculation of the potential recharge of the surficial aquifer located in Isla de Méndez, Jiquilisco, Usulután; using the Soil Balance methodology of Gunter Schosinsky (2000), considering the variables of the hydrogeological cycle and hydraulic characteristics of the area. The research was conducted with the objective of carrying out a hydrogeological study that could allow to know the recharge of the aquifer, groundwater dynamics, and the characteristics and physical-chemical parameters. The potential recharge of the aquifer in the study area was determined with the help of infiltration tests at constant and variable head (26.4 km²), resulting in a general value of 503.78 mm / year, at an infiltration flow (Rp) of 420 liters / s. Through the

physical-chemical analysis of the groundwater, it was established that the quality of the sampled water did not comply with Salvadoran standards of mandatory regulations for Drinking Water. Therefore, it becomes necessary to apply water purification methods for its use. The reason for the observed anomalous water values also needs to be investigated, since the quality of the water can be influenced by natural or anthropogenic factors.

Key words: Potential recharge, aquifer, Schosinsky methodology, infiltration, physical-chemical parameters.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realizó en el cantón Isla de Méndez, municipio de Jiquilisco, departamento de Usulután, El Salvador. Durante el mes de octubre del año 2013. Este es paralelo a una investigación más amplia que busca caracterizar el acuífero costero que subyace a la zona de la península de San Juan del Gozo; el objetivo general es realizar un estudio hidrogeológico que permita conocer la recarga potencial, la dinámica del agua subterránea, las características y parámetros físico-químicos del recurso hídrico en Isla de Méndez. Para ello se utilizó información bibliográfica y registros de la estación climatológica (Puerto Parada) más cercana del área de investigación. También, se hicieron pruebas *in situ*, tales como: pruebas de infiltración, inventario de pozos excavados, análisis de variables físico-químicos en el campo y observación. Con los resultados obtenidos se espera profundizar en el conocimiento del comportamiento de la recarga potencial y la dinámica del agua subterránea en esta zona costera; así como propiciar insumos que faciliten en un futuro el diseño de un balance hídrico, nuevas investigaciones y la administración de los recursos hídricos en la zona estudiada. Al mismo tiempo se pretende responder a las inquietudes de la población que habita en el lugar, respecto a la calidad del agua según sus parámetros físico-químicos y comparar los resultados con la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable (1998 y 2006).

De acuerdo con PRISMA (2001), en la zona de

la Isla de Méndez no existe presencia, de una intrusión salina que provoque un cambio en la calidad del agua. Además, se diferencian dos estratos, constituidos por materiales aluviales, gravas, arenas, cantos rodados e intercalaciones de material arcilloso. Los contrastes de resistividad bajos, principalmente en la zona de la playa, están asociados a la contaminación desde la superficie por la entrada de la marea y a la acumulación de químicos. Por tanto, cambios en la salinidad del agua de la zona se deben exclusivamente a una recarga lateral del agua de mar que entra por el drenaje secundario, en consecuencia, de los cambios de marea (PRISMA 2001). De acuerdo con Mendieta (2012), en Isla de Méndez se observa una sección conductiva que se puede atribuir a la interfaz agua dulce-agua salada. También, existe un aumento de flujo magnético en dirección a la costa, debido a un aumento en la susceptibilidad magnética del subsuelo. Lo cual puede deberse a cambios en la salinidad del subsuelo y a la acumulación de depósitos sedimentarios y aluviales, que crea una mezcla de diferentes compuestos minerales que elevan el valor del flujo magnético.

ÁREA DE ESTUDIO

El área objeto del estudio se ubica entre las coordenadas Lambert 535000-537000 Este y 233000-237000 Norte (Figura 1). En general el área de estudio se encuentra en la zona de la península de San Juan del Gozo, específicamente en el cantón Isla de Méndez y alrededores, la cual ha sido históricamente una zona rural muy influenciada por la dinámica del

Océano Pacífico al sur y la bahía de Jiquilisco al norte. Actualmente la zona muestra una tendencia al desarrollo eco-turístico.

El área de interés se encuentra dentro de la

región hidrográfica denominada “entre Río Lempa y Grande de San Miguel”; con base en los datos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

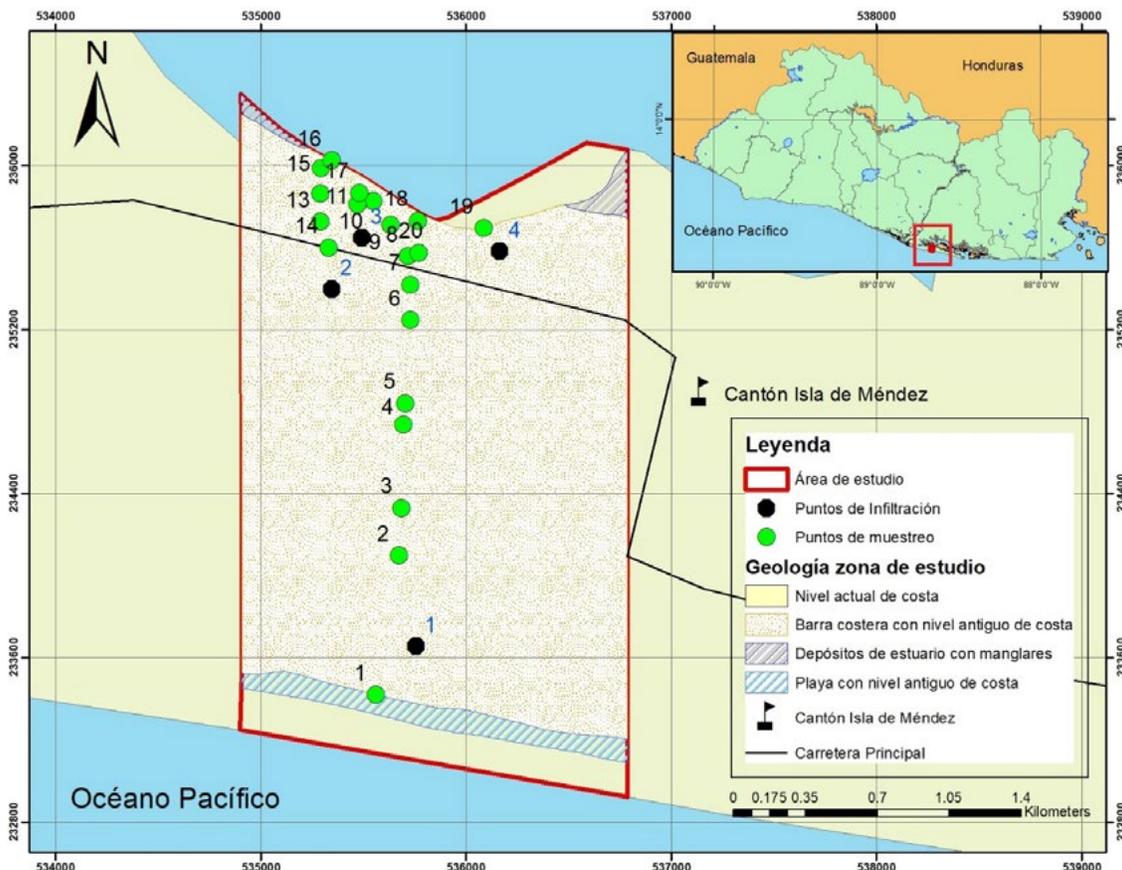


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Fuente: elaboración propia.

GEOLOGÍA

La zona de estudio presenta materiales de tipo sedimentario pertenecientes a la formación San Salvador, miembro Qf (Baxter 1984), es decir, depósitos sedimentarios del terciario-cuaternario (PRISMA 2001). En el Mapa Geológico de El Salvador (MARN-MOP-IBERINSA-EPYPSA 2002) se distinguen tres tipos de litologías para el área en cuestión (Fig.1): Barra costera con nivel antiguo de costa (predominante), depósito de estuario con manglares que se encuentran en la parte norte

del área de estudio y playa con nivel antiguo de costa, que aparece a lo largo de la actual línea costera.

Las unidades hidrogeológicas se establecieron a partir del análisis de la hoja San Salvador del mapa hidrogeológico de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados de El Salvador (ANDA-COSUDE 2008); este sitúa la zona de estudio dentro de la unidad Acuífero poroso de gran extensión y productividad media.

Los materiales de esta unidad consisten principalmente en piroclastos aglomerados

retrabajados (pómez, lapilli, tobas), y tienen una distribución granulométrica que varía de fina a gruesa (Ibíd.).

El estrato acuífero está constituido por partículas sólidas de tamaño grueso (cantos de gravas y arenas), arena fina o arcilla y en ciertos casos material cementante (PRISMA 2001). Los primeros sedimentos han formado un simple agregado suelto, muy poroso, que permite el almacenamiento y transporte de agua en su interior. Los nuevos aportes de materiales generan la superposición de unos encima de otros, es decir, intercalaciones de distinta granulometría, que en la mayoría de los casos pueden estar cargadas de sustancias que, al precipitar, cementan o compactan al resto del material sólido (arenas, gravas). Estas sustancias, por lo general, son bicarbonatos cálcicos, sílices e incluso arcillas (Ibíd.). La conductividad hidráulica puede variar de mediana a baja, como consecuencia del grado de cementación o compactación que pueden tener los granos de los materiales que la constituyen. Esta unidad puede tener más de 50 m de espesor (ANDA 2012 citado en Mendieta 2012).

Según el mapa de uso de suelos de El Salvador (1996), la zona de estudio muestra un claro dominio de las actividades agrícolas de subsistencia (pastos y granos básicos) con algunos relictos de bosque natural (Bosque salado) confinados a la zona más septentrional del área de estudio (zona de la Bahía de Jiquilisco), los cuales se confirmaron mediante la observación de campo.

METODOLOGÍA

Para la realización de la investigación se desarrollaron actividades tanto de gabinete como de campo, dentro del primero se incluye la ubicación del área de estudio y revisión de información previa (geología, hidrografía,

uso de suelo, pozos, estudios hidrogeológicos previos, campañas geofísicas realizadas, entre otros). Dentro del segundo se realizaron pruebas de infiltración y un inventario de pozos que incluye los parámetros estructurales y físicos químicos de pozos excavados en la zona y la observación de campo.

La información espacial fue procesada mediante programas de interpolación y Sistemas de Información Geográfica (SIG), específicamente en los softwares Golden Surfer v10, Quantum Gis v1.8 y ArcGis v10.0, respectivamente. Las unidades hidrogeológicas se establecieron a partir del análisis de la hoja San Salvador del mapa hidrogeológico escala 1:100000 de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA); y se identificó la zona de estudio dentro de la unidad "Acuífero poroso de gran extensión y productividad media".

Con base a la información bibliográfica y la recabada en campo, se ha identificado el tipo de acuífero, modelado de los niveles de agua subterránea del acuífero superficial, identificación de mecanismos de recarga y descarga del acuífero, caracterización hidráulica de suelos y caracterización físico-química del agua de los pozos.

Se desarrolló un inventario de pozos excavados (Puntos de muestreo de la figura 1), se determinó la ubicación geográfica, y se midió el nivel del agua, así como parámetros físicos y químicos tales como: oxígeno disuelto, pH, conductividad, temperatura y potencial de óxido-reducción (ORP). Con el fin de caracterizar la dinámica del flujo y comparar la calidad del agua con base en sus propiedades físico-químicas.

Por último, se desarrollaron 4 pruebas de infiltración (Figura 1), con los métodos del Permeámetro de Guelph y del Doble anillo. Estos se describen a continuación:

Método del Permeámetro de Guelph

Se trata de un instrumento patentado en el que se establece un valor determinado de carga hidráulica constante y se miden los descensos de la misma en el tiempo; el método se basa en las ecuaciones de la ley de Darcy.

El Permeámetro de carga constante es un método a nivel de matriz de suelo (Coello et al., 2005). Mientras el agua fluye a través del suelo, la columna de agua en los reservorios del permeámetro desciende, manteniendo estable la altura de h . Esta velocidad de descenso es registrada por medio de una escala graduada a 0,1 cm, en intervalos constantes de tiempo, y permite las lecturas correctas aún a muy bajos caudales. Cuando las velocidades de descenso se estabilizan y se obtienen 3 ó 4 valores iguales o con diferencias menores al 5% se termina la medición (Cerana et al, 2005 citado en Gabriels et al., 2014).

Método del Doble anillo

Este es un método de campo utilizado para determinar la velocidad básica de infiltración vertical del suelo y es comparada con la conductividad hidráulica saturada, las presiones son positivas relativas a la presión atmosférica (Timbe et al., 1999 citado en Coello C., 2005).

Para su determinación los dos anillos (exterior e interior) se introducen en el suelo a una profundidad de 10 a 15 cm, hasta lograr que estén perfectamente enterrados y nivelados, se procede a llenarlos con agua hasta el mismo nivel, el método consiste en tomar lecturas del descenso del nivel de agua en el anillo interior, es importante recalcar que el nivel del anillo exterior debe mantenerse igual al interior. Cuando se consigue que la tasa de la infiltración sea constante, la prueba se termina (Ibíd.).

Estos procedimientos se complementan por medio de la metodología de Schosinsky que se puede aplicar por medio de la hoja electrónica en Excel de Gunther Schosinsky "Balance hídrico de suelos" en la que se sustituyen los elementos hidrológicos de la zona para determinar la recarga potencial. Según Schosinsky (2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas de permeabilidad

Por medio de los métodos de infiltración se realizaron cuatro pruebas sobre distintos puntos específicos del área de estudio (Tabla 1), dos se realizaron con el método del permeámetro de Guelph y dos con el método de Doble anillo.

A la fecha, la comunidad de la Isla Méndez cuenta con un pozo perforado que suministra agua potable a toda la población de esta zona.

Parámetros físico-químicos y nivel estático

Con los parámetros físico-químicos se diseñaron mapas de isóneas para conectividad eléctrica, oxígeno o disuelto, pH y temperatura. Estos desarrollados por medio del software Golden Software Surferv.10.0.

Se observa que la conductividad eléctrica, pH y temperatura muestran una tendencia de disminución hacia el Este de la zona de estudio.

La medición de los parámetros en los pozos, se llevó a cabo con una sonda de nivel Solinst Water Level Meter-Model 101, se tomó en cuenta la altura del brocal de cada pozo y una sonda multi-parámetro YSI modelo 556 MPS (Tabla 2).

Tabla 1. Resultados de pruebas de permeabilidad en la zona de estudio

Prueba	Coordenadas (UTM)	K (m/d)	Método
1	E 318726 N 1464521	7.303	Permeámetro de Guelph
2	E 318726 N 1464521	7.268	Doble anillo
3	E 319208 N 1463708	2.65	Permeámetro de Guelph
4	E 319730 N 1464221	4.219	Doble anillo
Promedio		5.36 m/d	

Tabla 2. Resumen de las mediciones en pozos excavados y parámetros físico-químicos.

Nº	X	Y	Nivel estático (m)	Prof. Final de la obra (m)	Temp. (°C)	pH	Conductividad (mS/cm)	Oxígeno disuelto (mg/L)
1	318700	1464545	2.68	3.56	28.17	6.45	0.54	2.48
2	318659	1464394	2.46	3.27	28.2	6.64	1.122	3.71
3	318636	1464064	2.57	3.65	29.49	7.64	6.854	2.61
4	318645	1464434	2.76	3.25	28.4	7.3	0.729	2.64
5	318649	1464302	2.52	3.4	28.65	6.62	0.361	2.49
6	318639	1464289	2.94	4.02	29.21	6.44	0.684	2.31
7	318671	1464189	2.56	3.5	27.94	6.79	0.266	1.37
8	318954	1464208	2.81	3.55	-	-	-	-
9	319208	1463708	2.7	3.96	-	-	-	-
10	319228	1463601	2.39	3.53	-	-	-	-
11	319265	1463958	2.74	3.87	-	-	-	-
12	319293	1464018	2.54	3.67	-	-	-	-
13	318888	1461915	2.87	3.45	29.71	7.49	0.478	2.33
14	319123	1462894	3.06	4.18	28.48	5.48	0.716	1.19
15	319089	1462932	2.52	3.67	28.29	5.87	0.346	1.2
16	319165	1463151	2.5	3.75	28.08	5.4	0.228	4.5
17	319730	1464221	2.45	3.51	27.7	5.56	0.26	3.2
18	319223	1464321	2.39	3.44	28	6.57	0.786	2.19
19	319189	1464236	2.32	3.69	28.01	6.87	0.24	0.42
20	319093	1464113	2.54	3.84	27.92	6.78	0.983	1.09
21	319167	1464160	2.43	3.8	28.58	6.83	0.198	1.59
22	319013	1464024	2.47	4.25	28.18	6.89	0.302	2.07

En promedio la profundidad de nivel estático de los pozos es de 2.6 m, con una dirección de flujo ligeramente dirigido hacia el sur, sobre la línea costera. Varios de estos pozos estaban descuidados a pesar de que algunos de ellos se utilizan como fuente de agua para consumo. En el caso de la conductividad eléctrica varía desde 0.2 - 6.85 miliSiemens/cm. Existe una anomalía en uno de los pozos (No. 3) que tiene un valor excesivamente alto de 6.85

miliSiemens/cm. En general el pH de los pozos es aceptable, con un promedio de 6.6, con un valor mínimo de 5.4 y un valor máximo de 7.6. La temperatura de los pozos oscila entre 27.7 °C y 29.7 °C, con un promedio de 28.4 °C, lo cual es un valor típico del agua en este tipo de ambiente. El parámetro de oxígeno disuelto registrado varía entre 0.42 y 4.5 mg/l, obteniendo el valor más bajo en el pozo No. 19 (0.42 mg/l) ubicado muy cerca del estero.

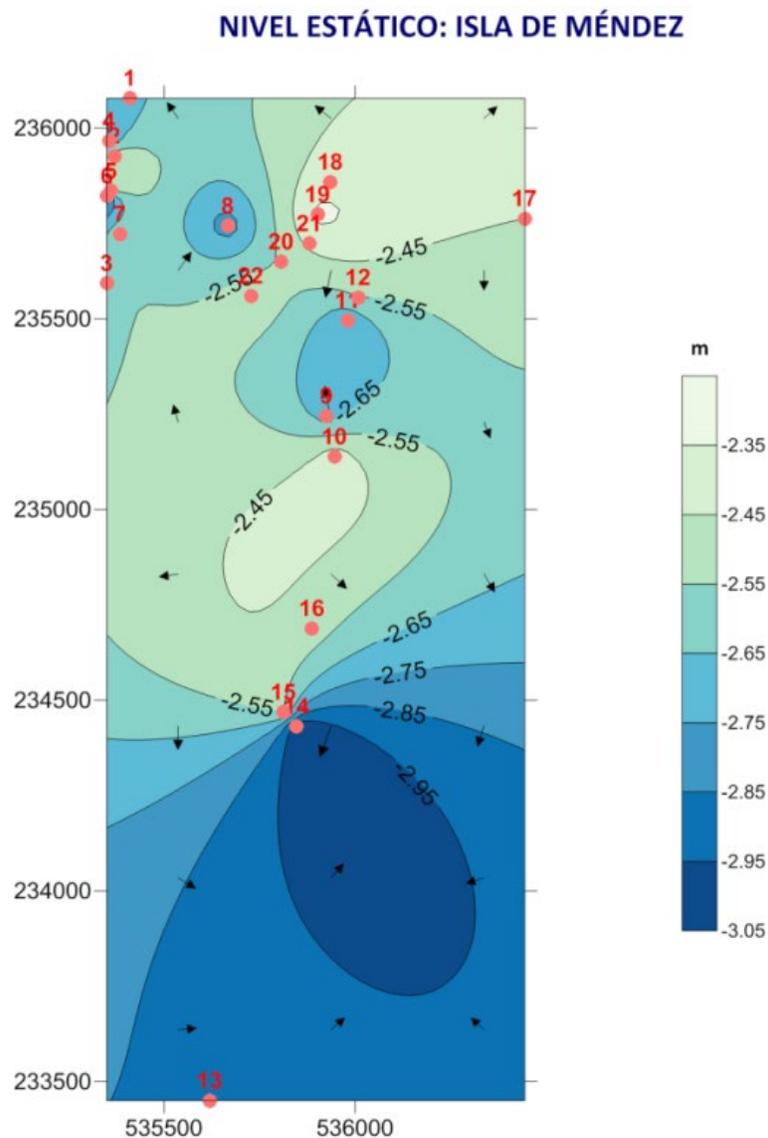


Figura 3. Mapa mostrando la variación del nivel estático en los pozos, mostrando además la dirección de flujo subsuperficial.
Fuente: Elaboración propia.

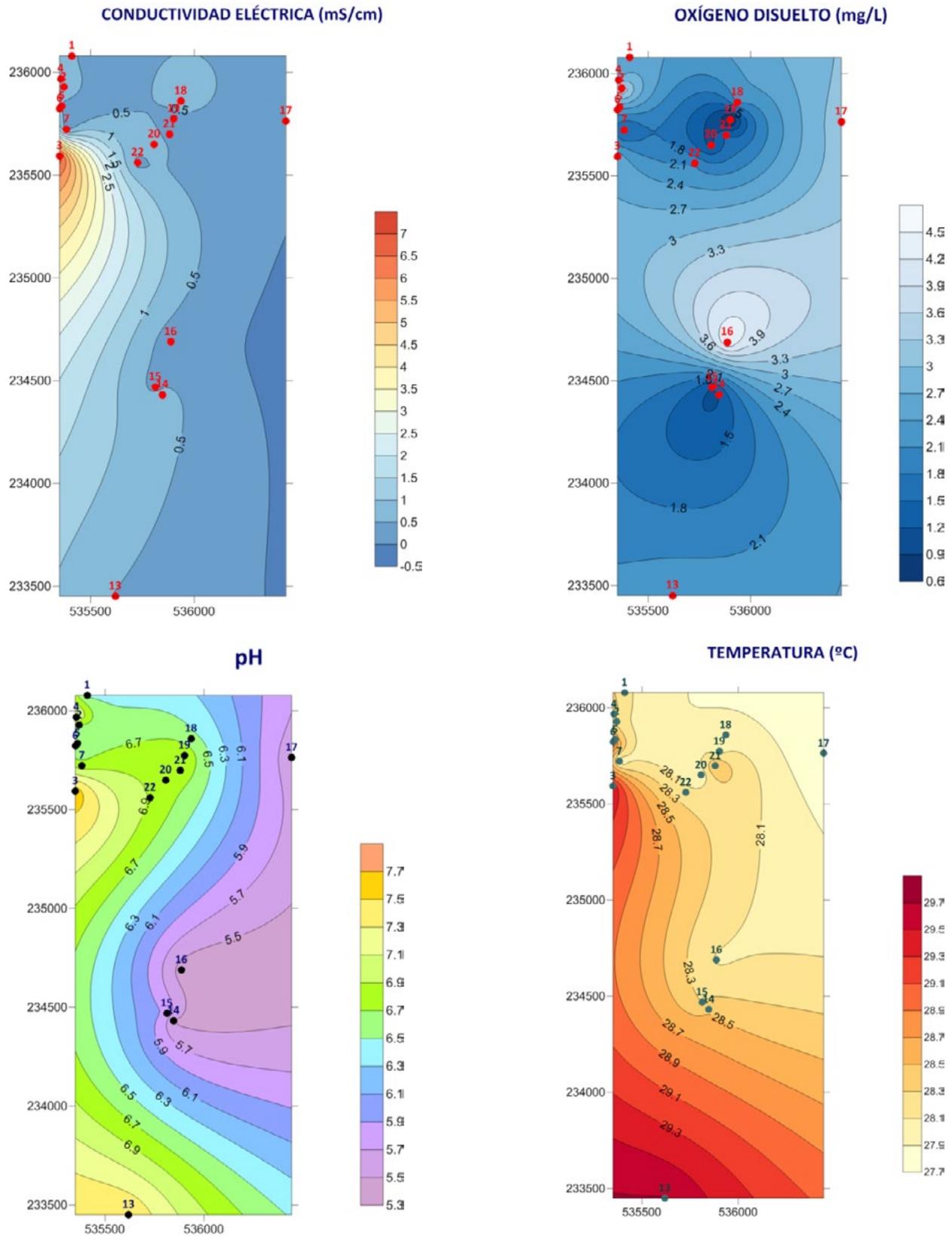


Figura 4. Mapas mostrando la variación de los parámetros físico-químicos para los pozos muestreados a lo largo de la zona de estudio (A) Conductividad hidráulica, (B) Oxígeno disuelto, (C) pH, (D) Temperatura. **Fuente:** Elaboración propia.

Con el fin de describir y organizar los datos procedentes de las medidas de los parámetros

físico-químicos se obtuvo la estadística descriptiva de los mismos (Tabla 3).

Tabla 3. Estadística descriptiva de los parámetros físico-químicos medidos en pozos.

	Temperatura	pH	Conductividad	Oxígeno Disuelto
Media	28.41	6.56	0.88	2.19
Error típico	0.14	0.16	0.38	0.25
Mediana	28.2	6.64	0.478	2.31
Desviación estándar	0.57	0.66	1.56	1.02
Varianza de la muestra	0.32	0.44	2.44	1.04
Curtosis	0.75	-0.37	15.70	0.43
Coficiente de asimetría	1.22	-0.42	3.90	0.47
Rango	2.01	2.24	6.656	4.08
Mínimo	27.7	5.4	0.198	0.42
Máximo	29.71	7.64	6.854	4.5
Suma	483.01	111.62	15.093	37.39
Cuenta	17	17	17	17
Mayor (1)	29.71	7.64	6.854	4.5
Menor(1)	27.7	5.4	0.198	0.42
Nivel de confianza (95.0%)	0.29	0.34	0.80	0.52

Tanto la media aritmética como la mediana miden el centro de la distribución. En los datos se puede observar que la distribución es simétrica ya que ambas medidas son casi iguales (28.41 y 28.2 respectivamente). El rango estadístico es el intervalo entre el valor máximo y el valor mínimo y permite obtener una idea de la dispersión de los datos, cuanto mayor es el rango, más dispersos están los datos de un conjunto (Canavos,1992). Para nuestros datos el mayor rango lo tiene la conductividad este es de 6.65 seguido del oxígeno disuelto de 4.08, mientras que el pH y la temperatura rondan en valores de 2.0.

La desviación estándar por su parte mide la

variabilidad de las observaciones con respecto a la media (Orellana, 2001). La mayor desviación estándar se encuentra en la conductividad (1.56) seguida levemente por el oxígeno disuelto con 1.02 finalmente la temperatura y el pH con valores levemente mayores a 0.5.

Mientras que El Coeficiente de Curtosis mide cuan 'puntiaguda' es una distribución respecto de un estándar. Este estándar es una forma acampanada denominada 'normal', y corresponde a una curva de gran importancia en estadística (Ibíd.). Este valor varía ampliamente entre cada uno de los parámetros medidos. Para la conductividad se tiene un valor de 15.7, mientras que la

temperatura posee un valor de 0.75 y el oxígeno disuelto 0.43. Una curtosis positiva indica una distribución relativamente elevada. Solo el pH presentó un valor negativo de -0.36, que indica una distribución relativamente plana (Ibíd.).

La asimetría se refiere a si la curva que forman los valores de la serie presenta la misma forma a izquierda y derecha de un valor central (media aritmética), es decir, devuelve la asimetría de una distribución. El coeficiente de asimetría es muy variado en los parámetros. El mayor valor lo presenta la conductividad de 3.90, seguida con la temperatura de 1.22 y el oxígeno disuelto de 0.46, solo el pH presenta un valor negativo de -0.41. En este caso la asimetría positiva indica una distribución unilateral que se extiende hacia valores más positivos. Mientras que la asimetría negativa indica una distribución unilateral que se extiende hacia valores más negativos (Orellana, 2001)

El nivel de confianza es la probabilidad de que el parámetro a estimar se encuentre en el intervalo de confianza (intervalo aleatorio que se usa para acotar un valor con una determinada probabilidad alta). Los niveles de confianza más usuales son: 90%; 95% y 99% (Orellana, 2001). Los niveles de confianza para nuestros datos son menores de 1.0, el mayor valor lo posee la conductividad (0.80) seguida del oxígeno disuelto (0.52), del pH (0.33) y finalmente la temperatura (0.29). Al igual que en los parámetros anteriores sería bueno indicar como se interpretan estos valores de niveles de confianza que indican.

Estos parámetros físico-químicos se comparan con los establecidos en la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable (NSO 13.07.01.97 y NSO 13.07.01.04) y en la modificación hecha por el SNET (2010) en la normativa de agua cruda para potabilizar emitida en el Decreto No. 51 del Diario Oficial del país.

Tabla 4. Valores establecidos para parámetros físico-químicos según la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable.

Parámetro	Unidades	Valor NSO	Promedio medido	% que cumplen la NSO	# de pozos que cumplen la NSO	# de pozos que no cumplen la NSO
Conductividad	mS/cm	0.5-1.6	0.89	60	13	9
Oxígeno disuelto	mg/L	4 - 6.5	2.2	5	1	21
pH	Unidades de pH	6.0 - 8.5	6.6	82	18	4
Temperatura	°C	No rechazable	28	100	22	0

Al comparar con los datos obtenidos en campo se observa que:

Para la conductividad eléctrica, el promedio (0.89 mS/cm) se encuentra dentro de los límites establecidos, el 60% de los valores cumplen el rango permitido y los pozos que no cumplen esta normativa están ubicados mucho más cerca del estero. En el caso del pH, el promedio

(6.6) se encuentra dentro de los límites establecidos, solo el 18% de valores están bajo el rango. Para el parámetro de temperatura, se puede decir que todos los registros cumplen con la especificación (no rechazables al gusto). Por último, el oxígeno disuelto el promedio (2.2 mg/L), es muy bajo, por debajo de los límites establecidos, un 95% de las muestras no

cumplen; solamente un pozo registra valores dentro de los límites.

Recarga potencial del acuífero.

Es el proceso a través del cual un acuífero recupera su nivel de agua normal, debido a la percolación del agua precipitada que llega a la zona saturada del acuífero, esta recarga es muy variable y es la que geológicamente ha originado la existencia de los acuíferos, para el estudio de recarga es necesario tener en cuenta ciertos criterios que influyen sobre la recarga acuífera: precipitación, evapotranspiración, geología, vegetación, uso de suelo, topografía y profundidad del acuífero (Jiménez, 2005). La recarga del acuífero es una de las salidas de humedad del suelo que se analiza por medio del balance hídrico, el cual involucra para su determinación, los componentes básicos del ciclo hidrológico (precipitación, evapotranspiración e infiltración), además de los principales grados de humedad del suelo (capacidad de campo, y punto de marchitez) y de la profundidad de raíces de las plantas, considerada como la profundidad donde suceden los cambios de humedad (Duarte, 1998).

Los parámetros utilizados en el cálculo de la recarga potencial mediante la hoja electrónica de Schosinsky.

- **Conductividad hidráulica:** se tomó el promedio de las cuatro pruebas de infiltración realizadas 5360.17 mm/día.
- **Capacidad de campo:** Para un suelo de tipo arenoso se toma un valor de 6% - 12% (Grassi, 1976; citado en Schosinsky, 2006). Para el cálculo tomamos CC = 9%.
- **Punto de marchitez:** Para un suelo arenoso el valor de PMP oscila entre 2% - 6% (Grassi, 1976; citado en Schosinsky, 2006). Para el cálculo tomamos PMP = 4%.

- **Densidad aparente:** Para un suelo arenoso las densidades varían de 1.55 gr/cm³ - 1.80 gr/cm³ (Grassi, 1976; citado en Schosinsky, 2006). Para el cálculo asumimos **DS = 1.70 gr/cm³.**
- **Kp y Kv (coeficiente de infiltración por pendiente y por vegetación):** para las condiciones del terreno y el tipo de vegetación (pendientes planas y terrenos cultivados), se tomó **Kp = 0.20** y **Kv = 0.09.**

En la hoja electrónica "balance hídrico de suelos" (Schosinsky, 2000) se sustituyeron los parámetros hidrológicos antes descritos.

Se eligió la estación meteorológica más cercana a la Isla de Méndez que tuviese registrados los valores de **evapotranspiración potencial mensual** y de **precipitación mensual**. La estación que resultó contar con estos dos parámetros registrados y además se encontraba más cercana a la zona de estudio es la estación **U11**, con coordenadas Lambert X=551461 Y=245709. Esta estación cuenta con los parámetros de Evapotranspiración Potencial (**ETP**) y Precipitación (**P**) por mes registrados desde el año 1970 hasta el año 2001.

Lo que se tomó es un promedio de todos los años desde 1970 hasta 2001 para cada mes.

Los otros parámetros que se tomaron para sustituir en la hoja de Excel fueron la Profundidad de Raíces (**PR**) y Humedad de Suelo Inicial (**HSi**)

PR (mm) = **150.00**

HSi (mm) = **12.75**

Nº De mes con que inicia HSi; 1, 2, 3...12?: **10 (octubre)**

Lluvia retenida [0.01%]: **otros = 0.12**

Se toma la humedad inicial [mm] del suelo en el mes de octubre, ya que es igual a la humedad final de suelo del mes de septiembre, que es el mes con mayor precipitación (Tabla 5). Y en él se cumple, que la cantidad de agua que infiltra

es suficiente para llevar al suelo a capacidad de campo y satisfacer la evapotranspiración de las

plantas. Condición necesaria para calcular la recarga potencial al acuífero (Schosinsky, 2006).

Tabla 5. Resultados de los parámetros estimados y calculados mensualmente para la zona de estudio (Elaboración propia).

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
P (mm)	1.8	1.6	1.8	40.2	191.0	294.1	229.6	263.0	366.8	272.8	52.2	4.6	1719.6
Ret [mm]	1.8	1.6	1.7	5.0	22.9	35.3	27.5	31.5	44.0	32.7	6.2	4.6	215.2
Pi (mm)	0.0	0.0	0.0	35.2	168.1	258.8	202.0	231.4	322.8	240.1	45.9	0.0	1504.5
ESC (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ETP (mm)	152.6	154.5	188.8	193.0	180.2	165.5	183.6	173.5	148.2	145.6	140.1	142.6	1968.1
HSi (mm)	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	22.9	22.9	22.9	22.9	12.7	22.9	10.2	
C1	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	
C2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	
HD (mm)	0.0	0.0	0.0	35.2	168.1	271.5	214.8	244.1	335.5	242.6	58.6	0.0	
ETR (mm)	0.0	0.0	0.0	35.2	90.1	165.5	183.6	173.5	148.1	145.5	58.6	0.0	1000.4
HSf (mm)	10.2	10.2	10.2	10.2	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	10.2	10.2	
DCC (mm)	12.7	12.7	12.7	12.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	12.7	
Rp (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	65.2	93.3	18.4	57.9	174.6	84.3	0.0	0.0	493.9
NR (mm)	165.3	167.2	201.5	170.4	90.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	94.1	155.3	1044.2

El resultado de mayor interés en la Tabla 5 es la **recarga potencial Rp** que representa la altura de la columna de agua que se infiltra durante cada año, sabiendo el valor de la recarga potencial y el área superficial del acuífero podemos determinar el volumen de agua que llega hasta el acuífero anualmente.

La recarga potencial según los cálculos por medio de la hoja electrónica de Schosinsky es: **Rp = 493.85 mm/año**

El volumen de agua que se recarga cada año

directamente hacia el acuífero es de **413.15 litros/segundo**.

CONCLUSIONES

La diferencia máxima de niveles estáticos en la zona ronda los 0.7 m, disminuye a medida nos acercamos a la zona de la Bahía de Jiquilisco (Norte), y se incrementa cuando nos acercamos a la línea de costa (Sur). El mapa generado refleja que la superficie freática del acuífero, bajo la zona muestreada, se vuelve más

profunda conforme nos acercamos al límite terrestre-oceánico. Este resultado coincide con los modelos teóricos de la interfaz agua dulce - agua salada.

La investigación permite una presentación de parámetros físico-químicos (temperatura, pH y conductividad eléctrica) de forma espacial en la zona de interés por medio del gradiente de cada uno de estos, que producen una variabilidad en orientación sur-norte.

La calidad de agua en general (95 % de los pozos muestreados) muestra valores por debajo de la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable, por lo que es necesario la aplicación de métodos de potabilización de agua que proviene de los pozos.

Según los resultados de la hoja electrónica de Schosinsky, la recarga potencial al acuífero en el área de estudio (26.4km²) es de 493.85 mm/año, el caudal que infiltra según el valor de la Rp es de 413.15 litros/s. Además, se puede decir que el volumen promedio de agua que infiltra en este acuífero durante el año es de 1.303764 X 10¹⁰ litros.

REFERENCIAS

- ANDA-COSUDE, (2008) *Mapa Hidrogeológico de El Salvador* (B2_San_Salvador_hillshade_Sept 52008). San Salvador, El Salvador.
- Baxter S., (1984). *Léxico Estratigráfico de El Salvador*. CEL, San Salvador, El Salvador.
- Canavos, G., (1992): *Probabilidad y Estadística*. McGraw-Hill. México.
- Coello Granda, C., (2005) *Análisis de métodos de estimación de la conductividad hidráulica saturada en suelos degradados*. Tesis, Magister de Ciencias en Manejo y Conservación del Agua y del Suelo. Universidad de Cuenca.
- Deras Cortez, J.R., (2003) *Guía Técnica: Uso de Riegos*. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal), La Libertad, El Salvador.
- Duarte, J.R., (1998) *Estudio hidrogeológico del acuífero de Galuchaba*. Tesis Ing. Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Centro Americana "José Simeón Cañas". El Salvador.
- Gabriels et al. *Métodos para determinar la conductividad hidráulica saturada y no saturada de los suelos*. Universidad de Gante, Bélgica. [En línea], disponible en: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_venes/article/viewFile/980/909 [Accesado el día 16 de Abril de 2014].
- Jiménez, F., (2005) *Evapotranspiración*. CATIE (Centro Agronómico tropical de Investigación y Enseñanza CR), Turrialba, C.R.
- MARN-MOP-IBERINSA-EPYPSA, (2002) *Mapa Geológico de El Salvador*, San Salvador, El Salvador.
- Mendieta A., (2012) *Caracterización de un acuífero costero por métodos electromagnéticos*. Tesis de Licenciatura. San Salvador, Escuela de Física, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador.
- MSPAS, (1998) *Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable (NSO 13.07.01.97)*. San Salvador, El Salvador.
- MSPAS, (2006) *Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable (NSO 13.07.01.04)*. San Salvador, El Salvador.
- Orellana, L., (2001), *Estadística Descriptiva*. [En Línea]. Disponible en: http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/modulo%20descriptiva.pdf [Accesado el día 15 de Abril de 2014].
- PRISMA, (2001) *Estudio de la Intrusión de Aguas Salinas en la Zona Costera de la Bahía de Jiquilisco*. Edición de Nelson Cuéllar. San

Salvador, El Salvador.

Schosinsky, G., (2006) "Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos" en *Revista Geológica de América Central*. 34-30, pp. 13-30.

Schosinsky, G. y Losilla, M., (2000) "Modelo analítico para determinar la infiltración con base a la lluvia mensual" en *Revista Geológica de América Central*. 34-35, pp. 43-55.

SNET, (2010) *Informe de Calidad de Agua de los ríos de El Salvador*. Servicio Hidrológico Nacional / 2009. San Salvador, El Salvador.



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



Evaluación de propiedades físicas, químicas e hidrológicas en suelos manejados con maíz (*Zea mays*) y cinco programas de fertilización, La Montaña, Chalatenango, El Salvador

Evaluation of physical, chemical and hydrological properties of soils planted with corn (*Zea mays*) using five fertilization programs, La Montaña, Chalatenango, El Salvador

Brenda Roxana García-Rivera¹, Efraín Antonio Rodríguez-Urrutia², Ada Yanira Arias-de Linares³, Marcia Lizeth Barrera-de Calderón⁴, Sean Patrick Kearney⁵

Correspondencia:
gr05085@ues.edu.sv

Presentado: 21 de octubre de 2020
Aceptado: 30 de noviembre de 2020

- 1 Egresada de Maestría en Gestión Integral del Agua, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
- 2 Director, Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
- 3 Departamento de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. El Salvador.
- 4 Escuela de Posgrado y Educación Continua, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
- 5 Research Ecologist (Investigador de Ecología), USDA Agricultural Research Service. Estados Unidos.

RESUMEN

La investigación se realizó de mayo a noviembre 2015 en los siguientes sitios: municipios de “Las Vueltas”, “La Laguna” y “Chalatenango”, cantones “Guarjila” y “Upatoro”, y en la región de la Mancomunidad La Montaña, departamento de Chalatenango; se utilizaron ocho parcelas cultivadas con maíz (*Zea mays*) variedad H-59 y se ubicaron dos en cada sitio; a cada una se le realizó el análisis químico del suelo y se determinó sus propiedades físicas. El objetivo de la investigación fue evaluar las características físicas e hídricas del suelo y el efecto de cinco niveles de fertilización en el rendimiento del cultivo de maíz. Se usó un modelo estadístico de Bloques al Azar, en ocho parcelas, con 48 repeticiones, los tratamientos fueron: tratamiento 1 se aplicó a cada planta una mezcla de 8.30 gramos de fórmula 15-15-15 más 13.40 g de Sulfato de amonio; tratamiento 2 igual que el uno más 1.30 g de Cloruro de potasio; tratamiento 3 las dosis de fertilizantes según los resultados de los análisis de suelo de cada una de las ocho parcelas; tratamiento 4 a cada planta 2.10 g de fórmula 15-15-15, 3.30 g de Sulfato de amonio y 62.50 g de Bocashi; tratamiento 5 con 125 g de Bocashi/planta; Testigo sin ningún fertilizante. Todos los suelos de las parcelas con pH óptimo para el cultivo; la textura varió entre franco arenoso y franco arcillo arenoso; una

densidad entre 1.19 g/cm³ a 1.57 g/cm³. La mayor producción de maíz se obtuvo con el tratamiento 4 que rindió 42.92 qq/mz (2,786.54 kg/ha) y la menor producción fue con el tratamiento 5 con 34.10 qq/mz (2,213.87 kg/ha). Durante la investigación se tuvo la presencia de una sequía como parte del fenómeno del Niño.

Palabras claves: fertilización, suelo, textura, densidad, pH, maíz.

ABSTRACT

The research was conducted in the municipalities of Las Vueltas, La Laguna and Chalatenango (Guarjila and Upatoro cantons), in the region of La Montañona Commonwealth, in the department of Chalatenango, during the period from May to November 2015, within the working area of the Canada-Latin America and The Caribbean Research Exchange Grants (LAGREG) project, in eight plots cultivated with corn (*Zea mays*) variety H-59. Two plots were located at each site: Las Vueltas, Guarjila, Upatoro and La Laguna. Chemical analyses of the soil and its physical properties were carried out in each plot. The objective of the research was to evaluate the physical and water characteristics of the soil and the effect of five levels of fertilization on the yield of the corn crop. A statistical model of Random Blocks was used, in eight plots, with 48 repetitions, the treatments were: Treatment 1 a mixture of 8.30 grams of formula 15-15-15 plus 13.40 g of Ammonium Sulfate ; in treatment 2 the same was applied to each plant as treatment 1 plus 1.30 g of potassium chloride; In treatment 3, the doses of fertilizers were applied according to the results of the soil analyzes of each of the eight plots; In treatment 4, 2.10 g of formula 15-15-15, 3.30 g of Ammonium Sulfate and 62.50 g of Bocashi were applied to each plant; in treatment 5, 125 g of Bocashi was applied to each plant; and a control plot in which no fertilizer was applied. All the soils of the plots where the research was carried out present an optimal pH for cultivation; the texture varied between sandy loam and sandy clay loam; a density between 1.19 g/cm³ to 1.57 g/cm³. The highest maize production was obtained with treatment 4 that yielded 42.92 qq/mz (2,786.54 kg/ha) and the lowest production was with treatment 5 with 34.10 qq/mz (2,213.87 kg/ha). During the investigation, a drought was observed as part of the El Niño phenomenon.

Key words: fertilization, soil, texture, density, pH, corn.

INTRODUCCIÓN

El aporte del sector agrícola ha sido primordial en el desarrollo económico de El Salvador, fundamentado por el cultivo de productos primarios de exportación como café (*Coffea arabica*), algodón (*Gossypium hirsutum*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), actividad que generaba gran cantidad de empleos en la zona rural y por ende se constituía en la principal fuente de ingresos, no obstante, la agricultura salvadoreña y en especial el modelo agroexportador han sufrido múltiples transformaciones económicas, dichos cambios fueron causados por la implementación de una serie de políticas y leyes que han generado un constante deterioro del sector. Además, la producción de alimentos en el país no ha sido

suficiente para satisfacer la demanda interna, por lo que cada vez se requiere más de las importaciones para atender las necesidades domésticas de alimentación más que todo de maíz (*Zea mays*), arroz (*Oryza sativa*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), ya que estos granos representan la principal fuente de proteínas y calorías, especialmente de las familias rurales (Bukele *et al.* 2012).

La producción de maíz en el departamento de Chalatenango, El Salvador, por años se ha realizado en suelos con pendientes muy elevadas, además no cuentan con un programa de fertilización que cumpla con las necesidades de los cultivos, lo que incide en los bajos rendimientos de la cosecha. En los últimos años, la producción de maíz ha sido afectada en terrenos planos y laderas, con prácticas de

quema de rastrojos que agrava el nivel de erosión y la pérdida de fertilidad de los suelos, algo que propicia el incremento de las plagas y enfermedades, además provoca la alteración y colapso del ciclo hidrológico; así como la reducción del volumen y diversidad biológica de microorganismos del suelo, por lo que en esta investigación se evalúan las propiedades físicas e hídricas del suelo en ocho parcelas experimentales, el rendimiento del cultivo y la morfología de las plantas de maíz.

Textura del suelo

Daniel y Jaramillo (2002), expresan que la textura del suelo es aquella propiedad que establece las cantidades relativas en que se encuentran las partículas de diámetro menor a 2 mm, es decir, la tierra fina en el suelo; estas partículas se agrupan en tres clases, por tamaños: arena, limo y arcilla. Cada una de estas partículas se subdivide en fina, media y gruesa. Su fraccionamiento sigue una escala logarítmica con límites entre 0.002 y 2 mm, con un valor intermedio de 0.063 mm, la arena entre 0.063 y 2 mm; grava de 2 a 20 mm y piedra mayor de 20 mm.

Según USAID y ABES (2015), la textura de los suelos en los municipios de la Mancomunidad La Montañona es relativamente similar entre ellos y predominan los suelos Franco Arenoso y Arcilloso. Las tasas de infiltración de agua cambian de manera considerable, pero a nivel general resultan bajas e indican un riesgo moderado generalizado de escorrentía y en algunas instancias de alto riesgo.

Densidad aparente

Según Rubio (2010), la densidad aparente es el peso volumétrico o peso por unidad de volumen que comprende partículas sólidas y espacio poroso en el suelo seco. Esta propiedad física permite evaluar la calidad de un suelo

como indicador de la estructura, la resistencia mecánica al enraizamiento y la cohesión del mismo.

Domínguez *et al.* (2005), realizó experimentos con cultivo de maíz en Nicaragua y concluyó que la densidad aparente tiende a aumentar debido a la compactación causada por el pisoteo del ganado y la labranza inadecuada, y también y que a medida que el contenido de materia orgánica se incrementa, el valor de la densidad aparente disminuye; mientras que, si la materia orgánica desciende, aumenta la densidad aparente. Lo anterior se debe a que la materia orgánica favorece la estructura del suelo, y hace que aumente la porosidad, y por ende el volumen del suelo, dando como resultado una disminución en la densidad aparente.

Permeabilidad

Angelone *et al.* (2006), manifiestan que un material es permeable cuando contiene vacíos continuos que existen en todos los suelos, incluyendo las arcillas más compactas. Los suelos impermeables son arcillosos, donde la cantidad de escurrimiento del agua es pequeña y lenta. Los factores que influyen en la permeabilidad de los suelos son la viscosidad del fluido (varía según la temperatura), el tamaño, continuidad de poros y grietas a través de los que pasa el fluido o la presencia de discontinuidades. Cisneros (2003), menciona que la permeabilidad se ve afectada por la presencia de capas endurecidas, cambios texturales, presencia de materia orgánica, actividad microbiológica, paso de arado, entre otros. La labranza continua y el uso excesivo de maquinaria reduce la permeabilidad, mientras que el uso de labranza de conservación con la utilización de técnicas de aprovechamiento de agua, incorporación de residuos vegetales, estiércoles y otras técnicas, la permeabilidad se ve incrementada y la retención de agua se

mejora, por consiguiente, habrá un mayor uso racional del agua y de los recursos relacionados con la agricultura. Los suelos con permeabilidad lenta a moderadamente lenta presentan valores entre 0.0036 cm/h y 2 cm/h.

Propiedades químicas del suelo

Ramírez (1997), encontró que dentro de los procesos que se dan en el suelo, el más importante es el intercambio iónico que es debido casi en su totalidad a la fracción de arcilla y materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico se define como el número de cargas negativas del suelo y se expresa en meq/100 g de suelo. El autor manifiesta que el pH es una de las propiedades físico-químicas más importantes en los suelos, ya que de este depende la disponibilidad de nutrientes para las plantas, determinando su solubilidad y la actividad de los microorganismos, que mineralizan la materia orgánica. Además, determinan la concentración de iones tóxicos, las características de intercambio catiónico y las diversas propiedades encargadas de la fertilidad del suelo.

Los niveles óptimos de estos elementos para el cultivo de maíz son: fósforo de 20.1 a 30 ppm, potasio mayor de 0 ppm, calcio 15.2 ppm, magnesio 17.6 ppm, zinc 0.1 ppm, y cobre 0.1 ppm (MAG-CENTA 1995). El pH influye en los elementos químicos de la siguiente manera: el nitrógeno depende de la mineralización de la materia orgánica por parte de los microorganismos para su fijación en el suelo y dar el crecimiento de las plantas, que se da con pH cercanos a 7; el fósforo, si el pH es ácido la solubilidad del aluminio y hierro es alta, estos compuestos precipitan con el fósforo como compuestos insolubles, el fósforo presenta su mayor disponibilidad con pH entre 6.5 y 7.5; el calcio, magnesio y potasio aumentan la solubilidad con pH de 7 a 8.5; la disponibilidad del zinc y cobre se encuentra en pH entre 3.5 a

6.5 (Ramírez 1997).

Infiltración

Warren (1975), encontró que la infiltración es importante para escoger los sistemas de riego adecuados para un suelo. El agua que no puede infiltrar en el suelo forma parte de la escorrentía superficial, razón por la que es importante conocer la capacidad de infiltración en las parcelas agrícolas para estimar la cantidad de agua que fluye a través de la escorrentía superficial.

Domínguez *et al.* (2005), observó en Nicaragua que en periodos secos los suelos arcillosos tienden a formar pequeñas grietas que facilitan la circulación del agua con mayor rapidez, por tanto, este comportamiento de la infiltración debe tomarse con precaución, sin embargo, el autor observó en una de las parcelas con cultivo que la infiltración es muy lenta, esto coincide con un alto grado de compactación en estos suelos, que restringen la penetración del agua.

USAID y ABES (2015), manifiestan que la tasa de infiltración de agua en los siete municipios de la Mancomunidad La Montañona, varió considerablemente en los estudios que realizaron, pero fueron generalmente bajas e indicaron un riesgo moderado generalizado de escorrentía y en algunas instancias de alto riesgo, por lo que las propiedades físicas del suelo estaban menos relacionadas con la elevación, a diferencia de las propiedades químicas que a menudo estuvieron correlacionadas con la elevación.

Fertilidad del suelo

En Chalatenango, El Salvador, la agricultura se desarrolla en laderas, condición que la hace vulnerable ante el proceso de erosión, fenómeno que se constituye no solo en una de las causas de destrucción de los recursos naturales, sino también en el fomento de la pobreza, ya que,

áreas plantadas con cultivos anuales pueden perderse por efecto de las lluvias, el viento, las prácticas agrícolas como las siembras a favor de la pendiente, el monocultivo, la no consideración de la agroforestería, el uso de productos agroquímicos, la quema de parcelas agrícolas, suelo descubierto por mucho tiempo, la no incorporación de materia orgánica, todo esto ocasiona la pérdida de nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio y muchos kilogramos de micronutrientes, que la planta necesita para su desarrollo (Vieira *et al.* 2000).

Restrepo (1994), manifiesta que las defensas de los vegetales están determinadas por una nutrición equilibrada, que impide la acumulación de sustancias nutritivas (para los heterótrofos, azúcares y aminoácidos libres) en la savia o citoplasma; teniendo como mejor control de insectos y enfermedades, el manejo orgánico del suelo y un conjunto de prácticas que le proporcionan a la planta condiciones propicias para un desarrollo sano.

Los resultados de miles de demostraciones y ensayos llevados a cabo en fincas de agricultores bajo el primer Programa de Fertilizantes de la FAO, que cubrió un período de 25 años en 40 países, mostró que el mejor tratamiento de fertilizantes para ensayos de trigo era de 60%. La eficiencia de los fertilizantes y la respuesta de los rendimientos en un suelo particular, pueden ser fácilmente analizadas agregando diferentes cantidades de fertilizantes en parcelas adyacentes, midiendo y comparando los rendimientos de los cultivos (FAO 2002).

Cultivo de maíz

En el 2004 el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) liberó el maíz H-59, que además de ser resistente a las condiciones climáticas de El Salvador, posee un alto potencial de rendimiento y niveles superiores de aminoácidos esenciales como

Lisina y Triptófano, por lo que se le denominó de Alta Calidad Proteica (ACP). Además de su alto potencial proteico, es aceptado por los agricultores por el tamaño y peso del grano, y de la mazorca, grosor de la caña, altura de la planta y follaje. En cuanto al consumo de tortillas, tiene las mismas características del maíz H-3 y H-5, con la diferencia de tener un color más blanco (Deras 2008).

En esta investigación se evaluó la infiltración y permeabilidad del suelo, se tomaron datos de la densidad aparente de los cuatro sitios de estudio; se llevó un monitoreo constante de las precipitaciones en las parcelas, de la morfología de las plantas y al final se evaluó el rendimiento de la cosecha.

METODOLOGÍA

Contexto geográfico y temporal

La investigación se realizó entre los meses de mayo a noviembre de 2015 en 8 parcelas ubicadas en los municipios de la Mancomunidad La Montañona: 2 parcelas en el municipio de Las Vueltas; 2 parcelas en el municipio de La Laguna; y 4 parcelas se ubicaron en el municipio de Chalatenango, 2 en el cantón Guarjila y 2 en el cantón Upatoro. Los ensayos de fertilización del suelo se realizaron dentro del área delimitada por el proyecto Canadá-Latin America and the Caribbean Research Exchange Grants (LAGREG).

Materiales y métodos

En la investigación se usaron tamices de 2 mm para determinar la textura del suelo; cronómetro, probetas de 100 ml, agitadores de vidrio para mantener la muestra de suelo en suspensión constante mediante la agitación, batidora para homogenizar la muestra, agua destilada, hidrómetro de

Bouyoucos, termómetro, agente dispersante (Hexametáfosfato de sodio) para separar las partículas de limo y arcilla, muestras de suelo secadas al aire y tamizadas, boletas de campo, GPS, cintas métricas, cámara fotográfica, cubetas, banderillas, costales, bolsas, barrenos, cilindros de infiltración, permeámetro de Guelph e insumos agrícolas.

En cada parcela experimental se realizaron análisis químicos del suelo para los parámetros de fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc y cobre, así como propiedades físicas como textura, densidad aparente, infiltración y prueba de permeabilidad.

Diseño y análisis estadístico

Se usó el modelo estadístico de Bloques al Azar, que permitió analizar la variación total de los cinco tratamientos en las 8 fincas y los componentes fueron los siguientes: variación entre bloques (cada bloque correspondió a una unidad de estudio en cada finca), variación entre unidades experimentales por efecto de los tratamientos y variación dentro de las unidades experimentales (errores experimentales). Se evaluaron 6 tratamientos incluyendo al Testigo en 4 sitios (Cuadro 1 y 2), haciendo un total de 8 parcelas con 48 repeticiones, cada parcela fue de 10x30 metros (m) y las subparcelas de 10x5 m. Se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA) y para un mejor detalle de los resultados sobre las diferencias entre medias con el método de comparaciones múltiples (Tukey).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de maíz

Los resultados indican que se obtuvieron los mejores rendimientos en el tratamiento 4 con 42.92 qq/mz, que equivale a 2,786.54 kg/ha; seguido por el tratamiento 3 con 41.29 qq/

mz (2,681.10 kg/ha). El tratamiento 1 con un rendimiento de 38.08 qq/mz (2,472.48 kg/ha); el tratamiento 2 con una productividad de 37.70 qq/mz (2,447.81 kg/ha); el tratamiento 6 o Testigo con 34.33 qq/mz (2,229.00 kg/ha); y el menor rendimiento lo presentó tratamiento 5 en 34.10 qq/mz (2,213.87 kg/ha), el error no es significativo con un valor de 0.05 (Figura 1).

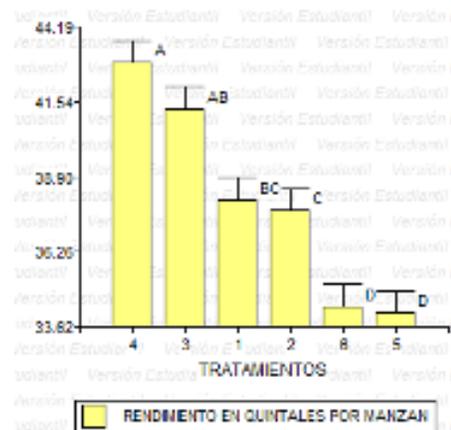


Figura 1. Rendimiento en quintales por manzana en los 6 tratamientos.

El mayor rendimiento de maíz, se obtuvo en la finca 6 de Las Vueltas con 42.92 qq/mz, que equivale a 2,786.54 kg/ha; seguido por la finca 8 de Guarjila con una productividad de 39.76 qq/mz (2,581.56 kg/ha); luego la finca 7 de Guarjila con 38.81 qq/mz (2,519.88 kg/ha); la finca 3 de Upatoro con un rendimiento de 38.26 qq/mz (2,484.17 kg/ha); la finca 2 de La Laguna con 37.27 qq/mz (2,419.89 kg/ha); la finca 1 de La Laguna con una productividad de 36.65 qq/mz (2,379.63 kg/ha); la finca 4 en Upatoro con 36.62 qq/mz (2,377.68 kg/ha); y el menor rendimiento se tuvo en la finca 5 en Las Vueltas con 35.24 qq/mz (2,288.08 kg/ha), con un error de 0.05.

Según el MAG-CENTA (2004), la producción de maíz de la variedad H-59 es de 5,843.57 kg/ha; sin embargo, debido a la sequía severa en el año 2015 a nivel nacional, el MAG-CENTA (2016) reportó que la cosecha de esta variedad fue de 2,512.73 kg/ha.

El promedio de la producción de maíz

Cuadro 1. Tratamientos de fertilización, dosis y criterios de aplicación.

Tratamiento	Fertilizante	Dosis por subparcela (kg)	Dosis por planta (gramos)	Criterio para aplicación de dosis
Tratamiento 1	Fórmula 15-15-15	3,956	8.30	Dosis de fertilizante que utilizan los productores en la zona.
	Sulfato de amonio (NH ₄) ₂ SO ₄ (21% N y 24% S)	6,378	13.40	
Tratamiento 2	Fórmula 15-15-15	3,956	8.30	Dosis máxima de potasio recomendada por CENTA
	Sulfato de amonio	6,378	13.40	
	Cloruro de potasio o fórmula 0-0-60 (KCl)	0.626	1.30	
Tratamiento 3	Las dosis de fertilizantes se aplicaron según los resultados de los análisis de suelo de cada una de las 8 fincas (cuadro 2).			Usando el programa QUEFTS Basic, elaborado por el Dr. Marius Heinen de Wageningen UR Alterra.
Tratamiento 4	Bocashi		62.50 (50% de 125 g)	Basado en el 25% de la dosis de fórmula 15-15-15 y de Sulfato de amonio de T1 y 50% de la dosis de Bocashi de T5
	Fórmula 15-15-15	0.99	2.10 (25% de 8.30 g)	
	Sulfato de amonio	1.594	3.30 (25% de 13.40 g)	
Tratamiento 5	Bocashi	29.763	125	Basado en la dosis de bocashi que aplican en los experimentos de ABES y en las recomendaciones del productor de bocashi
Tratamiento 6 o Testigo	No se aplicó nada.		0	No se aplicó ningún fertilizante

Cuadro 2. Dosis de fertilizantes aplicados por finca en el Tratamiento 3 (T3) según los resultados de los análisis de suelo.

Finca	Sulfato de amonio		Fórmula 15-15-15		Cloruro de potasio o fórmula 0-0-60	
	Subparcela (kg)	Dosis/planta (g)	Subparcela (kg)	Dosis/planta (g)	Subparcela (kg)	Dosis/planta (g)
Finca 1	0.00	1.30	0.99	17.40	1.80	
Finca 2	0.00		8.15	17.10	3.22	5.30
Finca 3	0.00		0.00		1.80	3.80
Finca 4	0.99	2.10	0.00		3.22	6.80
Finca 5	0.00		0.00		0.24	0.10
Finca 6	0.00		0.00		0.07	0.50
Finca 7	2.56	5.40	1.45	3.10	1.45	3.10
Finca 8	1.63	3.40	6.60	13.40	1.73	1.30

reportado por USAID y ABES (2015) es de 1,500 kg/ha; comparando estos resultados con la cosecha obtenida en esta investigación, los rendimientos son mejores.

El análisis estadístico de la producción de maíz indica que, en las 8 fincas, el Tratamiento 6 o Testigo presentó la menor cosecha con una media de 20.30 quintales, y el mayor rendimiento entre fincas se presentó en el Tratamiento 5 con una media de 30.96 quintales, la diferencia no fue significativa con un valor menor de 0.05 (Cuadro 3).

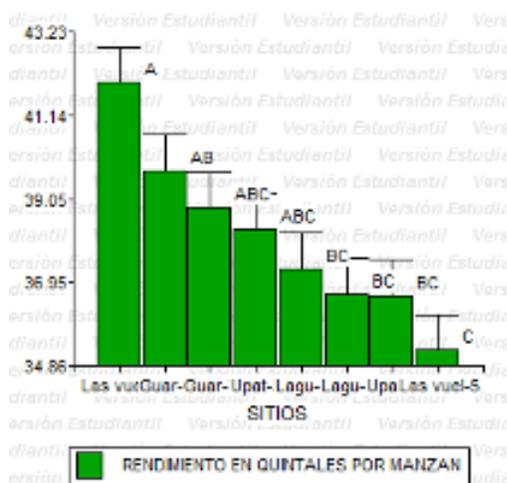


Figura 2. Rendimiento de maíz en quintales por manzana en las 8 fincas.

Cuadro 3. Análisis estadístico de la producción de maíz en quintales (qq).

Test: Tukey Alfa = 0.05 DMS = 21.80020
Error 213.3143 gl: 42

Tratamiento	Medias	n	E.E
6.00	20.30	8	5.16 A
1.00	23.71	8	5.16 A
2.00	26.22	8	5.16 A
4.00	30.71	8	5.16 A
3.00	30.80	8	5.16 A
5.00	30.96	8	5.16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La comparación entre las 8 fincas indica que la finca 3 ubicada en Upatator, presentó la menor

media con 13.46, la mayor media se observa en la finca 5 ubicada en Las Vueltas con 46.94, el valor no es significativo, ya que tienen una diferencia menor de 0.05 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis estadístico de la cosecha de maíz en cada finca.

Test: Tukey Alfa = 0.05 DMS = 19.86392
Error: 115.8514 gl: 40

Finca	Medias	n	E.E
3.00	13.46	6	4.39 A
4.00	16.51	6	4.39 A B
6.00	20.13	6	4.39 A B
7.00	25.61	6	4.39 A B
8.00	25.80	6	4.39 A B
1.00	32.20	6	4.39 A B C
2.00	36.28	6	4.39 B C
5.00	46.94	6	4.39 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Precipitación en la zona de estudio

En el municipio de Las Vueltas el promedio de precipitación por día fue de 20.39 mm, con un mínimo de 5 mm y un máximo de 50 mm (Figura 3). El acumulado en el mes de julio del año 2015 fue de 122 mm, en agosto 105 mm, en septiembre 205 mm, en octubre 220 mm y en noviembre 225 mm, totalizando 877 mm para los 5 meses registrados. En este municipio se registraron 24 días sin precipitación en el mes de octubre cuando el cultivo ya había terminado su ciclo vegetativo.

En Guarjila el promedio de precipitación diaria es de 26.84 mm, un mínimo de 5 mm y un máximo de 90 mm (Figura 4). En el mes de junio del 2015 se tuvo un acumulado de 10 mm, en julio 105 mm, agosto 152 mm, en septiembre 247 mm, octubre 697 mm y noviembre 185 mm. En este sitio se registró un periodo de 18 días sin lluvia en julio cuando el cultivo estaba en época de floración y 19 días sin lluvia en septiembre que coincidió con la finalización

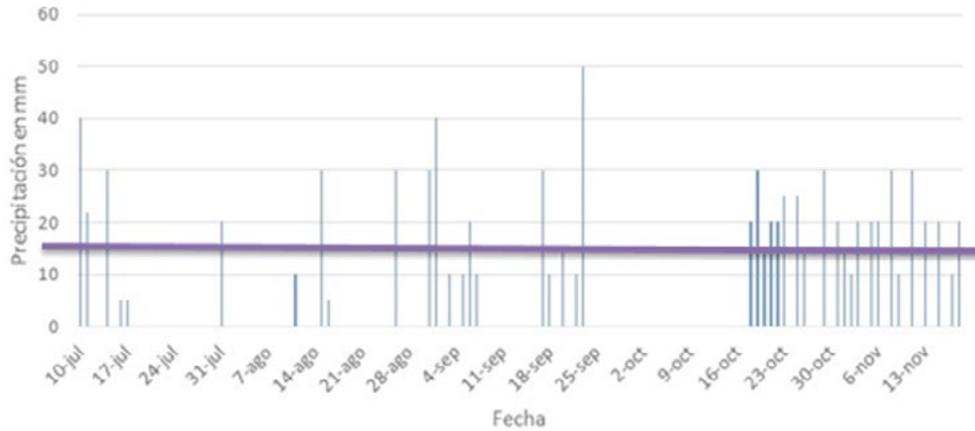


Figura 3. Precipitación por día en Las Vueltas para el año 2015.

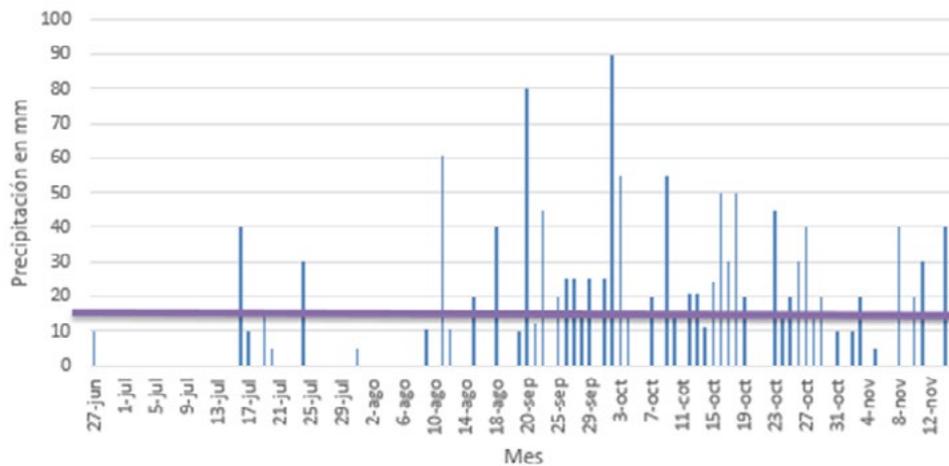


Figura 4. Precipitación por día en Guarjila para el año 2015.

del ciclo del cultivo de maíz.

Según el MARN (2018), en el año hidrológico 2015-2016 se presentó una sequía fuerte en la mayor parte de El Salvador, debido al fenómeno de El Niño (los registros indican más de 15 días sin precipitaciones durante los meses de lluvia), por lo que la lluvia de ese año es inferior a la lluvia normal. El IICA (1995) manifiesta que cuando los cultivos de maíz tienen deficiencia de agua en el periodo de floración puede reducir la producción en un 25%.

A pesar de la falta de lluvia que se reportó durante la realización de esta investigación, el impacto no fue tan fuerte, ya que en comparación con el rendimiento para el maíz H59 (MAG-CENTA 2004), en las parcelas

ubicadas en Guarjila se obtuvo una cosecha de 41.85%; en Las Vueltas ya había pasado la época de floración del cultivo cuando se presentó la sequía, sin afectar la cosecha con una producción de 45.17% en comparación con el 100% de rendimiento para la variedad de maíz que se utilizó en esta investigación. Además, los sistemas agroforestales que los agricultores tienen en sus parcelas y las labores culturales que realizan, como mantener plantas arvenses junto con los cultivos y dejar los rastrojos en las parcelas, contribuyeron a disminuir los efectos de la sequía.

De acuerdo a Cisneros (2003), para la producción de maíz son útiles las lluvias mayores a 15 mm, es decir, si cae una lluvia de 20 mm se considera

como haber aplicado un riego de 5 mm. Además, en los días con temperaturas altas, vientos fuertes y aire seco, se provocan mayores pérdidas de agua en el suelo y mayor consumo por las plantas. En las parcelas estudiadas, los registros de precipitación diaria indican que cuando hay lluvia se suple la necesidad de agua para la planta y favorece su desarrollo. La dificultad se presenta con la presencia de varios días consecutivos sin lluvia.

Diámetro de tallos

Los resultados demuestran que los tratamientos 2 y 3, presentan los mayores diámetros de los tallos en las plantas de maíz muestreadas en las 8 fincas con un valor de 2.45 cm, y el tratamiento 6 o Testigo presentó los menores diámetros con 2 cm (Figura 5). El análisis de varianza por finca permite afirmar que no existe diferencia significativa en el diámetro del tallo de las plantas de maíz, ya que la diferencia es menor a 0.05 y solo una finca de Upatoro presenta un diámetro menor, mientras que el mayor diámetro se registra en una finca de Las Vueltas; lo que demuestra que el diámetro de tallo no se vio afectado por el estrés hídrico al que estuvo sometido.

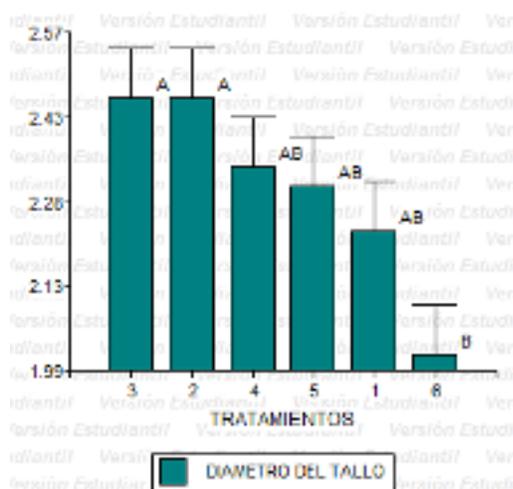


Figura 5. Análisis de varianza del diámetro del tallo de maíz por tratamiento.

Altura de las plantas

La mayor altura de las plantas de maíz se registró en el tratamiento 4 con 2.8 metros y la menor altura en los tratamientos 5 y 6 con 1.62 m. En el tratamiento 3 se logró una altura de planta de 1.85 m, en el tratamiento 1 y 2 se registran alturas de 1.77 m (Figura 6). Serna *et al.* (2011), mencionan que la reacción de las plantas ante la aplicación de un fertilizante es clara y significativa al momento de evaluar la altura de la planta, lo que se observó en esta investigación, ya que al aplicar la mezcla de Bocashi, fórmula 15-15-15 y sulfato de amonio, se obtuvieron los mejores resultados.

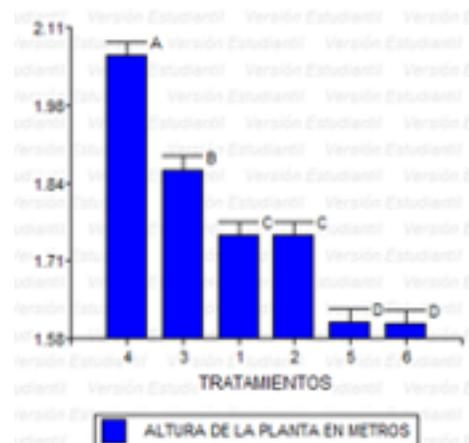


Figura 6. Análisis de varianza para altura de plantas por tratamiento.

Efecto del pH en el rendimiento de los cultivos

De las 8 fincas o parcelas analizadas solo la finca 8 que está ubicada en Guarjila presenta el pH más bajo con un valor de 5.3 (Cuadro 5). En todas las demás el pH se encuentra dentro del rango óptimo de 5.5 a 7. Según el MAG-CENTA (1995), los suelos que presentan valores de pH inferiores a 5.5 a menudo tienen problemas de toxicidad por aluminio y magnesio, además con carencia de fósforo. Suelos con pH superior a 8 tienden a presentar carencia de hierro,

magnesio y zinc. Por lo tanto, los suelos de la mancomunidad La Montañona cuentan con un nivel óptimo de pH para el cultivo de maíz.

Cuadro 5. Resultados de pH según los análisis de suelo.

Finca	Sitio	pH
F1	La Laguna	5.8
F2	La Laguna	5.5
F3	Upatoro	6.1
F4	Upatoro	5.7
F5	Las Vueltas	6.5
F6	Las Vueltas	5.7
F7	Guarjila	5.6
F8	Guarjila	5.3

Efecto de la textura del suelo en el rendimiento de los cultivos

En los resultados de los análisis de suelo en las 8 fincas experimentales, se obtuvo que en la finca 1, 2, 5, 6, 7 y 8 la textura del suelo es Franco arenoso, lo que significa un nivel de fertilidad medio de materia orgánica, con un porcentaje alto de fósforo y bajo en potasio; mientras que las fincas 3 y 4 ubicadas en Upatoro la textura del suelo es Franco arcillo arenoso, presentando materia orgánica media, con bajo porcentaje de fósforo y media de potasio.

Los resultados obtenidos en esta investigación, coinciden con lo reportado por USAID y ABES (2015), quienes manifiestan que la textura del suelo en los municipios de la mancomunidad La Montañona es similar entre ellos y predominan las texturas Franco arcillo arenoso y Franco arenosos.

Densidad aparente

En las parcelas ubicadas en las cuatro zonas de la investigación, la densidad aparente está por arriba de 1 g/cm³, por lo que estos suelos retienen poca humedad (Cuadro 6).

Cuadro 6. Densidad aparente en las fincas de investigación.

Finca	Densidad aparente promedio
F1 y F2 (la laguna)	1.57 g/cm ³
F3 y F4 (upatoro)	1.55 g/cm ³
F5 y F6 (las vueltas)	1.56 g/cm ³
F7 y F8 (guarjila)	1.19 g/cm ³

Según Rubio (2010), la densidad aparente para el crecimiento de las raíces varía según la textura del suelo y la especie vegetal. Los valores bajos de densidad aparente son propios de suelos porosos, bien aireados, con buen drenaje y buena penetración de raíces, lo que permite un buen desarrollo de estas. Los valores altos de densidad aparente son propios de suelos compactos y poco porosos, con aireación deficiente e infiltración lenta del agua, lo que puede provocar anegamiento, anoxia y que las raíces tengan dificultades para elongarse y penetrar hasta alcanzar el agua y los nutrientes necesarios.

Permeabilidad

Las parcelas ubicadas en La Laguna, tiene una permeabilidad muy rápida, y las ubicadas en Upatoro y Guarjila presentan una permeabilidad lenta, por lo que el agua tarda más tiempo en llenar los poros del suelo (Cuadro 7). Vega (2007), expresa que los suelos con permeabilidad muy rápida presentan valores entre 3.6 cm/h y 36 cm/h, lo que coincide con los valores obtenidos en esta investigación.

Infiltración

El 100% de los suelos muestreados tienen una infiltración por debajo de 40 cm/hora (Cuadro 8), considerando que presentan una infiltración moderada, debido a que los suelos

de las parcelas en La Laguna y en Guarjila son suelos Franco arenoso, y en Upatoro son suelos Franco arcillo arenosos. Palacios *et al* (2003), manifiestan que los suelos con textura franco arenosa y franco arcillo arenosa presentan una infiltración moderada.

Según USAID y ABES (2015), la tasa de infiltración de agua en los siete municipios de la mancomunidad La Montañona varió considerablemente en los estudios que se realizaron, pero fueron generalmente bajas e indicaron un riesgo moderado generalizado de escorrentía y en algunas instancias de alto riesgo.

Cuadro 7. Permeabilidad del suelo en las parcelas de muestreo.

Municipio	kfs (cm/h)	Evaluación
La Laguna	14.01	muy rápida
Upatoro	0.14	lenta
Guarjila	1.94	lenta

Cuadro 8. Infiltración en las parcelas de muestreo.

Lugar del muestreo	Infiltración (cm/h)
La Laguna	33.04
Upatoro	36.53
Guarjila	19.58

Al tener una infiltración moderada, el suelo tiene una mejor distribución de la lluvia en el perfil del suelo, reduciendo los riesgos de pérdida por evaporación, lixiviación o escorrentía. De esta manera, el agua como medio de transporte de nutrientes, llega a las raíces más profundas con mejor desarrollo del cultivo de maíz.

CONCLUSIONES

El tratamiento 4 presenta el mayor rendimiento con 42.92 qq/mz (2,786.54 kg/ha), y consistió en

aplicar a cada planta 2.10 g de fórmula 15-15-15, más 3.30 g de Sulfato de amonio y 62.50 g de Bocashi.

La menor producción se obtuvo en el tratamiento 5 con 34.10 qq/mz (2,213.87 kg/ha), que consistió en aplicar 125 g de fertilizante orgánico Bocashi por planta.

La textura del suelo de las parcelas ubicadas en La Laguna, Las Vueltas y Guarjila es Franco arenoso y las ubicadas en Upatoro son Franco arcillo arenoso, con pH dentro del rango óptimo para el cultivo de 5.5 a 7.8, con porcentajes de fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc y cobre mayores a los niveles óptimos que demanda el cultivo.

Los terrenos de las fincas del municipio de La Laguna tienen permeabilidad muy rápida y en los municipios de Las Vueltas y Chalatenango tienen permeabilidad lenta.

La mayor altura de las plantas de maíz se registró en el tratamiento 4 con 2.8 m, y la menor en los tratamientos 5 y 6 con 1.62 m, por lo que la aplicación de Bocashi tiene que ir acompañada con fertilizante químico para lograr buenos resultados en lapsos cortos; si solo se quiere aplicar fertilizante orgánico es necesario hacer aplicaciones en un periodo más largo desde antes de la siembra para obtener buenos resultados.

Los rendimientos en la producción de maíz en todas las fincas fue afectada por la falta de lluvia tanto en el periodo de desarrollo del cultivo como y en el de floración; en algunos casos fueron más de 15 días consecutivos sin agua; pero debido al manejo agroforestal y de conservación que realizan los agricultores, como las prácticas de no quema, manejo de rastrojos, árboles dispersos, cercas vivas, árboles al contorno de las parcelas de maíz, entre otros, las plantas de maíz mostraron tolerancia a la sequía obteniendo una cosecha de 41.85%.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Sean Patrick Kearney de Faculty of Land and Food Systems Vancouver Campus, Canadá y al Dr. Reynaldo López Landaverde, por todos sus aportes durante todo el proceso de la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Angelone, S; Garibay, M; Cauhapé, M. 2006. Geología y Geotecnia permeabilidad de suelos. Argentina, Universidad Nacional de Rosario. 39p.
- Bukele, R; Lozano, F; Molina, C. 2012. Análisis del deterioro de la agricultura en El Salvador a partir del proceso de liberalización económica de los 90. Tesis Lic. en Economía. El Salvador, C. A. UCA. 130p.
- Cisneros, A. 2003. Apuntes de la materia de riego y drenaje. Tesis Dr. México, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México. 164p.
- Daniel, F; Jaramillo, J. 2002. Introducción a la ciencia del suelo. Colombia, Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Medellín. 619p
- Deras, H. 2008. Híbridos de maíz de alta calidad proteica oro blanco y platino, El Salvador, C.A. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 16p.
- Domínguez, J.; Ressia, J.M.; Jorajuría, D.; Balbuena, R.; Mendivil, G. 2005. Geología del suelo bajo tres diferentes tratamientos mecánicos. Argentina. 115p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2002. Los fertilizantes y su uso. Estados Unidos. 83p.
- IICA (Instituto interamericano de cooperación para la agricultura). 1995. Maíz: sistemas de producción. Uruguay. 188p.
- MAG-CENTA (Ministerio de Agricultura y Ganadería- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, EL Salvador). 2016. Anuario de estadísticas agropecuarias, El Salvador. El Salvador, C.A. 101p.
- MAG-CENTA (Ministerio de Agricultura y Ganadería- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, EL Salvador). 2004. Anuario de estadísticas agropecuarias, El Salvador. El Salvador, C.A. 101p.
- MAG-CENTA (Ministerio de Agricultura y Ganadería- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, EL Salvador). 1995. Guía técnica; programa granos básicos Cultivo de maíz. El Salvador, C.A. 21p.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador). 2018. Informe especial sequía meteorológica. El Salvador. Consultado 05 de febrero del 2019. Disponible en <http://www.marn.gob.sv/informe-especial-sequia-meteorologica>
- Palacio, A; Afonso, P; Silva, R; Bautista, E; Posada, G; Val, R. 2003. Diagnóstico de riesgos por inundación para la ciudad de Campeche. México. 107p.
- Ramírez, R. 1997. Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Colombia. 24p.
- Restrepo, R. 1994. Plantas enfermas por el uso de agrotóxicos. Colombia. 45p.
- Rubio, G. 2010. La densidad aparente en suelos (en línea). España. Consultado 15 de junio de 2015. Disponible en <http://digital.csic.es>
- Serna, C; Trujillo, L; Urrea, R. 2011. Respuesta del maíz (*Zea mays*) a la aplicación edáfica de N-P-K en un andisol de la región centro-occidente de caldas. Colombia. 20p.
- USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo); ABES (Agroforestería para la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, El Salvador). 2015. Evaluación del suelo para la producción agrícola La Mancomunidad La Montañona. El Salvador. 10p.

Vega, J. 2007. Análisis de las potencialidades de los suelos de la comuna de Melipilla, identificando zonas aptas para la disposición final de biosólidos, región metropolitana, Santiago, Chile. 194p.

Vieira, M; Ochoa, B; Fischler, M. 2000. Manejo integrado de la fertilidad del suelo en zonas de ladera. Holanda. 136p.

Warren, F. 1975. Física de suelos. Editorial IICA. Costa Rica. 212p.



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



Información sobre algunas aves que anidan en El Salvador

Information about some birds that nest in El Salvador

Néstor Herrera-Serrano¹, Susana J. Vásquez²

Correspondencia:
herrera.nestor@gmail.com

Presentado: 25 de septiembre de 2020
Aceptado: 1 de octubre de 2020

- 1 Paso Pacífico.
2 CEO-Fundadora de NATSALI.

RESUMEN

Se presenta información de la anidación de 18 especies, la mayor parte de las aves son acuáticas que anidan entre los meses de abril y octubre, incluyendo al Rascón Real (*Rallus longirostris*), la Cigüeña Americana (*Mycteria americana*), la Espátula Rosada (*Platalea ajaja*) y el Caracolero (*Aramus guarauna*), de las cuales no se conocían publicaciones de sus anidaciones en El Salvador. Se hace una revisión de los sitios de anidación del Chorlito Piquigrueso (*Charadrius wilsonia beldingi*), una de las subespecies de aves playeras migratorias más amenazadas en el hemisferio. Se proporciona información de la anidación más tardía conocida para el Garzón blanco (*Ardea alba*) en El Salvador y el primer registro de nidos de Garza Cucharón (*Cochlearius cochlearius*) en la Bahía de La Unión.

Palabras claves: anidación, *Charadrius wilsonia*, humedales, migración.

ABSTRACT

Information is presented about the nesting behavior of 18 bird species in El Salvador. Most birds nest between the months of April and October, including Mangrove Rail (*Rallus longirostris*), Wood Stork (*Mycteria americana*), Roseate Spoonbill (*Platalea ajaja*) and Limpkin (*Aramus guarauna*). There was not previously published information about the nesting of these species in the country. A review was conducted of the nesting sites of the Wilson's Plover (*Charadrius wilsonia beldingi*), one of the most threatened migratory shorebird species in the hemisphere. Information is provided on the latest known nesting of the Great Egret (*Ardea alba*) in the country and on the first recorded of nesting of the Boat-billed Heron (*Cochlearius cochlearius*) in La Union Bay.

Key words: bird migration, *Charadrius wilsonia*, nesting, wetlands.

INTRODUCCIÓN

Los antecedentes de especies de aves que anidan en El Salvador corresponde a las publicaciones de Dickey y van Rossem, (1938), quienes registraron 161 especies como residentes reproductores; Miller, (1932), en su visita al país en 1925, registró 21 especies y Thurber, *et al.* (1987) incluyó información de 59 especies anidantes.

Estudios recientes incluyen tesis de biología (Herrera y Díaz Herrera, 2005, Arévalo-Ayala, 2017), y otras publicaciones para ciertas especies o grupos, como Herrera y Galán, (2015), Arévalo-Ayala y Funes, (2019), muy pocas de colonias reproductivas (Ibarra Portillo, *et al.* 2005, Herrera, *et al.* 2008, 2009) y en algunos casos solo son informes con datos no publicados como Carranza, (2005), Martínez, (2008) y Carranza (2012).

Se conoce que en El Salvador existe la presencia de 589 especies de aves, de éstas 262 anidan en el territorio, mientras 89 se supone que lo hacen, pero no se han registrado (Herrera, En Prep.). Los esfuerzos de documentación de las aves anidantes en el país han sido insuficientes y muchas veces registrados en literatura grisson poco conocidos, en algunos casos solo son resúmenes en congresos, ejemplo Ibarra Portillo (2008) y no siempre son de fácil acceso para conservación o protección (Form. Uni., 2011).

El objetivo del presente artículo es presentar información de 18 especies que anidan en el país, la mayoría son aves acuáticas cuya información es nueva, poco conocida o de particular importancia para el conocimiento del grupo en El Salvador. Así también hacer una discusión de la información de períodos de anidación, cuidado parental, distribución y a la vez, socializar de manera extensiva al publicar en una revista indexada, algunos datos no

publicados de Vásquez (2015).

METODOLOGÍA

Los resultados se enfocan, principalmente, en las observaciones durante marzo a julio de 2014 como parte del desarrollo de una tesis de grado de S. J. Vásquez, quien llevó a cabo una investigación sobre las aves que anidan en la laguna El Jocotal (13° 20' y 88° 14'), departamento de San Miguel. Este esfuerzo implicó la realización de visitas alternadas por una semana y cada visita duró cinco días continuos, de marzo a julio de 2014, alcanzándose 37 días de muestreo, para un total de 222 horas de trabajo.

Como parte de la tesis, siempre que fue posible, se midieron los nidos y huevos, con un pie de rey digital graduado en milímetros y se tomaron fotografías de los mismos. Así también, se caracterizó la vegetación circundante al nido o del material vegetal del que estaba elaborado. Esto también se aplicó en algunos casos con las otras especies fuera del estudio de tesis.

Otras observaciones de aves anidando se deben a registros casuales, en diferentes sitios del país, ya sea como conteos de aves acuáticas, aves playeras o visitas para documentar anidación, entre los años 2014 a 2020. De acuerdo a las especies se describe en cada apartado según se encontró, así como una descripción del sitio, sus coordenadas de ubicación geográfica, según el caso y la división política a la que pertenece.

Otras observaciones de aves anidando se deben a registros casuales, entre los años 2014 a 2020, en diferentes sitios del país, como conteos de aves acuáticas, aves playeras o visitas para documentar anidación. De acuerdo a las especies se describe en cada apartado una descripción del sitio, sus coordenadas de ubicación geográfica, según el caso y la división política a la que pertenece.

Finalmente, se hizo una revisión de literatura para exponer la discusión de los resultados, incluso fuentes publicadas acerca de los registros de la avifauna del país en literatura gris, revistas científicas, los publicados en la revista *North American Birds*, y, en algunos casos, registros en la plataforma eBird.

Para esta actualización se incluye información de la colección disponible en la página electrónica del Western Foundation of Vertebrate Zoology, California, Estados Unidos, en la que hay 30 especies registradas (collections.wfzv.org).

Se presenta la información de acuerdo al orden taxonómico de la American Ornithologists

Union del año 2018 (Cheser, et al. 2018). La clasificación según el estado de las aves para el país, se realizó de acuerdo a Komar y Domínguez, (2001) y Fagan y Komar, (2016). Se usan nombres comunes en español de acuerdo con Howell y Webb, (1995) o vernáculos para las especies más conocidas.

En la Figura 1, se presentan los sitios indicados en la descripción de las especies, inclusive los humedales de importancia y colonias reproductivas descritas, así como otros sitios mencionados en la revisión de literatura, que enfoca, más que todo, la ubicación de sitios de anidación.



Figura 1. Sitios de interés y registro de colonias de anidación de aves acuáticas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta información de 18 especies que anidan entre los meses de abril a octubre, la

mayoría son aves acuáticas y una rapaz que desarrolla su vida en cuerpos de agua dulce, gran parte de los registros se ha realizado durante la estación de lluvias o en la finalización de esta (Cuadro 1). Algunas excepciones son la

Polluela Pechiamarilla (*Hapalocrex flaviventer*) que anida en la estación seca (febrero-abril) y el Cormorán Neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*) que, de acuerdo a estos resultados, anida en todos los meses del año.

Información publicada de la anidación del Rascón Real (*Rallus longirostris*), la Cigüeña Americana (*Mycteria americana*) y la Espátula Rosada (*Platalea ajaja*) no se conocía previamente para El Salvador. En el caso del Caracolero (*Aramus guarauna*), ya se había propuesto como reproductor para el país (Komar y Domínguez, 2001), pero no se había publicado información de las características del nido o el tamaño de la nidada.

En el caso de los siete nidos encontrados del

Chorlito Piquigrueso (*Charadrius wilsonia beldingi*), en el sector salvadoreño del Golfo de Fonseca, es la primera vez que se registran en esta parte del país y representan un alto valor para la conservación. Se estima que la población para esta subespecie es de 7,500 adultos y ha sido incluida como prioritaria para acciones de conservación (Senner, Andres y Gates, 2018).

Por otra parte, el Milano Caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), que no es una especie acuática, pero desarrolla su vida en las inmediaciones de ambientes dulceacuícolas, registró un nido sobre una plataforma hecha de trozos de ramas y material vegetal, a menos de un metro de altura, un dato desconocido para esta especie en el país.

Cuadro 1. Registros de anidación de 18 especies de aves de El Salvador, incluyendo períodos de anidación, tamaño del nido y tamaño de los huevos

Especie	Anidación		Período de anidación registrado en el presente estudio	Medidas de los huevos (mm)	Nº de huevos por nido
	Período de anidación en la literatura de El Salvador	Autores			
Pichiche real (<i>Dendrocygna bicolor</i>)	Mayo-agosto	Thurber, et al. 1987	Mayo-agosto	51.95 x 40.97	6-12
Colimbo pico anillado (<i>Podylimbus podiceps</i>)	Junio-agosto	Thurber, et al. 1987	Marzo-julio	39.09 x 27.71	6
Rascón Real (<i>Rallus longirostris</i>)	Mayo-agosto		Mayo-agosto	No determinado	6
Polluela Pechiamarilla (<i>Hapalocrex flaviventer</i>)	Abril-Agosto	Dickey y van Rossem, 1938 Thurber et al., 1987	Febrero-abril	No determinado	No determinado
Gallineta pico rojo (<i>Gallinula galeata</i>)	Febrero-agosto	Thurber, et al. 1987	Marzo-julio	41.73 x 30.26	14
Gallineta pico blanco (<i>Fulica americana</i>)	Febrero-septiembre	Thurber, et al. 1987	Mayo-julio	49.32 x 36.14	4-5
Caracolero (<i>Aramus guarauna</i>)	No hay registros previos de anidación en el país		Mayo-noviembre	44.26 x 59.75	5
Peretete o Alcaraván (<i>Burhinus bistriatus</i>)	Enero	Dickey y van Rossem, 1938	Abril-julio	58 x 39	2
Soldadito (<i>Himantopus mexicanus</i>)	Abril-mayo Mayo-agosto	Dickey y van Rossem, 1938 Ortez, et al. 2013	Abril-julio	42.61 x 30.03	3-4
Chorlito Piquigrueso (<i>Charadrius wilsonia</i>)	Abril-julio	Martínez, 2008 Ortez, et al. 2013	Mayo-julio	No determinado	2-3

Especie	Anidación		Período de anidación registrado en el presente estudio	Medidas de los huevos (mm)	N° de huevos por nido
	Período de anidación en la literatura de El Salvador	Autores			
Mantellina (<i>Jacana spinosa</i>)	Julio–septiembre	Dickey y van Rossem, 1938	Abril–julio	25.63 x 18.27	4
Cigüeña Americana (<i>Mycteria americana</i>)	Febrero–mayo	Ibarra Portillo, 2008	Febrero–mayo	No determinado	4
Cormorán Neotropical (<i>Phalacrocorax brasilianus</i>)	Julio–octubre Abril–agosto	Ibarra Portillo et al. 2005 Herrera, et al. 2008	Enero–diciembre	No determinado	2–4
Garcita de tular (<i>Ixobrychus exilis</i>)	Abril–julio	Dickey y van Rossem, 1938, Thurber, et al. 1987	Mayo–julio	28.69 x 23.24	4
Garzón Blanco (<i>Ardea alba</i>)	Febrero–septiembre	Ibarra Portillo, et al. 2005	Abril–octubre	No determinado	2–4
Garza Cucharón (<i>Cochlearius cochlearius</i>)	Mayo–agosto	Ibarra Portillo, et al. 2005	Mayo–julio	No determinado	No determinado
Espátula Rosada (<i>Platalea ajaja</i>)	No hay registros previos de anidación en el país		Abril	No determinado	No determinado
Milano Caracolero (<i>Rostrhamus sociabilis</i>)	Septiembre–enero Julio	Pineda y Herrera, 2014 Ibarra, 2010	Abril–mayo	44.87 x 36.35	2–3

REGISTROS POR ESPECIE

Pichiche real, piche canelo (*Dendrocygna bicolor*) Anatidae

El primer registro para El Salvador fue en 1974 (Hamel, 1975), pero hasta 1977 se conocía como especie reproductora (Gómez y Ricord de Mendoza, 1982). Es una especie muy bien distribuida en humedales continentales y costeros; de hecho, se han registrado más de 167,000 individuos en todo el país (Herrera, et al. 2003), pero regularmente no se registra nidos.

Se encontró un nido en la laguna El Jocotal el 4 de junio de 2014, en una plataforma construida sobre un islote flotante con trozos pequeños oculto y rodeado de jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y zacate cuchilla (*Paspalum* sp); la superficie de la plataforma estaba forrada con hojas de la misma planta. El nido se encontró

en un entorno de 62 cm de profundidad y contenía seis huevos (Figura 2).

El periodo coincide con lo descrito por Thurber, et al. (1987). Hay un registro de adultos con crías en el embalse Cerrón Grande, el 8 de agosto de 1992, en el sector de Colima (Komar, 1992).

Colimbo pico anillado (*Podylimbus podiceps*), Podicipedidae

El primer registro de anidación que se conoce para el país es del 18 de febrero de 1968, hecho por el ornitólogo Robert Dickerman, quien colectó una hembra con ovarios alargados en la laguna El Jocotal (Thurber, et al. 1987). Estos autores registraron, además, cuatro nidos entre 1972 a 1978, incluso adultos con crías.

Se documentaron nidadas a partir del 12 de marzo hasta el 30 de julio de 2014. El período de incubación fue de 26 días. Construyen el nido sobre una plataforma pesada, compuesta por



Figura 2. Nido y huevos de Pichiche real (*Dendrocygna bicolor*). Fotografía: Susana Vásquez.

una parte superficial que se observa a simple vista y la parte restante es material sumergido, elaborado de *E. crassipes*, *Hydrilla verticillata* o sobre *Nymphaea ampla*. La plataforma tenía aproximadamente 8 cm de altura desde la superficie del agua y 25 cm de diámetro (Figura 3).

El adulto, cuando sale del nido para comer o descansar, cubre los huevos con una capa de plantas, dejando el nido camuflado con el ambiente. Por lo general, los nidos estaban anclados a *E. crassipes* o rodeados de mucha *H. verticillata*. Ambos adultos cuidan el nido, pero únicamente se observó a uno incubando, mientras el otro vigilaba a metros de distancia, ambos vocalizaban en cuanto se alejaban del nido.

Rascón Real (*Rallus longirostris*), Rallidae

El Rascón Real es una especie recientemente registrada en El Salvador, en los manglares del Golfo de Fonseca (Maley, *et al.* 2016) y en la Bahía de Jiquilisco (Flores Gámez, 2019). La subespecie corresponde a *R. l. berryorum* (R. Juárez-Jovel, Com. Pers).



Figura 3. Nido y huevos de Colimbo pico anillado (*Podylimbus podiceps*). Fotografía: Susana Vásquez.

Se encontraron dos nidos en camaronera El Conchal (13°25'21.0"N 87°50'06.5"O), Bahía de La Unión, departamento de La Unión, el 12 de mayo de 2018, durante el censo de aves playeras (Figura 4). Uno de los nidos poseía seis huevos y otro estaba en construcción. Un tercer nido fue visto cerca de ahí, a la orilla de un canal del manglar en el sector conocido como Los Jíotes (13°26'30.05"N 87°46'42.67"O), el 18 de mayo de 2018 (Pineda *et al.* 2020), siempre en forma de canasta elaborada con ramas superpuestas y rellena de hojas de mangle (*Rhizophora racemosa*).

La bahía es parte integrante del Golfo de Fonseca, que lo comparten Honduras, Nicaragua y El Salvador. Maley, *et al.* (2016) registró anidación en julio y agosto en Honduras; mientras que van Dort, (2013) registró polluelos en agosto.

Polluela Pechiamarilla (*Hapalocrex flaviventer*), Rallidae

van Rossem, (1934) definió estado reproductivo basado en un macho colectado el 19 de agosto de 1925 con gónadas desarrolladas, pero no encontró nidos. De este Rálido solo se conocen



Figura 4. Nido y huevos del Rascón Real (*Rallus longirostris*). Fotografía: Mario Trejo.

registros en laguna de Olomega y El Jocotal, ambas en el departamento de San Miguel (Herrera, En Prensa.). Por otra parte, Thurber, *et al.* (1987) registraron polluelos en mayo de 1977. El 28 de marzo de 2014, se encontraron dos adultos y una cría caminando sobre la vegetación de *Pistia stratiotes* y *E. crassipes*. El pollo tenía plumón blanco y medía aproximadamente 7 cm de alto. Esta es una especie de hábitos secretivos, muy difícil de observar y con pocos registros en el país.

Gallineta pico rojo (*Gallinula galeata*), Rallidae

Dickey y van Rossem, (1938) describieron esta especie como visitante muy común en los cuerpos de agua dulce. Por su parte, Thurber, *et al.* (1987) la registran como presente en todo el año y con poblaciones reproductoras en todo el país y encontraron 21 nidos en laguna El Jocotal entre abril a junio de 1976 y 55 nidos entre febrero y agosto de 1977.

Entre marzo y julio de 2014, en la laguna El Jocotal se registraron 15 nidos, que estaban escondidos entre vegetación flotante

principalmente *E. crassipes*, la mayoría elaborados de tallos y forrados con hojas de la misma planta. Algunos nidos contenían *Paspalum* sp entrelazado y por encima. También se encontraron nidos escondidos en vegetación combinada como *Sagittaria lancifolia*, *Phragmites* sp y *Paspalum* sp, en plataformas de aproximadamente 25 cm de diámetro y 10 cm de altura desde la superficie del agua. Se documentaron nidadas de cuatro hasta 14 huevos (Figura 5).

Gallineta pico blanco (*Fulica americana*), Rallidae

Considerada residente reproductora por Thurber, *et al.* (1987) a raíz del registro de ocho nidos entre abril y julio de 1976, y 33 nidos entre febrero y septiembre de 1977. Se conoce que anida en el lago de Güija y en la laguna Verde de Apaneca, departamento de Ahuachapán (Herrera, En Prensa.).

Dos nidos fueron registrados en laguna El Jocotal, entre marzo y julio de 2014. El nido era una plataforma hecha del tallo de *E. crassipes* en trozos, escondido a un metro de la orilla de la vegetación, con un diámetro de 35 cm y 20



Figura 5. Nido y huevos de Gallineta pico rojo (*Gallinula galeata*). Fotografía: Susana Vásquez.

cm de altura (Figura 6).

Caracolero (*Aramus guarauna*), Aramidae

Dickey y van Rossem, (1938) y tampoco Thurber, *et al.* (1987) registraron anidación de esta especie, que ha sido incluido como reproductor para el país (Komar y Domínguez, 2001), pero no se había descrito el nido, ni la cantidad de huevos que ponen.

Se encontró un nido el 6 de mayo de 2014, el cual contenía cinco huevos, sobre una plataforma de 30 cm de diámetro; la base del nido estaba hecha de tallo en trozos de *E. crassipes* y la superficie forrada de hojas de la misma planta, también contenía *H. verticillata* en pequeñas cantidades. El nido se hallaba en un sector inundado con una profundidad de 65 cm (Figura 7).

Peretete o Alcaraván (*Burhinus bistriatus*), Burhinidae

Dickey y van Rossem, (1938) registraron ejemplares en condición reproductiva entre los

meses de febrero-abril, pero no encontraron nidos. Esta es una ave acuática frecuente en pastizales, zonas ganaderas en la planicie costera del país y en valles interiores por debajo de 800 msnm, es favorecido por la conversión de áreas boscosas a ganadería, se mantienen en parejas y grupos pequeños alimentándose de insectos, el plumaje adaptado a los pastizales los vuelve difíciles de observar en su hábitat. Su comportamiento es crepuscular y nocturno.

Se registró anidación en la hacienda El Sitio, municipio de Puerto El Triunfo, Usulután, desde el 15 de abril de 2020 hasta finales de julio de 2020, y luego un nido con un solo huevo el 13 de octubre del mismo año, para un total de ocho nidos en el periodo (Figura 8). Dos de estos fracasaron, el resto, produjeron una cría. En laguna El Jocotal se registraron anidaciones en el mes de enero (Herrera, 2017).

Policía, Perra, Soldadito (*Himantopus mexicanus*), Recurvirostridae

Thurber, *et al.* (1987) registraron anidación en abril y mayo de 1976 (11 nidos) y en 1977 (8 nidos) en la laguna El Jocotal. Se ha registrado



Figura 6. Nido y huevos de Gallineta pico blanco (*Fulica americana*). Fotografía: Susana Vásquez.



Figura 7. Nido y huevos de Caracolero (*Aramus guarauna*). Fotografía: Susana Vásquez.



Figura 8. Huevo y nido de Peretete o Alcaraván (*Burhinus bistriatus*). Fotografía: Néstor Herrera.

anidación en camaroneras y salineras, por ejemplo en El Tamarindo (Ibarra Portillo, et al. 2005) y en barras de arena de la Bahía de Jiquilisco (Martínez, 2008).

Se encontraron tres nidos en la laguna El Jocotal en mayo de 2014, estaban hechos de tallos y hojas de *H. verticillata*, *Lemna minor* y trozos de *P. stratioides*, sobre vegetación flotante.

En salinera San Ramón, municipio de Pasaquina, departamento de La Unión, se encontraron seis nidos activos el 21 de junio de 2018. Las aves usaban tallos de *Sesuvium portulacastrum*. (Figura 9). Adicionalmente en camaronera Handal II, en San Dionisio, Usulután, se encontraron pichones el 27 de junio de 2019

Chorlito Piquigrueso (*Charadrius wilsonia beldingi*), Charadriidae

Dickey y van Rossem, (1938) lo consideró un migrante abundante en primavera. La anidación para El Salvador se conoce en la zona occidental, en la bocana El Saite y en la bocana del río Paz, por un nido encontrado el



Figura 9. Nido y huevos de Soldadito (*Himantopus mexicanus*). Fotografía: Néstor Herrera.

16 de abril de 2011 (Juárez-Jovel y Komar, 2012). De la misma manera, en la zona central, en isla Pajarito y El Bajón (Carranza, 2005; Martínez, 2008; Jones y Komar, 2009) y en la isla San Sebastián (Ortez, et al. 2013), todos en la Bahía de Jiquilisco.

En el Golfo de Fonseca, un conteo simultáneo de aves playeras llevado a cabo el día 12 de mayo de 2018, registró nueve nidos en cinco sitios que comprenden los tres países que conforman el Golfo de Fonseca, El Salvador, Honduras y Nicaragua, sobre todo en granjas de producción de sal se encontraron ocho nidos y uno en una zona pantanosa natural (van Dort, 2018).

En el territorio salvadoreño se encontraron siete nidos activos, incluyendo la Bahía de La Unión y el estero El Tamarindo (van Dort, 2018). Se registraron padres haciendo despliegue de defensa territorial y los polluelos esconderse entre la vegetación en forma defensiva. Los nidos se conformaban sobre frutos de Carbón (*Mimosa tenuiflora*), ramas secas y hojas de Istaten (*Avicennia germinans*) (Figura 10). Ortez, et al. (2013) también registra una hendidura en la arena entre vegetación de playa y material



Figura 10. Nido y huevos de Chorlito Piquigrueso (*Charadrius wilsonia*). Fotografía: Julio Acosta.

orgánico como pedacitos de palo y hojas secas. Anidación del Chorlito Piquigrueso ya había sido publicada para el sector hondureño del Golfo de Fonseca (Mejía y Salazar, 2013), pero no para El Salvador, cuyos registros hasta la fecha ubicaban nidos en la zona central y occidental del país.

Mantellina (*Jacana spinosa*), Jacanidae

Miller, (1931), así como Dickey y van Rossem, (1938), registraron anidación en los meses de julio y agosto en la laguna de Olomega. *J. spinosa* es una de las especies de aves acuáticas más comunes y abundantes en los ecosistemas acuáticos del país y está incluida en la página electrónica del Western Foundation of Vertebrate Zoology, California, Estados Unidos (collections.wfzv.org).

En laguna El Jocotal, se documentaron nidos en los meses de abril a julio, y estaban elaborados de *H. verticillata* y rodeados de *E. crassipes*, también habían nidos hechos de *Paspalum* sp y rodeados de *P. stratiotes* y algunos hechos de

Lemna minor. La frecuencia de puesta fue de un huevo por día. Se documentaron nidadas de uno a cuatro huevos (Figura 11).

Cigüeña Americana (*Mycteria americana*), Ciconiidae

No existen registros publicados de la anidación de esta enorme cigüeña, habiéndose considerado migratorio parcial para El Salvador (Komar y Domínguez, 2001). Entre febrero a mayo de 2005, se documentó la anidación por primera vez para El Salvador en la isla El Chaparral en el embalse del Cerrón Grande, con 40 nidos (Figura 12), datos sobre sobrevivencia y uso del hábitat fueron descritos por Ibarra Portillo (2008) y constituye un importante antecedente sobre la especie.

Esa colonia funciona en forma intermitente desde entonces, usando diferentes islas. La última en febrero de 2019 fue en isla La Leona, siempre en dicho embalse, se estimó 100 nidos, asociados con *A. alba* y *P. brasiliensis*.

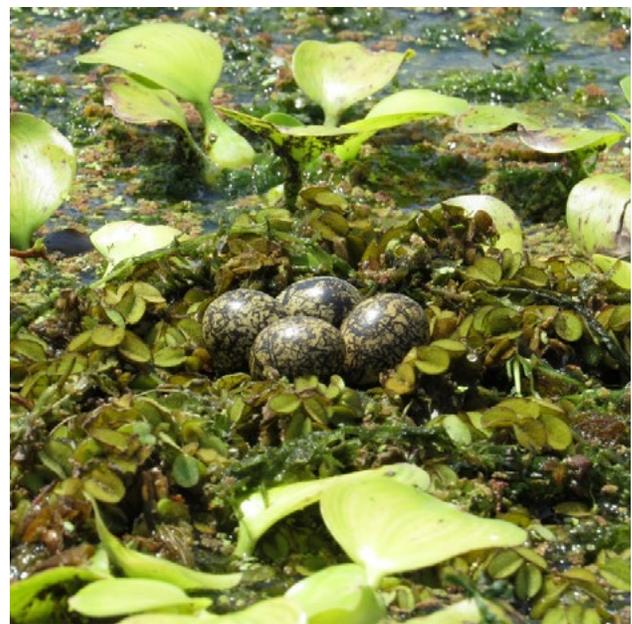


Figura 11. Nido y huevos de Mantellina (*Jacana spinosa*). Fotografía: Susana Vásquez.



Figura 12. Nido de Cigüeña Americana (*Mycteria americana*), en embalse Cerrón Grande. Fotografía: Néstor Herrera.

Cormorán Neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*), Phalacrocoracidae

La anidación de esta especie ha sido ampliamente registrada por Dickey y van Rossem, (1938), Miller, (1932), Herrera, *et al.* (2008), Salinas y Ramírez, (2010). Además está incluida en la página electrónica del Western Foundation of Vertebrate Zoology, California, Estados Unidos (collections.wfzv.org).

Las poblaciones han experimentado un aumento considerable en los últimos 20 años, desde unos cuantos nidos en abril del año 2000 (Herrera, *et al.* 2008) a miles y con una estimación poblacional superior a 67,000 adultos solamente en el embalse Cerrón Grande (Pineda y Oliva, 2018). Este desmesurado aumento ha ocasionado desequilibrios ambientales e impactos económicos en la pesquerías locales (Herrera, *et al.* 2016).

Este crecimiento poblacional tiene como base, la existencia de un mayor número de colonias reproductoras. Esto se aprecia en el Cuadro 2, que incluye una revisión de datos según literatura gris y reportes en eBird desde el año 2013 hasta el año 2020. Por ejemplo en el embalse Cerrón Grande se registraron cerca de 4,000 nidos en 2013 y en 2018 se contabilizaron

4,485 nidos, es decir la población no ha mermado sino que se ha mantenido.

Por otra parte, en el año 2017 se encontraron hasta 3,985 nidos en seis colonias, mientras que en 2018, el número de colonias disminuyó, pero aumentó el número de nidos, se contabilizaron 8,630 nidos en cuatro colonias distintas. Los Cormoranes han logrado anidar durante todo el año y siempre parece existir una colonia reproductiva activa en cualquier mes (Cuadro 2).

No se encontraron colonias reproductoras en el embalse 5 de noviembre, pese al registro de varios sitios usados como dormitorios y la observación de un 25% de los individuos con plumaje de inmaduros.

Garcita de tular (*Ixobrychus exilis*), Ardeidae

Desde 1977 no se conocían registros de anidación para esta especie (Thurber, *et al.* 1986). Un nido con cuatro huevos fue encontrado el 4 mayo de 2014 en una canasta hecha con tallos de *Paspalum* sp, escondido y construido entre vegetación flotante de *E. crassipes* a 30 cm de altura desde la superficie del agua en la laguna El Jocotal (Figura 13).



Figura 13. Nido y huevos de Garcita de tular (*Ixobrychus exilis*). Fotografía: Susana Vásquez.

Cuadro 2. Registros de colonias de anidación del Cormoran Neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*) durante los años 2014 a 2020

Sitio	Fecha	No. de nidos	Fuente
Lago de Güija La Barra	Junio a septiembre de 2016	678	Arévalo-Ayala, 2017
Lago de Güija La Barra	Agosto-septiembre 2017	53	Díaz Castro, 2017
Lago de Güija La Barra	13 de septiembre 2017	15	Presente publicación
Embalse 15 de septiembre Isla El Divisadero	26 abril de 2017	800	MARN, 2017
Embalse 15 de septiembre Isla El Divisadero	Agosto-septiembre 2017	17	Díaz Castro, 2017
Embalse 15 de septiembre Isla El Divisadero	Marzo-abril de 2018	785	Andino, 2018
Embalse 15 de septiembre Isla El Divisadero	21 de septiembre 2018	50	Presente publicación
Embalse 15 de septiembre, entrada a Petacones, río Jiotiquillo	31 de octubre 2018	3	Presente publicación
Camaronera Las Animas	Agosto de 2017	87	Díaz Castro, 2017
Camaronera Las Animas	21 de noviembre 2017	5	Presente publicación
Laguna de Olomega Isla Los Gatos	Agosto de 2017	519	Díaz Castro, 2017
Bahía de Jiquilisco, canal San Juancito	Septiembre 2017	20	Díaz Castro, 2017
Bahía de Jiquilisco, Salinera Handal	Mayo-Julio de 2018	200	Presente publicación
Bahía de Jiquilisco, Salinera Handal	25 de junio 2019	120	Presente publicación
Bahía de Jiquilisco, Salinera Handal	13 de Junio 2020	70	Presente publicación
Embalse Cerrón Grande	Octubre 2013 a mayo 2014	4000	Henríquez, 2015
Embalse Cerrón Grande Isla La Leona	23 marzo de 2017	1721	Presente publicación
Embalse Cerrón Grande	25 marzo de 2018	1800	Presente publicación
Embalse Cerrón Grande	Marzo-abril de 2018	1360	Andino, 2018
Embalse Cerrón Grande Isla La Leona	Diciembre de 2018	4485	Presente publicación

Garzón Blanco (*Ardea alba*), Ardeidae

Esta es una especie con amplia información de su anidación y la formación de colonias reproductoras (Ibarra Portillo, *et al.* 2005a, b, 2014). Se presenta nueva información de

colonias reproductoras no conocidas a la fecha, para el caso Piche Pérez, (2013) encontró 59 nidos de esta especie en el Palacio de las Aves, en Bahía de Jiquilisco en febrero 2011.

El 28 de octubre de 2016, en Camaronera Las Animas, municipio de San Luis La Herradura,

departamento de La Paz, se encontró un total de 37 nidos ocupados. Los nidos se ubicaron en el dosel de árboles de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), aproximadamente a 15 m de altura y abarcando 12 árboles. Durante la visita todos los nidos poseían pichones emplumados, indicado que estaban en la fase final de la anidación. Esta es la anidación más tardía conocida para esta especie en el país.

Otra colonia de anidación nueva se encontró en la Bahía de La Unión, el 12 de mayo de 2018, en las inmediaciones del malecón turístico y parque de la ciudad, con 20 nidos activos. No se conocían colonias reproductoras en el área de la bahía.

Garza Cucharón (*Cochlearius cochlearius*), Ardeidae

Dickey y van Rossem, (1938), registraron anidación el 24 de mayo de 1927 en el lago de Güija, esa colonia ha desaparecido. Actualmente, se registran colonias reproductivas en la zona costera, como Barra de Santiago, Metalio y El Icacal (Ibarra Portillo, et al. 2005b).

Pero es la Bahía de Jiquilisco, el lugar con mayor cantidad de colonias reproductivas de esta especie. Martínez, (2008) encontró 12 nidos el 2 de febrero de 2007 en el cantón Corral de Mulas, municipio de Jiquilisco (N: 13°14'24.95"; W: 88°37'56.49"); por otra parte, Carranza, (2007) encontró nidos activos en los sitios Palacio de Las Aves, Los Calix y cañón San Juancito en septiembre-noviembre de 2007.

Otros sitios como El Tambor, cantón El Espino, municipio de Jucuarán (N: 13°12'56.1"; W: 88°21'48.3") registra la presencia de ocho nidos el 3 de febrero de 2008 (Martínez, 2008) y 21 nidos ubicados en el cañón Zamorancito, en árboles de mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.) en el sector occidental de la Bahía de Jiquilisco (Carranza, 2012).

En la Bahía de La Unión, se encontraron 12

nidos activos el 12 de mayo de 2018. Todos se ubicaban sobre árboles de mangle rojo (*Rhizophora racemosa* L.), a 6 m de altura en promedio y era la única especie anidando. No existían registros previos de anidación de esta especie en dicha bahía.

Espátula Rosada (*Platalea ajaja*), Threkiornithidae

Dickey y van Rossem, (1938), enfocan que la especie está presente todo el año en el país, pero no encontraron nidos. Thurber, et al. (1986) asumen que la ausencia de colonias se debe a que al país llegan individuos dispersores. Hay registros en marzo de 2003 de siete nidos en estero El Tamarindo, pero dicha información no era confirmada (Ibarra Portillo et al. 2005b).

Ejemplares transportando material para nidos fueron observados el 28 de abril de 2012 en la bocana del río Jiboa (Figura 14). Si las colonias se ubican en sitios profundos en zonas de manglar y cuando la estación lluviosa es más fuerte en El Salvador, explicaría porque no se han encontrado colonias.

Milano Caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), Accipitridae

Esta especie se registró por primera vez en 1996 (Herrera. et al. 2006) y la anidación ha



Figura 14. Adulto de Espátula Rosada (*Platalea ajaja*), acarreando material para nido. Fotografía: Néstor Herrera.

sido registrada en diversos sitios, como en el embalse Cerrón Grande (Ibarra Portillo, 2010), en la laguna El Jocotal (Pineda y Herrera, 2011) y en el lago de Güija (Pineda y Herrera, 2014).

Los nidos hasta ahora han sido registrados en lo alto de árboles, sobre ramas de más de un metro de altura. Sobre árboles de Izcanal (*Acacia hindsii*), aproximadamente a 6 m del agua (Ibarra Portillo, 2010), sobre Sauce (*Salix humboldtiana*) de 18-20 m de altura (Pineda y Herrera, 2011) y sobre Conacaste blanco (*Albizia niopoides*) en un promedio de 5.3 m de altura (Pineda y Herrera, 2014). Pero siempre sobre ramas de árboles jóvenes.

El 20 de mayo de 2014, se encontró un nido con un solo huevo en un islote formado por *Typha dominguensis* en la laguna El Jocotal. El nido era una plataforma hecha de trozos pequeños de ramas de Pimiento (*Phyllanthus elsiae*), Sauce (*S. humboldtiana*) y Papalón (*Coccoloba caracasana*). Este es el primer registro de un nido a tan baja altura (Figura 15).

Otros registros de anidaciones del Milano Caracolero están constituidos por una colonia



Figura 15. Nido y huevo de Milano Caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), en laguna El Jocotal. Fotografía: Susana Vásquez.

con 11 nidos encontrados entre árboles de Sauce (*S. humboldtiana*) en la antigua laguna de Zapotitán, en agosto de 2014, y un nido con tres pichones que fue observado el 14 de diciembre de 2018 entre árboles jóvenes de Sauce en el lago de Güija.

CONCLUSIONES

Desde inicios del siglo XX, la ornitología salvadoreña ha sido de interés para científicos extranjeros, posterior a ello, biólogos salvadoreños han logrado mantener un legado de calidad desde la fase de campo hasta la publicación. En la actualidad ha experimentado cambios. Con la tecnología, las plataformas digitales y las aplicaciones, surgen herramientas al alcance de cualquier ciudadano interesado en el conocimiento y gestión de los recursos naturales.

Esto ha dado lugar al desarrollo de la ciencia ciudadana, donde muchas veces son los aficionados a las aves los que más aportan datos para su conservación. Esto se vuelve un reto para los investigadores, que cuentan con más ojos en el campo, pero se hace necesario mejorar la calidad de la información que se obtiene.

Los datos de las aves que anidan en el país es un elemento sensible, ya que hay poca información y como se ha descrito en este artículo, predomina la literatura gris. La ciudadanía podría apuntalar estos vacíos, pero se necesita publicar los pocos resultados existentes y mantener a lo largo del tiempo acciones que mantengan estas iniciativas.

Con la pandemia por el covid19 ¿cómo afectará a la investigación científica? ¿Habrá presupuesto destinado? Los informes a partir del año 2000 corresponden en su mayoría a 4 tipos de colecta de información: consultorías (Evaluaciones Ecológicas Rápidas), trabajos de grado, grupos científicos *ad honorem* y

recientemente observaciones de ciudadanos aficionados. ¿Qué rumbo tendrá la ornitología post covid19?

¿Podremos superar estos retos, aumentar la participación social sin menoscabar la calidad de datos, publicar más y a la vez concientizar a la ciudadanía? Los registros de aves anidando nos brindan un magnífico ejemplo de necesidad de conservar especies, estudiar la ecología de las aves, obtener información y aprovechar a la ciudadanía para lograrlo.

AGRADECIMIENTOS

A Vladlen Henríquez por la elaboración del mapa, también a Rocío Juárez por la revisión de estilo. Agradecimientos para Mario Trejo y Julio Acosta por compartir sus fotos y avistamientos. Se aprecia el apoyo de Vicky Galán y Mario Sagastizado para los viajes de campo. A Rene Corado, Director del Western Foundation of Vertebrate Zoology, por su disposición para compartir datos de colectas en el museo. Un agradecimiento especial para el comité editorial de Minerva, por la paciencia y dedicación en mejorar este artículo.

REFERENCIAS

Andino, L. 2018. Informe conteniendo el censo poblacional de la especie invasora y el protocolo de actuación para la implementación del proyecto piloto. Producto 2 de consultoría: Ejecución de Proyecto Piloto para el control del cormorán neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*) MARN/PNUD/GEF. 74 p.

Arévalo Ayala, D. J. 2017. Distribución espacial y vegetación asociada a la colonia de anidación de aves acuáticas en el sector La Barra del Parque Nacional San Diego y San Felipe Las Barras, Metapán, Santa Ana. Tesis de Licenciatura. Universidad de El Salvador.

73 p.

Arévalo Ayala, D. J. y G. Funes. 2019. Primer registro de nidificación del zopilote aura (*Cathartes aura*) en El Salvador. *Huitzil* 20(2): e-525. doi: <https://doi.org/10.28947/hrmo.2019.20.2.414>.

Carranza, O. A. 2005. Anidación de aves playeras y del ecosistema de manglar en la zona oriental de la Bahía de Jiquilisco. CODEPA. Usulután, El Salvador. 21 p.

Carranza O. 2012. Nueva colonia de anidación de charancuacos (*Cochlearius cochlearius*) en el sector occidental del sitio Ramsar y reserva de Biosfera Xiriualtique-Jiquilisco. Adescoumd Los Calix. 9 p.

Chesser, R. T., K. J. Burns, C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, I. J. Lovette, P. C. Rasmussen, J. V. Jr. Remsen, D. F. Stotz, B. M. Winger, y K. Winker. 2018. Check-list of North American Birds (online). American Ornithological Society. URL: <http://checklist.aou.org/taxa>.

Díaz, A. 2017. Diagnóstico de la situación actual de la especie invasora *Phalacrocorax brasilianus* en los humedales RAMSAR. Informe no publicado de Consultoría sobre las Nuevas estrategias de control del cormorán neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*). MARN/PNUD/GEF. 69 p.

Dickey, D. R. y A. J. van Rossem. 1938. The birds of El Salvador. Chicago: Field Mus. Nat. Hist. Zool. Ser. 23: 1-609.

Fagan, J. y O. Komar. 2016. Field guide to Birds of Northern Central America. Belize, El Salvador, Guatemala y Honduras. Peterson Field Guide. New York. 438 p.

Flores Gámez, J. 2019. Registros de *Rallus longirostris*. Lista de eBird S58039667 [consultado el 26 de abril de 2020]. Disponible en: <https://ebird.org/checklist/S58039667>.

Form. Univ. 2011. La Literatura Gris. En línea, vol.4, n.6, pp.1-2, (acceso el 5 de septiembre

- de 2020). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062011000600001>.
- Gómez, J. A. y Z. Ricord de Mendoza. 1982. Aspectos generales sobre la reproducción del Piche real, *Dendrocygna bicolor*, en la Laguna El Jocotal, El Salvador. Zoología Neotropical, Actas del VIII Congreso Latinoamericano de Zoología. Pedro Salinas (Ed.). Producciones Alfa, Merida, Venezuela. p 807–820.
- Hamel, P. 1975. Avian ecology and the environment in El Salvador, Central America. York University ES 699 Individual Directed Study. York, Ontario.
- Herrera, N. 2017. Checklist/S34075883. El Jocotal, El Salvador. Audubon and Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, USA. Documento en línea (eBird). URL: <http://ebird.org/ebird/view/checklist> (acceso 1 Septiembre 2020).
- Herrera, N. y A. Díaz Herrera. 2007. Biología reproductiva de la cotorra frente blanca (*Amazona albifrons*) en Barra de Santiago, El Salvador. Mesoamericana 11(2): 82–89.
- Herrera, N. y V. Galán 2015. Anidación y ocurrencia del Pájaro Troncón (*Nyctibius jamaicensis*, Nyctibidae) en El Salvador. Bioma 3(35): 49–54.
- Herrera, N., R. Ibarra Portillo, y M. Salinas. 2008. Distribución, abundancia y anidación del Cormorán Neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*) en El Salvador. Mesoamericana 12 (1):24–31.
- Herrera, N., E. Martínez y L. Pineda. 2009. Primer registro de la Anidación del Chorlito Collarejo (*Charadrius collaris*) en El Salvador. Zeledonia 13 (1): 30–34
- Herrera, N., J. Hernández, I. Vega y L. Samayoa. 2015. Población anidante e impacto en la pesca artesanal del cormorán neotropical *Phalacrocorax brasilianus* (Suliformes:Phalacrocoracidae), en el sitio Ramsar Cerrón Grande, El Salvador. Rev. COM. Cient. y Tecnol. Vol 1(Supl. 1): 9–18.
- Herrera, N., R. Rivera., R. Ibarra Portillo y W. Rodríguez. 2006. Nuevos registros para la avifauna de El Salvador. Boletín de la Sociedad Antioqueña de Ornitología. Colombia. 16: 1–19. URL: <http://www.sao.org.co/publicaciones/boletinsao/>.
- Herrera, N., R. Ibarra Portillo, W. Rodríguez, R. Rivera, E. Martínez y L. Pineda. 2003. Censo de anátidos en humedales de El Salvador, temporada 2002–2003. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 28 p.
- Henríquez, L. 2015. Informe de actividades para el control del Cormorán Neotropica (*Phalacrocorax brasilianus*) 2009-2014. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. San Salvador. 6 p.
- Ibarra Portillo, R. 2008. Anidación de Cigüeña Americana (*Mycteria americana*) en Cerrón Grande, El Salvador. Memorias del XII Congreso de la SMBC, San Salvador, noviembre de 2008. Mesoamericana 12 (3): 49.
- Ibarra Portillo, R. 2010. Anidación de *Rostrhamus sociabilis* en un sitio Ramsar. Boletín Aratinga 4: 24.
- Ibarra Portillo, R., Herrera, N. y Rivera, R. 2005a. Anidación de *Ardea alba* (Ciconiiformes: Ardeidae) en lago de Güija, El Salvador y Guatemala. Mesoamericana 9 (1/2): 4–7.
- Ibarra Portillo, R. E., N. Herrera y M. Salinas. 2005b. Diagnóstico de las colonias de anidación de aves acuáticas en la costa de El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Ibarra Portillo, R. E., N. Herrera, B. Aguilar y B. Hernández. 2014. Colonia de Anidación de aves, La Barra, Metapán, Santa Ana, El Salvador. Bioma 17 (2): 25–36 p.
- Jones, L. y O. Komar. 2009. Central America.

- North American Birds 63 (4):100–101.
- Juárez-Jovel, R. C. y O. Komar. 2012. Nuevos sitios de anidación para el Chorlito Piquigrueso (*Charadrius wilsonia*) y el Chotacabras Menor (*Chordeiles acutipennis*) en El Salvador y Guatemala. Boletín SAO Vol. 21(1 y 2): 7–12.
- Komar, O. y J. P. Domínguez. 2001. Lista de Aves de El Salvador. Fundación Ecológica de El Salvador SALVANATURA, Serie Biodiversidad No. 1:1–68.
- Martínez, E. 2008. Launch a shorebird conservation program at El Salvador's coastal IBA, Bahía de Jiquilisco. Informe Final, SalvaNATURA, San Salvador.
- Maley, J. M., J. E. McCormack, W. L. E. Tsai, E.M. Schwab, J. van Dort, R. C. Juárez y M. D. Carling, 2016. Fonseca Mangrove Rail: A new subspecies from Honduras. *Western Birds* 47:262–273, 2016; doi 10.21199/WB47.4.1
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2018. Listado de fauna silvestre registrada para El Salvador. San Salvador. 62 p.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2017. Inspección de estimación poblacional de “pato chancho” (*Phalacrocorax brasilianus*) en Humedal Embalse 15 de septiembre, San Vicente. San Salvador. 6 p.
- Mejía, M. M. y J. Salazar. 2013. *Charadrius wilsonia* (Charadriidae) reproduciéndose en la Costa Pacífica de Honduras. *El Esmeralda* 2 (2): 94–99.
- Miller, A. H. 1931. Observations on the incubation and the care of the young in the Jacana. *Condor* 33: 32–33.
- Miller, A. H. 1932. Observations on some breeding birds of El Salvador, Central America. *Condor* 34: 8–17.
- Ortíz, J., J. Ramos, L. Pineda, R. Ibarra-Portillo, S. Vásquez, K. Zaldaña, J. Segura y J. Salgado. 2013. Monitoreo de las Colonias de Anidación de Aves Acuáticas en la duna costera en el sitio Ramsar y Reserva de Biosfera: Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután. Concejo de investigaciones Científicas, Universidad de El Salvador. 79 p.
- Piche Pérez, D. G. 2013. Comparación de la avifauna acuática de cuatro sitios en la Península San Juan del Gozo, Bahía de Jiquilisco, El Salvador. Tesis de licenciatura. Universidad de El Salvador. 85 p.
- Pineda, L. y N. Herrera. 2011. Tercer Sitio de Anidación del *Rostrhamus sociabilis* en El Salvador. *Boletín Aratinga* 5:23–24.
- Pineda, L. y N. Herrera. 2014. Nota sobre la anidación del Milano Caracolero (*Rostrhamus sociabilis*) en el lago de Güija, El Salvador y Guatemala. *Bioma* 23 (2): 50–55.
- Pineda, L. y A. Oliva. 2018. Ejecución del Programa Nacional de Manejo y Control del “pato chancho” (*Phalacrocorax brasilianus*) en Humedales de El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. San Salvador, El Salvador. 50 p.
- Pineda, L., L. Beltrán, M. Herrera & A. Sorto. 2020. Notas de la anidación del Rascón de Manglar *Rallus longirostris* (Gruiformes: Rallidae) en El Salvador. *Minerva* 3(1): 141–150.
- Salinas, M. y V.G. Ramírez. 2010. Nuevo Sitio de Anidación en Embalse 15 de Septiembre, Nueva Granada, departamento de Usulután. Nuevos Registros (especies, anidación, distribución). *Aratinga*. Vol. 5-6 (1): 23.
- Secretaría de Comunicaciones de la Universidad de El Salvador. 2020. en línea. (acceso el 5 de Septiembre 2020). El Universitario <https://eluniversitario.ues.edu.sv/nuevas-modalidades-de-trabajo-de-grado-aprobadas-por-la-agu-entraran-en-vigencia-a-partir-del-ciclo-ii-2020/>.

- Senner, S. E., B. A. Andres y H. R. Gates (Eds.). 2017. Estrategia de Conservación de las Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Americas. National Audubon Society, Nueva York, Nueva York, EE. UU.
- Thurber, W. A., J. F. Serrano, A. Sermeño y M. Benítez. 1987. Status of Uncommon and Previously Unreported Birds of El Salvador. *Proceeding of the Western Foundation of Vertebrate Zoology*. Los Angeles, California. Vol. 3. No. 3: 109–293.
- van Dort, J. 2013. Clapper Rail breeding in Honduras. *El Esmeralda* 2:23–26.
- van Rossem, A. J. 1934. A race of *Porzana flaviventer* from Central America. *Condor*: 36: 243–244.
- Vásquez, S. 2015. Anidación de aves acuáticas sobre la vegetación flotante y emergente en el Sitio Ramsar Laguna El Jocotal, El Salvador, durante el año 2014. Tesis de licenciatura. Universidad de El Salvador. 139 p.



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



Perspectivas sobre utilización de criptomonedas para el financiamiento del endeudamiento público de la República de El Salvador

Perspectives about the use of cryptocurrencies for financing the public debt of the Republic of El Salvador

Kimberly Michelle Sandoval-Guzmán¹, Mardo Iván López-Ortega², Pedro Ernesto Domínguez-Rivera¹, Nelson Ernesto Rivera-Díaz³

Correspondencia:
ernesto.rivera@ues.edu.sv

Presentado: 06 de diciembre de 2019
Aceptado: 16 de noviembre de 2020

- 1 Licenciatura en Relaciones Internacionales, Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales, Universidad de El Salvador.
- 2 Licenciatura en Relaciones Internacionales, Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales, Universidad de El Salvador; Master en Finanzas y Economía de Bircham International University
- 3 Director Escuela de Relaciones Internacionales, Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales, Universidad de El Salvador.

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo analizar la factibilidad de la implementación de criptomonedas como un medio para el financiamiento de la deuda pública externa de El Salvador. La estrategia utilizada corresponde a un modelo econométrico de medias móviles que utilizan las cotizaciones del Bitcoin y Ethereum. Paralelamente, se complementa con un análisis de escenarios propuestos.

Palabras claves: criptomonedas, *blockchain*, *peer to peer*, FOREX, inversión.

ABSTRACT

This article aims to analyze the feasibility of implementing the use of cryptocurrencies as a means to finance the external public debt of El Salvador. The strategy utilized corresponds to an econometric model of moving averages that use the quotes of Bitcoin and Ethereum. In parallel, it is complemented by an analysis of proposed scenarios.

Key words: cryptocurrency, blockchain, peer to peer, FOREX, investment.

INTRODUCCIÓN

Las criptomonedas son divisas virtuales cuya característica es la tecnología críptica y que gozan de aceptación en mercados financieros importantes a nivel internacional (Cámara de Comercio de Bogotá, 2019), debido a su novedoso sistema de gestión, que permite transacciones *peer-to-peer*, lo que posibilita una tecnología de transferencia y contabilidad sin fideicomiso ni injerencia estatal, así como de alta utilidad para facilitar el comercio global en el sistema económico internacional (Medina Reyes, 2016). En consecuencia de tales características suele haber directa reticencia por parte de los Estados para su aplicación, aunque el Fondo Monetario Internacional permite su liquidez con naturalidad, sin llegar a incorporarlas a su canasta de divisas fuertes (Asto Paredes & Villavicencio Flores, 2019).

Ante la evolución en las formas de comercio y transferencia de capitales, unido a la creciente modernización de las tecnologías de comunicación e información (TIC), es posible abrir paso a las divisas virtuales, lo que configura la razón de ser de las criptomonedas, ya que facilita el comercio regional y mundial, que es temática central de la investigación (Carrera-López et al., 2020).

En relación con lo anterior, el carácter regional reside en que las economías de América Latina –en su mayoría países pobres– están comprometidas a un ciclo de *default* financiero aunado a la creciente deuda externa (Chimuris et al., 2020), razón por lo que resulta imperativo buscar nuevas alternativas que se adapten al actual mundo globalizado, como herramientas indispensables para la interconexión entre los Estados, organizaciones y organismos internacionales, así como el resto de actores que conforman el sistema internacional.

En ese contexto, El Salvador presenta una

economía con altos niveles de endeudamiento externo con diferentes acreedores (González Orellana, 2020), situación que lo obliga a comprometer gran parte de su Producto Interno Bruto (PIB), factor que imposibilita la planificación e inversión estratégica en sectores claves de la economía nacional.

Este trabajo tiene su génesis en la necesidad de hallar alternativas de alivio a la deuda externa, a través de la búsqueda de un camino distante de las prácticas que por décadas han mostrado su ineficiencia. Además, la investigación resulta crucial en un momento en el que las salidas al endeudamiento parecen distantes, tomando en cuenta que la pandemia por Covid-19 ha implicado un gasto extraordinario para El Salvador (Departamento de Estudios Económicos, 2020). La presente investigación se inscribe en el ámbito de la economía internacional, y es un área de estudio de las Relaciones Internacionales, centrándose en el comportamiento de las criptomonedas en el sistema económico global y su influencia en el financiamiento de iniciativas encaminadas hacia el desarrollo, específicamente en la República de El Salvador.

ESTRATEGIA METODOLÓGICA

Esta investigación ha tenido como los principales objetos de estudio los siguientes factores: el nivel de endeudamiento externo que posee El Salvador, el ciclo de *default* financiero que se presenta en el país y la alternativa de uso de criptomonedas como base de inversión del Estado. En el estudio se hizo un análisis de la situación hasta el año 2024 y se desarrolló en El Salvador, durante un periodo de 8 meses, comprendido entre febrero a octubre de 2017.

Para la estimación de los resultados, se tomó como herramienta base el indicador técnico conocido como Bandas de Bollinger, con uso muy difundido en la técnica *charting*

(Bollinger, 2006). Dicha herramienta estadística es utilizada por analistas de comportamiento de mercados internacionales, que se calcula según la media móvil de cierre entre las fluctuaciones más destacadas de la divisa en cuestión (Jaramillo Sierra & Jiménez Valencia, 2008), obteniendo así, por medio de la medida de la distancia de ambos valores, un promedio y diferencial que indicará la desviación estándar –medida de volatilidad– de la criptomoneda (Jaramillo Sierra et al., 2008).

La Media Móvil Simple (MMS), entonces, es la resultante de las medias aritméticas de los múltiples periodos en conteo, mediante la siguiente fórmula (Bollinger, 2006):

$$MMS = \frac{\text{Suma Precio de Cierre de } X \text{ sesiones}}{X}$$

Tras el trazo de la MMS, el resultado de su desplazamiento bipolar se constituye en las Bandas de Bollinger, consecuencia de obtener la suma de precios de mayor y menor cotización durante las X sesiones analizada, utilizándose las siguientes fórmulas (Bollinger, 2006):

$$BS = MMS + (X * \sigma)$$

$$BI = MMS - (X * \sigma)$$

Siendo:

- MMS: Media Móvil Simple
- X: número de sesiones o periodos analizados
- BS: Banda Superior
- BI: Banda Inferior
- Σ : desviación estándar

Por otra parte, la propiedad cualitativa es provista mediante el análisis de escenarios propuestos, fundamentados en la realidad internacional en desarrollo, altamente cambiante y dinámica; asimismo, cada escenario cuenta con justificaciones políticas,

jurídicas y económicas que demuestran la posibilidad de ocurrencia, cimentándose en la Teoría de la Globalización, que habla del creciente comercio mundial (Ianni, 1996), y la facilidad de la conectividad en todos los ámbitos de la economía incluyendo las nuevas formas de pago (Criptomonedas), vigente entre las teorías de las Relaciones Internacionales (Kacowicz & Mitrani, 2016).

ANTECEDENTES FINANCIEROS E INSTITUCIONALES

El uso de criptomonedas ha venido evolucionando desde su aparición en 2009 (Carrera-López et al., 2020), consiguiendo una progresiva aceptación en mercados particularmente grandes y con requerimientos de pago a nivel global, tales como Inglaterra, Japón y Estados Unidos (Mohania & Singh, 2020; Pérez Silva, 2018). En el seno de la Unión, habría sido España la primera en legislar el uso de criptoactivos (Víctor Rodríguez Quejido, 2019), dándoles curso legal y volviéndolos sujetos de tributación (Villaroig Moya, 2018). Más atrevida sería Estonia, quien pretendía lanzar una criptomoneda propia, aunque sería detenida por la Unión Europea, siendo que, por definición, las criptomonedas no pueden ser emitidas por un Estado, y menos cuando hay un Banco Central Europeo de por medio (Ramírez Gracia, 2018; Zarraluqui Matos, 2018)2018; Zarraluqui Matos, 2018.

Pese a que su uso se ha vuelto habitual en el mundo desarrollado, algunos países latinoamericanos también han tomado la aventura de incorporar los criptoactivos a sus cuerpos normativos; tal es el caso de Colombia (Julián Zambrano Sánchez et al., 2019), la cual desencadenó una serie de reacciones en sus vecinos, los cuales empezaron a tomar el ejemplo. En todo caso, el rendimiento de las criptomonedas en el caso colombiano ha sido provechoso, facilitando liquidez al sistema

financiero y aliviando el déficit fiscal (Manrique Morales & Pedraza Castañeda, 2019).

Ante la volatilidad del mercado de criptoactivos el Fondo Monetario Internacional ha reconocido su existencia como un medio de pago existente, operativo y admisible (Sartor, 2019), especificando que no se les considera como una competencia para el dinero fiduciario (Ordinas, 2017). De hecho, las medidas adoptadas por el Fondo Monetario Internacional en torno al manejo de criptomonedas han sido encaminadas a sugerir a los Estados la procuración de legislación adecuada (Gabriel Alejandro Chirinos, 2020; Ruíz Rosas & Décaro Santiago, 2019), no solo para incorporarlas al mercado con la mayor naturalidad, sino para volverlas una fuente importante de recaudación tributaria que garantice la liquidez del sistema en un ambiente controlado (Julián Zambrano Sánchez et al., 2019; Villaroig Moya, 2018).

Sin embargo, pese a que las criptomonedas gozan de la venia del Fondo Monetario Internacional, también hay advertencias importantes de dos situaciones en específico. En primer lugar, la volatilidad de este producto en el mercado puede representar un grave riesgo de pérdida, por lo que la inversión debe darse dentro de los márgenes de racionalidad en la gestión del riesgo (Ordinas, 2017; Raphael Auer & Stijn Claessens, 2018). En segundo lugar, está advertida la necesidad de incluir medidas antilavado de dinero y comisión de fraude, siendo que el mercado de criptodivisas puede ser utilizado para la comisión de ilícitos (Gabela Salvador, 2019). En tal sentido, las criptomonedas son consideradas por el organismo monetario como un instrumento financiero sometido a riesgos y ventajas, debiéndose proceder con cautela en la inversión, tal como en cualquier otro instrumento (Carbó Valverde & Rodríguez Fernández, 2019).

Al respecto del uso de criptomonedas, éste puede darse tanto en economías de gran

envergadura como en economías con ínfimo volumen. Para el caso, la República de El Salvador posee un régimen cambiario con divisa extranjera: el dólar estadounidense (Sánchez Cantillo, 2005). Consecuentemente, pierde soberanía en las decisiones preponderantes para gestionar su política monetaria, ya que depende directamente de las fluctuaciones generadas dentro del mercado cambiario, que son influenciadas por el Sistema de Reserva Federal de Estados Unidos de América (FED por sus siglas en inglés), así como por los factores especulativos propios del funcionamiento del mercado (Chapoy Bonifaz, 2004).

Paralelamente, la FED incentivó a lo largo de 2018, medidas de corte contraccionistas, tanto en el plano monetario como en el fiscal. Asimismo, la cúspide de dicho proceso se marcó con la administración de Trump, que la cual se ha caracterizado por una devaluación competitiva prolongada, cuyo objetivo era el impulso de las exportaciones y comercio internacional (Lizano Fait, 2020).

Conjuntamente, es necesario evaluar los movimientos financieros estadounidenses, siendo el más emblemático una combinación de tres factores: su burbuja financiera fue resultado de una devaluación competitiva – guerra de divisa entre China Popular y Estados Unidos–, lo que abrió paso a un ciclo de *default* financiero (Evans, 2019).

No obstante, lo anterior ocasionó el debilitamiento de la divisa, que responde a la ineficacia de los recortes fiscales y las variaciones en el tipo de cambio para restablecer la cotización al alza del dólar (Auray et al., 2020). No obstante, a nivel internacional, el debilitamiento del dólar ha significado el fortalecimiento del Euro, promoviendo así, su cotización al alza y el fortalecimiento comercial de la eurozona (Bang Duma, 2019). Asimismo, lo anterior produce una estabilidad macro y microeconómica en los países europeos con

mayor volumen de transacciones comerciales. Conjuntamente, los mercados emergentes – incluyendo las divisas alternativas Ethereum y Bitcoin– reflejaron una estacionalidad en su tipo de cambio en el período 2017- mayo 2018 (Cuadro 1).

La cotización más alta y más baja de cada mes

del 2018, siendo enero el mes donde presenta mayor fluctuación de su precio (Cuadro 1).

La cotización del Etherreum de enero a diciembre de 2018, siendo entre enero y febrero donde se produce la mayor fluctuación del año (Cuadro 2).

Cuadro 1. Precio de cotizaciones del Bitcoin, promedio y diferencial, período enero-diciembre 2018, expresado en dólares estadounidenses

BITCOIN					
COTIZACIÓN 1 ENERO 2018 - 5 DE DICIEMBRE 2018					
MES	MÁXIMO	MÍNIMO	PROMEDIO	DIFERENCIAL	DIFERENCIA PORCENTUAL
Enero	\$17,252.00	\$9,231.10	\$13,241.55		
Febrero	\$11,776.00	\$6,000.00	\$8,888.00	-\$4,353.55	-32.88%
Marzo	\$11,696.00	\$6,533.00	\$9,114.50	\$226.50	2.55%
Abril	\$9,761.50	\$6,432.40	\$8,096.95	-\$1,017.55	-11.16%
Mayo	\$9,990.00	\$7,048.60	\$8,519.30	\$422.35	5.22%
Junio	\$7,777.40	\$5,762.90	\$6,770.15	-\$1,749.15	-20.53%
Julio	\$8,500.20	\$6,080.80	\$7,290.50	\$520.35	7.69%
Agosto	\$7,755.60	\$5,779.30	\$6,767.45	-\$523.05	-7.17%
Septiembre	\$7,410.30	\$6,112.70	\$6,761.50	-\$5.95	-0.09%
Octubre	\$7,704.20	\$6,223.00	\$6,963.60	\$202.10	2.99%
Noviembre	\$6,607.10	\$3,663.00	\$5,135.05	-\$1,828.55	-26.26%
Diciembre	\$4,353.20	\$3,793.10	\$4,073.15	-\$1,061.90	-20.68%

Fuente. Elaboración propia con base en: Buy Bitcoin Worldwide. *Gráfico de historial del precio del Bitcoin* (Estados Unidos de América: 2018) <https://www.buybitcoinworldwide.com/es/precio>

Cuadro 2. Precio de cotizaciones del Ethereum, promedio y diferencial, período enero-diciembre 2018, expresado en dólares estadounidenses

ETHEREUM					
COTIZACIÓN 1 ENERO 2018 - 5 DE DICIEMBRE 2018					
MES	MÁXIMO	MÍNIMO	PROMEDIO	DIFERENCIAL	DIFERENCIA PORCENTUAL
Enero	\$1,423.20	\$718.60	\$1,070.90		
Febrero	\$67.00	\$66.00	\$366.50	-\$704.40	-65.78%
Marzo	\$881.30	\$364.66	\$622.98	\$256.48	69.98%
Abril	\$711.00	\$358.01	\$534.51	-\$88.48	-14.20%
Mayo	\$838.00	\$500.00	\$669.00	\$134.50	25.16%
Junio	\$628.69	\$405.00	\$516.85	-\$152.16	-22.74%
Julio	\$515.28	\$417.80	\$466.54	-\$50.31	-9.73%
Agosto	\$434.93	\$250.80	\$342.87	-\$123.68	-26.51%
Septiembre	\$302.17	\$167.72	\$234.95	-\$107.92	-31.48%
Octubre	\$238.85	\$189.88	\$214.37	-\$20.58	-8.76%
Noviembre	\$225.00	\$103.03	\$164.02	-\$50.35	-23.49%
Diciembre	\$122.71	\$106.69	\$114.70	-\$49.32	-30.07%

Fuente: Elaboración propia con base en: TradingView, *Precio del Ether-Dólar*, (Estados Unidos de América: 2018) <https://es.tradingview.com/chart/?symbol=BITFINEX:ETHUSD>

Teniendo en cuenta que, a partir de mayo de 2018, las divisas alternativas Bitcoin y Ethereum se devaluaron luego de haber mostrado un pujante crecimiento en el período 2016-2017 (Gráficas No. 1 y No. 2). Posteriormente, al alcanzar su punto máximo, fueron presas de la inflación (Tabla No.3), lo que produjo una burbuja cambiaria dentro de ellas, especialmente en el Bitcoin, cuya causa principalmente reside en la fase especulativa, por lo que, la caída de su precio se vuelve cuasi exponencial a los niveles de fluctuación que había presentado. Por otra parte, el alza en la tasa de interés de los créditos de la FED, lo que confirma que la devaluación de la divisa estadounidense está en riesgo de caer por debajo de los rangos de flotación previsto, por lo que, la transición de una política expansionista a una contraccionista ha sido un movimiento necesario para la relativa estabilización en el precio de cotización del dólar.

En relación con lo anterior y a pesar de la estacionalidad en la zona euro y los países emergentes, sería un error afirmar que esta estacionalidad será permanente, debido a la misma naturaleza anticíclica del mercado cambiario; principalmente, tomando en cuenta

que el crecimiento de la eurozona está en su punto más álgido desde 2001. Por lo que, el proteccionismo de la política monetaria, fiscal y comercial estadounidense puede ocasionar un exceso de confianza ante las cotizaciones al alza del resto de divisas –incluyendo las criptodivisas–, lo que conllevaría a un estancamiento una vez llegado a su máximo punto de crecimiento, es decir, se abre una alta posibilidad de estanflación global.

La fluctuación de los precios del Bitcoin entre el año 2016 y 2017 donde evidencia que en diciembre de 2016 está en su precio más alto y hay mayor fluctuación (Figura 1).

Los precios de cotización del Bitcoin de 2017 a 2018, en donde es posible observar que el mes de marzo de 2018 se alcanza un valor aproximado de \$1,300.00 siendo este el mayor de ese período (Figura 2).

La volatilidad que puede presentar el precio de una Criptomoneda, siendo el caso específico el Bitcoin (Cuadro 3), tomando de referencia el diferencial en el precio en el rango de un año. Como se puede observar, su punto más alto se encuentra entre diciembre de 2017, llegando casi a los \$20,000.00.

Figura 1. Cotización del Bitcoin en el periodo marzo 2016 – marzo 2017



Fuente: Elaboración propia con base en: Buy Bitcoin Worldwide, *Gráfico de historial del precio del Bitcoin* (Estados Unidos de América: 2018) <https://www.buybitcoinworldwide.com/es/precio/>

Figura 2. Cotización del Bitcoin en el periodo marzo 2017 – marzo 2018



Fuente: Elaboración propia con base en: Buy Bitcoin Worldwide, *Gráfico de historial del precio del Bitcoin* (Estados Unidos de América: 2018) <https://www.buybitcoinworldwide.com/es/precio/>

Cuadro 3. Precio de cotizaciones del Bitcoin, promedio y diferencial, período marzo 2017-marzo 2018, expresado en dólares estadounidenses

PRECIO DE COTIZACIÓN DEL BITCOIN MARZO 2017-2018				
MES	PRECIO MÍNIMO	PRECIO MÁXIMO	PROMEDIO	DIFERENCIAL
Marzo	\$891.00	\$1,328.00	\$1,109.50	
Abril	\$1,007.00	\$1,449.70	\$1,228.35	\$118.85
Mayo	\$1,432.00	\$2,689.00	\$2,060.50	\$832.15
Junio	\$2,050.00	\$3,000.00	\$2,525.00	\$464.50
Julio	\$1,835.80	\$2,919.90	\$2,377.85	-\$147.15
Agosto	\$2,615.80	\$4,749.90	\$3,682.85	\$1,305.00
Septiembre	\$2,981.00	\$4,969.00	\$3,975.00	\$292.15
Octubre	\$4,139.90	\$6,472.10	\$5,306.00	\$1,331.00
Noviembre	\$5,426.00	\$11,427.02	\$8,426.51	\$3,120.51
Diciembre	\$9,370.10	\$19,891.00	\$14,630.55	\$6,204.04
Enero	\$9,231.10	\$17,252.00	\$13,241.55	-\$1,389.00
Febrero	\$6,000.00	\$11,776.00	\$8,888.00	-\$4,353.55
Marzo	\$6,533.00	\$11,696.00	\$9,114.50	\$226.50
PROMEDIO ANUAL			↑ \$5,889.70	

Fuente: Elaboración propia con base en: Buy Bitcoin Worldwide, *Gráfico de historial del precio del Bitcoin* (Estados Unidos de América: 2018) <https://www.buybitcoinworldwide.com/es/precio/>

ANTECEDENTES INSTITUCIONALES

La Constitución de la República de El Salvador establece en la sección tercera “Tratados”, “Art. 144.- Los tratados internacionales celebrados por El Salvador con otros Estados o con

Organismos Internacionales, constituyen leyes de la República al entrar en vigencia, conforme a las disposiciones del mismo tratado y de esta Constitución.

La ley no podrá modificar o derogar lo acordado en un tratado vigente para El Salvador. En caso

de conflicto entre el tratado y la ley, prevalecerá el tratado”.

Lo anterior es imperativo al analizar la factibilidad jurídica, puesto que El Salvador no tiene una legislación concerniente a la utilización de criptoactivos. No obstante, las diferentes Instituciones Financieras Internacionales –IFI, por sus siglas–, compuestas por el Fondo Monetario Internacional (FMI) y Grupo del Banco Mundial (BM), acompañadas por la Organización Mundial del Comercio (OMC), han mencionado la importancia de la regulación jurídico-tributaria para las criptodivisas.

Lo anterior, indica que El Salvador, por ser un país deudor de las IFI (Panameño Rivas & Rivera Chávez, 2019), y ante el pronunciamiento oficial por parte de éstas, tendrá que acatar e implementar las disposiciones jurídicas pertinentes, puesto que sería fuente de jurisprudencia al configurar una costumbre internacional.

Al extrapolar el componente global del fenómeno en estudio, se infiere que los países pobres, como El Salvador, no están preparados bajo ningún paradigma para enfrentar una devaluación competitiva. No obstante, al contar con un régimen cambiario con divisa extranjera –dólar estadounidense–, todo movimiento deflacionario será conforme a un ‘efecto dominó’.

Para ello, es necesario tener presente que el dólar, al ser la moneda base para el tipo de cambio, es fundamental al hablar de una crisis económica internacional, puesto que sus últimos índices no han mostrado la larga estabilidad que la caracterizó en sus años de mayor auge. Consecuentemente, se vaticina el debilitamiento de la divisa estadounidense, basado en índices del último lustro (Beker, 2020), lo que permitirá la cotización al alza de divisas alternativas, en este caso, las criptomonedas (Tito Guanopatin, 2020).

El dólar estadounidense tras una devaluación competitiva no controlada, ocasionada por el efecto anticíclico y la falta de estacionalidad en su tipo de cambio programado, se estanca en una estancación prolongada. Esto, posibilita el aumento en el tipo cambiario de monedas alternativas, tales como las criptodivisas, y permiten que éstas alcancen niveles de estacionalidad sostenidos entre 2019-2020 (Beker, 2020; Evans, 2019).

Empero, a raíz de la cumbre del G-20 celebrada en Buenos Aires, Argentina, del 30 de noviembre al 1 de diciembre 2018, y su histórico acuerdo entre China Popular y Estados Unidos de América, consistente en una pausa a la imposición de aranceles comerciales y la manipulación artificial de sus respectivas divisas por un período de 90 días, Foreign Exchange Market (FOREX), por sus siglas en inglés, o en español, mercado de divisas extranjeras (Rosales, 2018; Stanley, 2018).

Paralelamente, las cotizaciones de los criptoactivos se han visto influenciadas por una especulación negativa debido a dos factores:

- a) Estabilización en los precios de cotización de las divisas tradicionales, fuertemente influenciada por el pacto en cuestión por ambas potencias económicas
- b) El tema de agenda económica concerniente a la regulación jurídica de las criptomonedas durante la cumbre del G-20, fomentando el pánico financiero, debido a las amenazas de prohibición o regulación tributaria.

Al surgir dicho escenario, puede significar una nueva burbuja dentro de las criptodivisas, especialmente en la más fluctuante: el Bitcoin.

Al hablar de una nueva burbuja del Bitcoin, se hace bajo el supuesto de la estacionalidad sostenida, pero, al alza. Es decir, que tal como en los últimos meses de 2017, alcance precios arriba de los veinte mil dólares, y con la especulación de regulaciones legales, éstas

sufren una caída abismal, rondando un 50% de su valor inicial en su época de bonanza (similar a la crisis de 2013 con la caída de Mt. Gox).

Por lo que el Ethereum, al haber mostrado siempre una estacionalidad controlada a lo largo de los últimos años, pueden hacer frente a la burbuja de la anterior criptodivisa, por lo que, éstas significarían un apalancamiento financiero dentro del mercado cambiario.

De esta forma, se vuelve imprescindible el hecho de analizar lo que significaría la inversión en Ether o incluso en Bitcoin por parte del Estado Salvadoreño, tomando en cuenta los tiempos de fluctuación y estacionalidad de la presente criptomoneda, con el fin de determinar los posibles escenarios para los próximos años y como esto, podría hacer valer o no los objetivos planteados al inicio de la investigación.

RESULTADOS

Con base en lo antes descrito, se proyecta una estacionalidad temporal en las fluctuaciones del Ethereum (Cuadro 5), cuya característica histórica ha sido una fluctuación en cientos

de dólares, a diferencia del Bitcoin cuya fluctuación ha sido en miles de dólares. Asimismo, al cumplirse el trimestre de duración del pacto entre Estados Unidos de América y China Popular, este criptoactivo se muestra como el más fortalecido y viable frente a un Bitcoin deflacionario como consecuencia de su burbuja cambiaria.

Empero, se vaticina una especulación positiva aunada a la continuación de la devaluación de divisas tradicionales, caracterizándose por su volatilidad y falta de estacionalidad constante (Cuadro 4).

Tomando en cuenta, la volatilidad en los precios del Bitcoin, y como ha sido su movimiento en la bolsa de valores en los últimos años, específicamente durante el periodo 2017-2018, se pueden realizar algunas proyecciones, por ejemplo: ¿cuál será su valor durante los próximos años? y, como es observable, su precio fluctúa en grandes cantidades, debido a que, de las monedas virtuales estudiadas, es la que presenta mayores cambios en su valor en periodos cortos o largos.

Cuadro 4. Proyecciones financieras trimestrales sobre las cotizaciones cambiarias del Bitcoin, período 2018-2024, expresado en dólares estadounidenses

BITCOIN PROYECCIONES 2018-2024 EN DOLÁRES ESTADOUNIDENSES								
MES	TRIMESTRES	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Enero	1	\$10,414.68	\$4,505.20	\$6,987.30	\$11,545.65	\$16,245.23	\$5,698.60	\$5,415.30
Febrero								
Marzo								
Abril	2	\$7,795.47	\$4,003.60	\$4,896.20	\$12,248.11	\$15,125.38	\$4,598.30	\$7,896.54
Mayo								
Junio								
Julio	3	\$6,939.82	\$3,560.60	\$7,896.30	\$13,428.32	\$9,653.20	\$7,986.20	\$9,876.20
Agosto								
Septiembre								
Octubre	4	\$5,390.60	\$5,790.00	\$13,456.34	\$15,321.12	\$7,659.30	\$6,389.45	\$12,569.70
Noviembre								
Diciembre								

Fuente: Elaboración propia con base en: Buy Bitcoin Worldwide, *Gráfico de historial del precio del Bitcoin* (Estados Unidos de América: 2018) <https://www.buybitcoinworldwide.com/es/precio/>

Siguiendo con la misma dinámica, el Cuadro 5, muestra las proyecciones del Ethereum durante los próximos años, pero a diferencia del Bitcoin, los cambios en su cotización durante periodos cortos o largos, no se encuentran tan alejados, lo anterior, se debe al hecho que el

Ether se consolida como una de las monedas virtuales más estables a nivel del mercado de valores. Determinar las proyecciones en su precio, se vuelve importante, al momento de tener en cuenta una posible inversión en dichas monedas por parte del Estado Salvadoreño.

Cuadro 5. Proyecciones financieras trimestrales sobre las cotizaciones cambiarias del Ethereum, período 2018-2024, expresado en dólares estadounidenses

ETHEREUM PROYECCIONES 2018-2024 EN DOLÁRES ESTADOUNIDENSES								
MES	TRIMESTRES	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Enero	1	\$686.79	\$210.30	\$473.64	\$607.12	\$852.13	\$698.32	\$593.47
Febrero								
Marzo								
Abril	2	\$573.45	\$178.94	\$375.00	\$571.20	\$745.32	\$736.42	\$642.76
Mayo								
Junio								
Julio	3	\$348.12	\$315.96	\$261.87	\$749.74	\$648.90	\$489.63	\$613.96
Agosto								
Septiembre								
Octubre	4	\$164.36	\$264.89	\$354.90	\$598.62	\$543.60	\$425.19	\$599.63
Noviembre								
Diciembre								

Fuente: Elaboración propia con base en: Buy Bitcoin Worldwide, *Gráfico de historial del precio del Bitcoin* (Estados Unidos de América: 2018) <https://www.buybitcoinworldwide.com/es/precio/>

DISCUSIÓN

Propuesta financiera para la gestión de las obligaciones de pago a través de monedas virtuales por parte de la República de El Salvador

Partiendo del análisis de las proyecciones financieras de los criptoactivos en estudio, se determina que la inversión en criptomonedas es una alternativa factible para solventar los problemas de endeudamiento externo que presenta El Salvador, con respecto a las fuentes de financiamiento tradicionales –IFI–. Lo anteriormente basado, en primera instancia, en lo ineficaz que ha resultado para el Estado Salvadoreño el obtener únicamente préstamos por parte de Organismos Financieros Internacionales, y como un segundo indicador,

se tienen las proyecciones realizadas de las criptomonedas como el Ethereum o el Bitcoin (Cuadro 4 y 5), ya que al observar los datos de las fluctuaciones de las monedas virtuales, se intuye, que a pesar de ser una apuesta arriesgada, parece ser más viable que el método tradicional utilizado hasta el momento.

Para que El Salvador pueda salir de la ‘Trampa de la Renta Media’ y así romper el ciclo de *Default* Financiero, cuya consecuencia es la falta de liquidez estatal, la alternativa propuesta se fundamenta en dos pilares esenciales:

Por un lado, diversificación de la cartera de inversión estatal, que debe sustentarse en la condición previa de un compromiso político y de un proceso de toma de decisiones conjuntas, entre los tres Órganos del Estado, a través de la creación de un Marco Jurídico que permita la inversión estatal en criptomonedas en el

mercado de valores.

Dicho proceso, debe convertirse en un plan de inversión que resulte autosostenible para el país, es decir, se debe asignar un presupuesto inicial para generar las utilidades, mediante estudios y análisis de riesgo conjuntos, determinando así, la mejor opción de inversión en el mercado cambiario.

De lo anterior se infiere que, una vez realizada la primera inversión, se prevé que las demás se realicen de la siguiente forma:

1. Un 35 % del monto original en la segunda operación.
2. El 33 % en la tercera operación.
3. Un 31 % en la cuarta operación.
4. La disminución posterior será siguiendo el mismo patrón no agresivo, es decir, una reducción del 2% con respecto a la anterior, hasta lograr un equilibrio entre utilidad-reinversión.

Dichos porcentajes destinados para la inversión, fueron obtenidos, mediante una proyección de los resultados que se esperan obtener con la inversión en criptomonedas, ya que, lo que se espera es que la misma, vaya generando las utilidades necesarias para que, en un determinado punto, ya no se tenga que utilizar la partida nacional dedicada a este objetivo, sino que progresivamente, la misma inversión se vuelva autosustentable en el tiempo. Todo lo anterior, como parte del resultado final del proceso de inversión en el mercado de valores.

Es imperante resaltar que el factor clave de todo plan de reinversión es proveer de las herramientas necesarias para actuar de acuerdo con las respuestas que se obtengan de un mercado –en el presente caso de estudio– FOREX.

Por otro lado, inversión estratégica en el desarrollo territorial, es decir la priorización de sectores económicos en los que se tendrá que

actuar para ir paleando los diversos problemas sociales que enfrente el país, esto a través de la reinversión de parte de las utilidades que genere la inversión de criptomonedas por parte del Estado Salvadoreño.

CONCLUSIÓN

En síntesis, las perspectivas de la aplicación de las criptomonedas como alternativa de financiamiento para la deuda externa, es congruente con la teoría de la globalización por la alta diversidad de actores que involucra tanto al ente gubernamental como a los organismos internacionales, e incluso los procesos de modernización a nivel global.

Lo que se plantea con anterioridad se puede ver reflejado, en la creciente utilización de criptomonedas como método alternativo de transacciones en diversos países del mundo, tales como el caso de Inglaterra, España, Japón y casos como el de Estonia, que, incluso planificó la creación de su propia criptomoneda, situación que se vio detenida por parte de la Unión Europea. Este tipo de acciones, permite hacer un análisis, de la importancia que podría tener la sistematización y utilización de nuevos procesos financieros que ayuden a solventar situaciones de Estado como la misma que se ha planteado en el presente documento.

Asimismo, se establece una propuesta holística, basada en el enfoque *peer-to-peer* del sistema *blockchain*, y las consecuentes ventajas de éste en una diversificación de la cartera de inversión estatal, que, a su vez, permitiría mayor liquidez financiera para cumplir las obligaciones de pagos nacionales e internacionales.

El Salvador se encuentra en una situación de endeudamiento creciente, con unas perspectivas de crecimiento poco alentadoras en torno a la proporción entre la deuda y su producción (Departamento de Estudios Económicos, 2020); en tal sentido, la búsqueda

de alternativas de alivio es, más que una opción, una necesidad. Los rendimientos previstos para las criptomonedas permiten verificar la viabilidad de inversión bajo parámetros de racionalidad en la gestión del riesgo, generando liquidez para honrar la deuda. En todo caso, el alivio de la deuda no puede desligarse del alivio de otras muchas carencias económicas, por lo que la reinversión de utilidades deberá pasar por un plan de intervención social profunda.

REFERENCIAS

- Asto Paredes, N., & Villavicencio Flores, M. (2019). *¿Las criptomonedas deben ser consideradas dinero?* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626341/Asto_PN.pdf?sequence=1
- Auray, S., Devereux, M., & Eyquem, A. (2020). Trade Wars, Currency Wars. *National Bureau of Economics Research*, 27460, 2-43.
- Bang Duma, D. (2019). *Determinantes del tipo de cambio euro/dólar entre 2008 y principios de 2019* [Universidad de Zaragoza]. <https://core.ac.uk/download/pdf/290002115.pdf>
- Beker, V. (2020). *¿Cuánto vale un dólar?* Universidad de Belgrano. http://190.221.29.250/bitstream/handle/123456789/9069/CENE_octubre_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bollinger, J. (2006). *Las Bandas de Bollinger*. Netbiblo. <https://tinyurl.com/y3yevk2y>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2019). *Entendiendo los Criptoactivos*. CCB. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/22729/5%20Entiendo%20los%20cripto%20activos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carbó Valverde, S., & Rodríguez Fernández, F. (2019). Blockchain en la banca europea. *Cuadernos de Información económica*, 268, 55-64.
- Carrera-López, J. S., Sánchez-Lunavictoria, J. C., & Loza-Torres, A. G. (2020). El uso de las criptomonedas como nueva forma de pago en la economía mundial. *FIPCAEC*, 5(16), 210-223.
- Chapoy Bonifaz, A. (2004). El dólar estadounidense: El impacto de sus fluctuaciones. *Universidad Nacional Autónoma de México*, 35(136), 27-47.
- Chimuris, R., Menezes, J., & Libreros, D. (2020). *Las deudas abiertas de América Latina* (Vol. 2). Editorial La Città del Sole. <http://www.surysur.net/site/uploads/2020/04/La-Deudas-abiertas-Vol.-2-a%C3%B1o-2020.pdf>
- Departamento de Estudios Económicos. (2020). El impacto del COVID-19 en la economía de El Salvador: Algunas consideraciones de política macroeconómica para hacer frente a la crisis. *Fundación Salvadoreña para el Desarrollo*, 1, 1-36.
- Evans, O. (2019). The effects of US-China trade war and Trumponomics. *Forum Scientiae Oeconomia*, 7(1), 47-55.
- Gabela Salvador, R. (2019). *Criptomonedas como medios comisarios de delitos de estafa y lavado de activos: Mecanismos para impedir el uso delictivo de las criptomonedas* [Universidad San Francisco de Quito]. <http://repositorio.usfq.edu.ec/jspui/bitstream/23000/8401/1/143605.pdf>
- Gabriel Alejandro Chirinos. (2020). Regulación y tributación en el mercado de criptoactivos, una perspectiva de derecho comparado. *Universidad de Montevideo*, 48, 1-39.
- González Orellana, M. (2020). El Salvador: Sobre la desigualdad, el COVID-19 y el crecimiento. *Universidad José Matías Delgado*, 1(34),

- 2-27.
- Ianni, O. (1996). *Teorías de la globalización*. Siglo XXI. <https://tinyurl.com/y5l9pr98>
- Jaramillo Sierra, R., & Jiménez Valencia, A. (2008). *Modelo estratégico para invertir en el mercado Forex basado en las bandas de Bollinger* [Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://core.ac.uk/download/pdf/71395881.pdf>
- Jaramillo Sierra, R., Jiménez Valencia, A., & Silva Díaz, C. (2008). El Análisis Técnico para el Estudio del Mercado de Divisas Mediante las Bandas de Bollinger. *Revista Gestión y Región*, 6, 147-188.
- Julián Zambrano Sánchez, Santiago Yépes Ruiz, Steeven Alexander Osorio, María Cecilia López, Cristian Camilio Rodríguez Arredondo, David Felipe Carazo, & José David López. (2019). Aspectos tributarios de las transacciones en criptomonedas: El caso de los bitcoins. *Revista Instituto Colombiano de Derecho Tributario*, 80, 43-69.
- Kacowicz, A., & Mitrani, M. (2016). ¿Por qué no tenemos teorías coherentes de relaciones internacionales sobre la globalización? *Foro Internacional*, 56(2), 378-408.
- Lizano Fait, E. (2020). Donald Trump vs. Xi Jinping Estados Unidos vs. China. *Periódico Digital Costa Rica*. <http://dspace.ulead.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/123456789/79/%e2%96%ba%e2%96%ba%20DOWNLOAD%20/%20DESCARGAR%20%e2%97%84%e2%97%84?sequence=1&isAllowed=y>
- Manrique Morales, C. A., & Pedraza Castañeda, D. S. (2019). Impacto en el déficit fiscal de Colombia durante el 2017 a partir de una regulación tributaria sobre las operaciones realizadas con el criptoactivo Bitcoin. *Fundación Universitaria Empresarial de la Cámara de Comercio de Bogotá*, 2-23.
- Medina Reyes, M. (2016). *Análisis Y Comparación De Monedas Criptográficas Basadas En La tecnología Blockchain*. Universidad Autónoma de Barcelona. <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/56344/8/mmedinareyTFM0616memoria.pdf>
- Mohania, S., & Singh, S. (2020). An analysis of cryptocurrency and its challenges. *International Journal of Multidisciplinary Research*, 6(4), 104-168.
- Ordinas, M. (2017). Las criptomonedas: ¿Oportunidad o burbuja? *BancaMarch*. <https://www.bancamarch.es/recursos/doc/bancamarch/20170109/2017/informe-mensual-de-estrategia-octubre-2017.pdf>
- Panameño Rivas, R. I., & Rivera Chávez, J. G. (2019). *Incidencia de las reformas tributarias en la sostenibilidad fiscal de El Salvador, periodo 1990-2019* [Universidad de El Salvador]. <https://core.ac.uk/download/pdf/237136336.pdf>
- Pérez Silva, G. D. (2018). *Análisis de la evolución de la criptomoneda bitcoin en el mundo entre el 2010 y el 2018* [Univesidad de América]. <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/6923/1/1608234-2018-II-NIIE.pdf>
- Ramírez Gracia, V. (2018). *Hacia un Tratamiento Uniforme del Bitcoin desde una Perspectiva Fiscal Global* [Universidad Internacional de La Rioja]. <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/6587/RAMIREZ%20GRACIA%2C%20VICTOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Raphael Auer, & Stijn Claessens. (2018). Regulación de las criptomonedas: Evaluación de reacciones del mercado. *Banco de Pagos Internacionales*, 3. <https://pdfs.semanticscholar.org/59b->

- b/7d1efd9b3b0f78471d9231f6a4962909bf14.pdf
- Rosales, O. (2018). Las claves del conflicto económico China-Estados Unidos. *Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales*. <http://www.latn.org.ar/wp-content/uploads/2014/09/Las-claves-del-conflicto-econ%C3%B3mico-China.pdf>
- Ruíz Rosas, M., & Décaro Santiago, L. (2019). Las burbujas financieras y el nacimiento del mercado de las criptomonedas. *Revista Ciencia Administrativa*, 1. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2019/10/14CA201901.pdf>
- Sánchez Cantillo, M. (2005). Reformas económicas, régimen cambiario y choques externos: Efectos en el desarrollo económico, la desigualdad y la pobreza en Costa Rica, El Salvador y Honduras. *CEPAL*, 36, 7-117.
- Sartor, L. (2019). *Criptomonedas y la tecnología Blockchain* [Universidad Siglo 21]. https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/18407/Sartor_Lucas_TFG%20-%20Lucas%20Sartor.pdf?sequence=1
- Stanley, L. (2018). ¿Cómo potenciar la relación entre China, Brasil, México y Argentina, para la Cumbre del G20 en Buenos Aires 2018? *Red China y América Latina: Enfoques Multidisciplinarios*, 2, 5-25.
- Tito Guanopatin, S. (2020). *Impacto en la cotización del Bitcoin ante variaciones en las cotizaciones de índices bursátiles, commodities y tipos de cambio. Un Análisis al período 2012-2019* [Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20888/1/CD%2010409.pdf>
- Víctor Rodríguez Quejido. (2019). Criptoactivos: Naturaleza, regulación y perspectivas. *Fundació Caixa d'Enginyers*, 29, 1-20.
- Villaroig Moya, R. (2018). Tributación de criptomonedas. *Colegio de Economistas de Alicante*, 26. <http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/181070/61565.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zarraluqui Matos, Í. (2018). *Análisis de las criptomonedas en la actualidad* [Universidad Pontificia Comillas de Madrid]. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/25169/TFG-Zarraluqui%20Matos%2C%20Aigo.pdf?sequence=1>



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



Challenges involved in the Localization of the Sustainable Developments Goals in El Salvador Between 2015-19 and for Implementing the 2030 Agenda

Desafíos involucrados en la localización de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en El Salvador entre 2015-19 y para la implementación de la Agenda 2030

Lisandro Pérez-Hernández¹, Antonio Caballer-Miedes²

Correspondencia:
lisandro.perez@ues.edu.sv

Presentado: 22 de junio de 2020
Aceptado: 11 de agosto de 2020

- 1 Professor of International Relations, Faculty of Law and Social Science, University of El Salvador.
2 Professor of Research Methodology, Faculty of Health Sciences, University Jaume I.

ABSTRACT

Since becoming a signatory of the 2030 Agenda for Sustainable Development in 2015, El Salvador has endeavored to incorporate these international commitments into its programmatic framework, its Five-Year Development Plan (2014-2019). The United Nations subscribed a support frame to enhance these efforts, based on the creation of a national sustainable development agenda in El Salvador. This involves coordination with the global development goals and indicators outlined in the SDGs in order to integrate social policies and national development plans. However, these efforts entail the identification of territories as specific units for implementing this national agenda, and measurement of the progress made towards fulfilment. This article examines the main difficulties and challenges involved in the localization of the municipalities for the 2030 agenda in the country.

Key words: SDG, 2030 Agenda, localisation, local government, El Salvador.

RESUMEN

A partir de la subscripción a la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible en el año 2015, El Salvador ha realizado esfuerzos para incorporar estos compromisos internacionales en sus marcos programáticos, así como una alineación a su Plan Quinquenal de Desarrollo (2014-2019). Para potenciar este esfuerzo, Naciones Unidas suscribió un marco de apoyo especializado a partir de la creación de una agenda nacional de desarrollo sostenible en El Salvador. Lo anterior supone la coordinación para la integración de las políticas sociales y los planes de desarrollo nacional con las metas e indicadores globales de desarrollo propuestos en los ODS. Sin embargo, estos esfuerzos

implican identificar a los territorios como unidades específicas para la implementación de esta agenda nacional y su correspondiente medición sobre el avance en su cumplimiento. Este artículo tiene el propósito de explorar las principales dificultades y desafíos de la localización de la agenda 2030 en los municipios salvadoreños.

Palabras claves: ODS, Agenda 2030, localización, El Salvador.

INTRODUCTION

The 2015-2030 Agenda for Sustainable Development sets out an action plan aimed at people, the planet, prosperity, universal peace and justice, as well as strategic alliances. It is the embodiment of combined efforts to achieve 17 Sustainable Development Goals (SDGs), which need to be implemented in the form of 169 targets in the economic, social and environmental spheres.

The main areas of progress made in El Salvador include the definition of a road map, institutional arrangements for fulfilling the Agenda, the signing of a cooperation agreement with the United Nations, the construction of a National Agenda for Sustainable Development for the medium term (2015 - 2019), raising of public awareness of the SDGs, and the involvement of various sectors. Efforts have also been made to prioritise progress in some key objectives within the framework of the United Nations accelerated implementation programme.

President Sánchez Cerén's government initially prioritised the following nine goals: SDG 1, SDG 2, SDG 3, SDG 4, SDG 5, SDG 6, SDG 13, SDG 16 and SDG 17. A further objective was subsequently prioritised in May 2019; SDG 7. However, the process for prioritising goals and targets, adjusting and reviewing indicators as part of the alignment of multi-level planning instruments is presented for the SDGs to be achieved in the short term, without having taken the specific conditions of the regions and their localisation process in the 2030 agenda into consideration.

In May 2019, the government of El Salvador

presented a statistical report on the progress made in the indicators for the targets associated with the SDGs at the end of its administration. However, the document contains no clear alignment between the National Agenda for Sustainable Development and the territorial development plans of the Salvadoran municipalities; and as such, the new government of President Nayib Bukele which took office in June 2019 - 2024, must consider the challenges involved in implementing the 2030 Agenda at the territorial level. This study examines the main asymmetries in the municipalities resulting from the prioritisation of the SDGs at the national level.

IMPLEMENTATION OF THE 2030 AGENDA IN EL SALVADOR

The 2030 Agenda followed the Millennium Development Agenda, in terms of the need to continue international efforts to improve the living conditions of the world's population. Accordingly, the Agenda for Sustainable Development was approved in September 2015 with the consent of 193 States, including El Salvador. This entailed a political commitment to meet 17 major goals over the next 15 years.

Over the last decade, El Salvador has made significant progress in achieving some Millennium Development Goals (MDGs), and this has laid the foundations for the strategic adoption of the new development agenda (UNDP 2013). The most significant areas of progress in the MDG included: the "reduction of extreme poverty in households by 49% (2000-2015), the reduction of infant mortality by 58% (2000-2014), the reduction

of maternal mortality by 20% (2007-2015) and a 17% increase (2000-2014) in the net rate of primary education” (GOES 2017). According to the UNDP World Human Development Report, “between 1990 and 2015, El Salvador was one of the Latin American countries with the most significant improvements in its Human Development Index, which rose from 0.529 to 0.680, an increase of 0.151” (UNDP 2016). These achievements were also reflected in the Voluntary National Review Report on the Implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development (UNDP 2017) presented that year at the United Nations in New York.

Post-2015 survey process

In 2012, El Salvador was selected as one of the countries to carry out an unprecedented series of surveys to identify the main topics of multisectoral interest to the population. Thousands of people from different social groups and territories participated in this study. The role played by local governments, organised civil society and the university was fundamental in this task of making the agenda more accessible to the population.

The methodology applied to these consultation processes had four basic objectives: “to raise awareness of the importance of participation in these processes, to turn the post-2015 agenda into an input for territorial human development, to involve groups with a limited presence in debates in the country, and to create awareness about the shared responsibility of various sectors of society in constructing of the “country we want” (SETEPLAN 2014). The result of this process was the post-2015 consultation document, entitled “The future we want”, which was an instrument that provided inputs in the establishment of the SDGs with 192 other countries at the United Nations.

El Salvador was as a constant part of the processes involved in the creation of the development agenda, accepted this global framework of goals and targets, and set about adapting this global roadmap to the conditions in the country, by beginning the process involved in the construction of the National Agenda for Sustainable Development. As part of this process, El Salvador was selected as one of the 15 countries to participate in the accelerated implementation programme of the United Nations SDG. In response to this political commitment and the processes involved in establishing the national development agenda, the government of El Salvador undertook for its implementation a series of activities led by the Technical and Planning Secretariat of the Presidency (SETEPLAN) and the Ministry of Foreign Affairs (MRREE).

SETEPLAN decided that in order to make progress in the implementation of the National Agenda for Sustainable Development, the Government had to “establish national coverage in two stages: a short-term agenda (until 2019) and a long-term national agenda (until 2030), the definition of which will require the leadership and combined efforts of government administrations (2019-2024 and 2024-2030) and society in general” (SETEPLAN, 2015). The short-term National Agenda for Sustainable Development was a commitment made by the government of President Sánchez Cerén (2014 -2019), after the approval of the global agenda in September 2015. Meanwhile, the long-term agenda (2019 - 2030) will cover the terms of office of subsequent governments, and how these should be aligned with and complement the outstanding issues from the previous administration.

In this context, after a technical analysis involving cooperation between multiple government agencies and United Nations experts, objectives have been prioritised and

the indicators that can be measured have been revised. In addition, other complementary indicators constituting the national framework for monitoring the SDGs have been established.

Prioritisation of the Goals

As Álvarez (2016) points out: *“all countries, regardless of their development model, need to focus on specific goals and indicators to achieve their growth, and the international community must support their aspirations”*. Based on this assumption, in 2019 El Salvador prioritised ten ¹ of the 17 SDGs, as well as 27 targets in SDGs 8, 9, 10, 11, 12, 15 and 14.

The prioritised goals were : No Poverty (SDG 1); Zero Hunger (SDG 2); Good Health and Well-being (SDG 3); Quality Education (SDG 4); Gender Equality (SDG 5); Clean Water and Sanitation (SDG 6), Affordable and Clean Energy (SDG 7); Climate Action (SDG 13); Peace, Justice and Strong Institutions (SDG 16); and Partnerships for the Goals (SDG 17). This prioritisation was based on 5 criteria used by the Ministry of Foreign Affairs and SETEPLAN, which are: “statistical capacity for the measurement of indicators, the availability of resources and sources of cooperation, priorities linked to the Five-Year Development Plan (FDP - 2014 - 2019), integration in the institutional agenda through the level of engagement with the agenda, and national priorities in the surveyed period” (GOES 2017).

SDGs 1 and 2, which are closely related to each other, start from the same perspective of national development due to the conditions of socio-economic vulnerability in the country, which remain a major challenge in social policy. Improving poverty rates facilitates aspects such as access to education, transportation, a decent life, and therefore adequate and safe

¹ SETEPLAN and the Ministry of Foreign Affairs had initially prioritised nine SDGs, and this situation was even outlined in the Voluntary National Review Report, and SDG 7 was included in this prioritisation in May 2019.

food, and it is therefore essential to measure poverty not only as a function of income, but also in an overall context (Di Paola 2015). In addition, the multidimensional poverty in El Salvador is considered the source of various social problems such as crime and public safety issues, and it must therefore be addressed.

In goals 3, 6 and 13, the environmental relationship created by health, water and climate are very important in a country with a small and vulnerable territory. This is not only related to domestic interests and needs, but also to the international agreements to which El Salvador is a party, such as the Paris Agreement of 2015. Regarding health and well-being, the plans includes a reduction in infant mortality and bringing diseases under control, which considering the basis of this relationship, are usually linked to environmental conditions. *“There is no life without water or land, there is no development, only the option of falling into the deepest poverty. There can be no well-being on a dead planet”* (Rijnhout and Meymen 2008).

As for SDG 5, concerning gender equality, *“the Government is committed to the gender equality approach, and has defined it as one of the central points of the 2014-2019 FDP, and has worked to strengthen the institutional framework and governance to promote, enforce and monitor equality and non-discrimination on grounds of gender”* (GOES 2017). In this area, women’s political rights, participation in public office, and the institutions that support them have been reinforced.

Finally, the FDP also included the area of public safety involving State institutions, and in this respect the prioritisation of SDG 16 is a further commitment to eliminating corruption in public institutions and providing robust support for the rights and guarantees of all. As part of the international commitment, and complying with cooperation between states

to achieve those objectives, while also bearing in mind that “in order to engage in relations appropriately, it is necessary to understand that national or domestic policies have effects and impacts on other territories and citizens beyond their borders” (Martínez and Martínez 2016), El Salvador is also prioritising SDG 17, concerning Partnerships for the Goals, on the understanding that isolated efforts will not yield greater results, and that cooperation of all kinds is necessary and provides an opportunity to fulfil the goals in the agenda.

Management of territories

Within the framework of the implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development, it is essential to consider the territories as management units for the various strategies and programmatic actions that enable fulfilment of the SDGs based on their strategic possibilities.

As territorial management is a key factor in achieving the SDGs, it is essential to strengthen the capacities of the agents in the territory, to provide them with a broad and strategic perspective based on the local level, and a vision of the current challenges. They must be able to identify the priorities and urgent issues, and the structural paths that enable what the 2030 Agenda describes as “leaving no one behind” to be achieved (CEPAL 2019). This need is reinforced by the fact that the prioritised objectives are wide-ranging, and given the diversity of the actors involved, some coordination and harmonisation of the work must take place, and it cannot be implemented other than with appropriate territorial management.

During the survey process after 2015 regarding the localisation of the agenda in El Salvador, the municipal governments stated that there were inequalities and disparities

between municipalities. There is also little harmonisation of joint efforts in this process of territorial management, since isolated projects, which are almost always sector-specific, are frequently undertaken instead of comprehensive development processes with a long-term vision.

In the same context, Elías (2014), argues that if territorial management processes are to be translated into changes in favour of territorial development, they must have specific characteristics, such as horizontal management, based on encouraging participation by institutions, organisations and individuals; with indirect support policies aimed at creating opportunities; selectiveness, defining the productive profiles of each territory based on its specific characteristics; territoriality, visualising the national economy as a series of territorial economies, and coordination in the production of policies with the various stakeholders.

As a result, in the words of Leyton (2018), *“it is essential to consider the territorial dimension when analysing the challenges involved in implementing the SDGs.”* Maintaining a territorial approach at the centre of the strategy for implementing the SDGs is a key factor in achieving the targets set out in the 2030 Agenda. Furthermore, *“it favours cooperation schemes that adapt to the demands of residents and development agents; in other words, the territory’s natural diversity and politics”* (Sepúlveda 2008).

In accordance with the above, an agenda of SDGs must consider the territorial dynamics involved in its implementation. Based on this assumption, Amaya (2020) calls for a multisectoral approach in the territorial management of a joint initiative, as a result of the influence exerted by new stakeholders, including companies, civil society and NGOs, in a context in which the role of the public

sector is crucial as a facilitator of a sustainable development agenda within the contemporary process of the management of territorial development.

Finally, a multi-level approach to sustainable development is necessary in the process involved in localisation of the 2030 Agenda for Sustainable Development, and this must consider the territories as managers of these actions, based on the engagement and participation of the various stakeholders involved in their implementation.

Objectives

The overall objective of the research was to contribute to establishing and reinforcing a critical opinion on the localisation of the SDGs in territories, as well as the leading role of municipal governments.

The specific goals were: a) Examine the main asymmetries that territories face in the process

of implementing the SDGs and b) Identify the main actions of the municipal governments of El Salvador aimed at fulfilment of the SDGs within the framework of the 2030 agenda. The aim was to achieve a territorial characterisation of the SDGs prioritised by the 2014-2019 presidential administration, providing a descriptive perspective on the current situation.

RESEARCH METHODOLOGY

This was an exploratory study, and the objectives are consistent with such assumption. A structured questionnaire with a suggested response format was used to obtain the information. To that end, a sample of 37 municipalities were selected from a universe of 262 (14.12%), which is the total number of municipalities in El Salvador. The sample was representative as it ensured that at least two municipalities came from each of the country's 14 departments, as shown in Table 1.

Table 1. Study sample

Department	Municipality	Department	Municipality
Ahuachapán	San Lorenzo	Morazán	San Carlos
	Ahuachapán		Perquín
	Ilobasco		Ciudad Barrios
Cabañas	Sensuntepeque	San Miguel	Sesori
	San Isidro		San Miguel
	Comalapa		
Chalatenango	Chalatenango	San Salvador	Mejicanos
	Concepción		Uyutuxtepeque
	Quezaltepeque		
	Cojutepeque		Guadalupe
Cuscatlán	Suchitoto	San Vicente	San Cayetano Istepeque
	San Bartolomé Perulapia		
La Libertad	Comasagua	Santa Ana	Texistepeque
	Nuevo Cuscatlán		Santa Ana
	San Juan Talpa		Metapán
La Paz	Olucuilta	Sonsonate	Caluco
	San Luis Talpa		Nahuizalco

Department	Municipality	Department	Municipality
La Unión	El Carmen	Usulután	Alegría
	Polorós		San Dionisio
	La Unión		Usulután
			Jiquilisco

Source: compiled by the authors

Thirty-seven surveys were applied, in accordance with the number of municipalities selected. The application of 42 surveys was initially planned based on the selection of 42 municipalities (3 municipalities per department). However, no response was received from some municipalities when the instrument was applied, which limited the study to 88.09% of the total sample initially anticipated.

Instruments

A structured survey with suggested responses was designed for the study. It consisted of 70 questions breaking down each of the SDGs prioritised by the national government according to their previously stipulated means of implementation. The questions were structured and formulated in a manner consistent with the targets in each of the SDGs.

Limits of the study

A limitation of the study involves the general analysis of 9 of the 10 SDGs prioritised in the National Agenda for Sustainable Development (SDGs 1, 2, 3, 4, 5, 6, 13, 16 and 17).

Bearing in mind that no methodology or process for territorial localisation of the SDGs has as yet been adopted by El Salvador, a strict extrapolation of the territorial findings based on national indicators is not possible, and the study characterises the territorial situation based on the existing mechanisms for implementing the SDG agenda at the national level.

Procedure

The municipal officials responsible for territorial planning or development in the 42 municipalities initially envisaged in the study were contacted electronically and in person, as appropriate. Only 37 of them replied and decided to answer the survey instrument. The municipalities were subsequently classified by the department where they were located, and the variables were filtered according to the SDG to which each question referred. A comparison was made between the results obtained and the baseline provided by SETEPLAN for the national SDG monitoring system, and respective conclusions were produced from it. Only data referring to the municipal powers stipulated for in the Municipal Code of El Salvador were taken.

RESULTS

The results obtained based on the applied survey are presented below and broken down according to 9 SDGs prioritised in the National Agenda for Sustainable Development of El Salvador for the period 2015-2019.

Goal 1: End poverty in all its forms everywhere

For SDG 1, bearing in mind that from a multidimensional perspective, poverty is linked to many other areas, an important finding was that most significant challenges facing municipalities, when overcoming the poverty

gap is the provision of basic services, primarily drinking water. One of the biggest challenges involves increasing people's access to water resources, with 48.64% of the municipalities identifying this problem. ANDA, the body responsible for the supply and distribution of drinking water in El Salvador, reported in 2017 that it reached 96.6% of the population in urban areas and 42.7% in rural areas, but despite efforts by the government to improve this situation, it remains a challenge to be overcome. In addition, there is the problem of vulnerable areas within municipalities, with 83.78% of municipalities confirming that this is a real and serious problem, even though 87.09% of local governments have taken various measures to counter this situation.

Regarding the above, the Salvadoran Ecological Unit reports that *"El Salvador improved from number 1 in 2009 to number 11 in 2016 on the list of the world's most vulnerable countries"* (UNES 2017). The ability to provide a robust response to these problems is beyond the municipalities' budget capacity, and an overall response and early activation by the Civil Protection bodies and mitigation measures are required with the Ministry of Public Works.

In this context, it can be stated that the municipalities in the sample can identify problems that affect their inhabitants; but they lack the capacity to undertake specific measures to counteract or mitigate them. Some of the municipalities' responses aimed at reducing poverty levels are based on measures to improve basic education and entrepreneurship but cover their territories in a limited extent. The labour markets demand competitive personnel, and not merely people who have completed their basic education. The challenge in this respect is to reduce levels of technological illiteracy, in order to provide the skills that the labour market requires. The productivity indicator in SDG 1 is closely related

to SDG 4 relating to education.

Finally, the municipalities are limited in their actions by their territorial scope, their situation of permanent electoral campaigns, their lack of adequate resources and personnel, and their high level of dependence on the central government, which makes direct measures difficult.

Goal 2: End hunger, achieve food security and improved nutrition, and promote sustainable agriculture

In El Salvador, the National Food and Nutrition Security Council (CONASAN) is by executive decree the institution with the closest links to SDG 2. Its primary task is to *"coordinate institutional efforts in this area at the national level, arrange interventions, define the policy and strategic plan and promote inter-institutional coordination"* (CONASAN 2018). The fact that CONASAN is the governing body of the country's Nutritional Food Security (SAN) means there is an organic institutional framework for initiatives and policies associated with food and nutrition security, and the Corporation of Municipalities of the Republic of El Salvador (COMURES) is part of this body.

The survey showed that 48.8% of the municipalities have their own measures in place aimed at contributing to food security. Among them, 27.4% engage in these activities, by encouraging production, and 24.32% of the municipalities have measures in place to reduce levels of malnutrition among children through school meals. In other words, the actions depend to a large extent on the central government through the Ministry of Education (MINED). Nevertheless, *"these strategies focus on ensuring access to food production and pay limited attention to nutrition"* (PMA 2017).

This study of the municipalities showed that only 48.64% (19) of the municipalities had

a municipal food security policy, and in the same sphere, 45.94% of the municipalities encouraged agricultural production within their boundaries, 27.01% provided basic food baskets, and 10.81% provided inputs for planting agricultural products. By producing a national approximation of these statistics, a study by the United Nations Food and Agriculture Organization found that 49.4% of Salvadoran households face some sort of food insecurity. This is a high prevalence rate for the problem, as almost half of the households expressed concern about food due to a lack of financial or other resources (FAO 2016).

El Salvador has made considerable progress in reducing food insecurity and chronic malnutrition; however, there are still *“persistent challenges: natural disasters, slow economic growth, high levels of public debt and the fiscal crisis”* (PMA 2017), which are obstacles to progress in this area. Meanwhile, in the regulatory sphere, article 4, subsection 9 and 17 of the Municipal Code, related to municipal competences, refers to guaranteeing development and ensuring the supply of food, but it does so in terms of promoting agriculture, trade and supplying products for consumption, which are rather weak terms regarding the need for specific municipal food and nutrition security policies linked to broader development plans.

A challenge identified in the study refers to the need for diversified agricultural production, and avoidance of monocultures, in order to ensure food supplies to local markets, which guarantee nutrition in the long term. These efforts must go hand in hand with food security strategies to fight against the effects of climate change, bearing in mind that the municipalities surveyed do not have any type of strategy for dealing with this environmental situation.

Goal 3: Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages

Article 4 subsection 5 of the Municipal Code emphasises that the municipality is responsible for the promotion and creation of health programmes. However, this mandate must be aligned with the primary responsibility of the Ministry of Health (MINSAL), which is to guarantee all aspects of human health.

In the study, the coverage of maternal and children’s health in the sample selected was high in 40.54% of the municipalities, and fair in 37%. This is consistent with the 2019 Statistical Report on fulfilment of the SDG, mainly in the targets for reducing the mortality rate among mothers, new-borns and children under 5 years of age, considered in the report to have been met (SETEPLAN 2019).

Meanwhile, the municipalities surveyed declare they have taken measures in the health sphere, particularly to prevent the spread of communicable diseases. For example, 37.84% of the municipalities reported that they carried out health awareness campaigns on a regular basis. The most prevalent diseases in the municipalities were dengue, zika and chikungunya, with prevalence rates of 65%. These are largely seasonal, and depend on the levels of proliferation of mosquitoes, which are considered vectors of these tropical diseases.

The municipal sample in this study also mentioned problems related to drug addiction, with 54% of the surveyed municipalities carrying out preventive programmes. Another health risk factor is pollution. For example, 40.54% of the municipalities carry out recycling campaigns to reduce the levels of pollution from plastic and metal waste. However, the ongoing lack of resources, the absence of an effective solid waste policy, and low levels of public awareness and interest from the private sector to act with the central government are a

constant challenge.

Goal 4: Inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all

According to the Multiple Purpose Household Survey by the Ministry of Economy (DIGESTYC 2018), illiteracy is still present among the population, at rates of 8.5% among men and 12.2% among women. The illiteracy rate is 16.4%, in rural areas and 6.7% in urban areas.

The study revealed that 59.45% of the municipalities surveyed carry out literacy campaigns for older adults in partnership with the Ministry of Education, and 81% of the municipalities surveyed report that they have physical areas or infrastructure to provide services for young children.

One hundred percent of the total number of municipalities studied reported that they are making efforts to enhance their inhabitants' technical skills and training, 37% focusing on developing new skills. However, these skills must be developed in a manner consistent with the demands of the labour market, and as such, these initiatives must be aimed at reducing the digital gap and expanding technological skills.

For higher education, indicator 4.3 of the SDGs mentions equal access to university education, but *"at least 25,000 students attempt to gain access to the country's only public university every year, and only 38% of those succeed in gaining admission, and the rest must seek another alternative if they want to continue"* (YSUCA 2010). In recent years, the central government has designed measures such as the online university operated by the University of El Salvador, which has prioritised young people from the 50 most violent municipalities. It opens new opportunities for overcoming the challenges involved in accessing public higher education and engages in initiatives for free

education for students from public secondary schools.

Goal 5: Achieve gender equality and empower all women and girls

Seventy two percent of the total number of municipalities surveyed stated that they have inclusive programmes that reduce discrimination against women and children. However, the national indicator for measuring this SDG target focuses on reducing discrimination by establishing and applying regulatory instruments. The country has five laws that establish this framework for action.² However, according to Amnesty International (2018): *"Since 2015, feminicidal violence has escalated alarmingly, resulting in 574 deaths in 2015 and 524 in 2016. One woman was murdered every 16 hours in June 2016."* The existence of regulatory frameworks is therefore insufficient to eradicate the various forms of gender violence against women.

Another aspect to consider is that the municipalities have made initial efforts to create mechanisms that contribute to guaranteeing equitable participation of people on equal terms. Their main actions focus on equal access to public employment. In the present study, 15 of the 37 municipalities (40.5%) have implemented awareness-raising campaigns to encourage the sharing of household chores. In sexual and reproductive health, a challenge that has yet to be resolved is the continuation of education on sexual and reproductive health in the territories, mainly due to limitations in access to information.

² The current laws in this area are: 1) the National Policy for Women, 2) the Law on Equality, Equity and Eradication of Discrimination against Women, 3) the Explanatory preamble of the Special Comprehensive Law for a Life Free of Violence for Women, 4) the Special Comprehensive Law for a Life Free of Violence for Women, and 5) the Law against Domestic Violence.

Goal 6: Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all

In the study, 17 municipalities reported that over 75% of their municipality's total populated territory had access to drinking water, in amounts to between 50% and 75% in 16 municipalities, and less than 50% in 4 municipalities. These results differ from the SETEPLAN report (2019), which states that around 90% of the country has access to drinking water and adequate sanitation.

The municipalities with the most access to drinking water were those in urban centres or in large housing complexes which are mostly urban, while the municipalities with the least access to drinking water are those that are in rural areas. However, 21 of the 37 municipalities surveyed are taking some type of action to reduce pollution levels, especially in water, and various measures are being taken in each municipality, including: physicochemical analysis to assess the state of the water, cleaning, reforestation and environmental sanitation campaigns, and periodic monitoring which is sent to ANDA, the institution responsible for the supply of drinking water in the country, among other initiatives. However, 3 of the 21 municipalities have no specific measures in place to increase the efficient use of water resources.

The study of the municipalities showed that another problem that the country is facing regarding water is the lack of an institutional framework and effective regulatory mechanisms, leading to increased soil degradation and pollution, and absence of a general water law. In the survey, 20 of the 37 municipalities have no regulatory or programmatic instrument (a municipal ordinance, water resources management policy or other instrument) ensuring access to and care of water. The powers of the

municipality are limited by article 4, paragraph 10 of the Municipal Code, to the regulation and development of natural resources in accordance with legislation in force, which means that management of the water supply is not a municipal responsibility, but promotion and care of it is encouraged.

Goal 13: Take urgent action to combat climate change and its effects

The municipalities surveyed have implemented measures to mitigate and adapt to the effects of climate change, including regular cleaning schedules in rivers and sewers (37.84%), identifying high-risk rills and areas (18.90%) and establishing appropriate protection systems (16.20%). 64.90% of the municipalities have planning and management strategies, plans and initiatives related to climate change.

Based on the above, the channel through which the municipalities have raised awareness of the importance of climate change among their inhabitants have primarily been campaigns and talks (75.70%). At the national level, the Ministry of Environment and Natural Resources (MARN) is the institution responsible for monitoring the progress made towards this SDG. According to the SDG fulfilment report (2019), El Salvador fell from first position in 2009 to position 110 in the 2018 climate risk index (Germanwatch, 2018). However, according to the National Report on the State of Risks and Vulnerabilities presented by MARN (2017), 88.7% of the territory of El Salvador is considered a high-risk area and 95.4% of the population lives in these areas.

SDG 16: Peace, Justice and Strong Institutions

According to the Global Peace Index, El Salvador was ranked 113th in 2019, 3d. places above its position in 2018. Despite this slight improvement, the country remains one of the

most violent in the world. According to figures from the National Civil Police in 2018, a total of 44,334 homicides were reported in El Salvador between 2007 and 2017 alone (UNDP 2018).

At the municipal level, between 2013 and 2015 San Salvador headed the list of the 20 municipalities with the highest number of homicides (213), followed by Soyapango (93), and Mejicanos was in third place with 92 homicides (FUNDAUNGO 2016). In terms of the geographical area, estimates suggest that 64.6% of the homicides nationwide in 2017 were committed in rural areas, and 54.3% of the victims in those cases were aged between 15 and 29 years old (UNDP 2018).

In March 2016, El Salvador presented a list of the first ten municipalities to be prioritised in the Safe El Salvador Plan (SESP). These areas were selected based on the number and rate of homicides. The list is headed by San Salvador with 336 homicides, Ciudad Delgado with 84, Cojutepeque with 59, Colón with 98, Jiquilisco with 70, Mejicanos with 112, Santa Ana with 106, Sonsonate with 33, Soyapango with 138, and Zacatecoluca with 96 (FUNDAUNGO 2016).

As of July 2018, 50 of the existing 262 municipalities had been prioritised. The SESP consisted of five areas and one hundred and twenty-four urgent priority actions in the short, medium and long term, to fight against violence and crime, ensured access to justice, and provide care and protection for victims. The Plan consisted of a framework of results, targets and resources that defined the actions of all the sectors involved (CNSC 2016). However, only 14 of the 37 municipalities participated in this plan. These municipalities in turn have strategic structures for consultation and technical and political dialogue, known as Municipal Violence Prevention Councils (MVPC).

Since this was a plan created by the government in office between 2014 and 2019, the new

administration of President Nayib Bukele (2019 - 2024) will decide on the approach for fighting against social violence and crime at the central government level, and on how the territories will be coordinated within this approach.

In this same context, the reduction of the rates of violence in the country requires an inter-institutional effort, specifically involving the General Office of the Prosecutor of the Republic (FGR), the National Civil Police (PNC) and the Attorney General of the Republic (PGR), especially as regards complaints received from the public. In the survey of the municipalities, 48.6% stated that the level of coordination between the municipalities and these institutions to encourage citizens to report acts of violence is high, while 37.8% of municipalities said it is medium, and 13.5% said it was low.

The perception that the municipalities surveyed suffer from crime in their territories is between medium and high for 86.4%. The reason for this response may be related to the municipality's geographic location and its prioritisation in the SESP.

Transparency and accountability are also linked as an area of application of SDG 16. 89.20% of the municipalities report that they have adequate mechanisms for access to public information. However, this is contradicted by the fact that the municipalities themselves state that since the Law on Access to Public Information (LAPI) came into force in 2010, only around 100 requests for information have been received from citizens in 73% of the municipalities surveyed. However, in 78.3% of the municipalities, the degree of civic participation in institutional development issues related to the fight against corruption is at the medium to high level.

SDG 17: Partnerships to achieve the Goals

SDG 17 is a goal involving synergies and combining joint efforts to achieve its

objectives, based on strengthening the means for implementing the agenda and strategic partnerships for sustainable development. Achieving this goal therefore implies a multi-actor approach, involving the participation of the central government and other national institutions, the private sector, civil society and academia. However, this vision must also be implemented at the local level.

Although this objective is superficially related to providing resources that contribute to achieving development plans, there is clearly a role for effective tax collection, international cooperation management and the mobilisation of domestic resources by the municipalities. In the study, 59.45% of the municipalities reported that the current system for collecting municipal taxes is appropriate according to the provisions of the Municipal Code, which specifies that municipalities must formulate their budget based on the established rates, taxes and special contributions.

Most of the municipalities surveyed (62.2%) receive no support from international cooperation and all of them (100%) acknowledge

that they need to attract higher levels of financial investment, although 81% agree that the main strategies for attracting greater investment must be based on increasing the skilled workforce and providing economic and legal security for investors. However, 64.86% of the municipalities are affected by the volatility of the world economic system.

According to the survey, 72% of the municipalities reported that they do not have a strategic plan and are even farther away from having one linked to the SDGs. They are unclear as to the type of partnerships to establish to achieve them, although they have made some initial efforts as regards territorial planning. The partnerships that can be established would therefore enable sharing of all the experiences and good practices that can greatly enhance fulfilment of the SDGs based on municipal contributions.

A synthesis of the findings from the present study regarding the asymmetries of the territories and their main identified mitigation actions can be seen in the following table.

Table 2. Findings

SDG	Asymmetries /challenges identified	Main actions of municipalities identified
SDG 1	<ul style="list-style-type: none"> 48.64% of the municipalities identify the provision of basic services, and primarily drinking water as a problem. 83.78% of municipalities identify the problem of vulnerable areas within municipalities. 	<ul style="list-style-type: none"> The municipalities in the sample are capable of identifying problems that affect their inhabitants; but they lack the capacity to undertake specific measures to counteract or mitigate them.
SDG 2	<ul style="list-style-type: none"> 49.4% of Salvadoran households face some sort of food insecurity. Almost half of the households expressed concern about food due to a lack of financial or other resources. 	<ul style="list-style-type: none"> 48.8% of the municipalities have measures in place aimed at contributing to food security. 27.4% of the municipalities engage in activities of encouraging production 24.32% of the municipalities have measures in place to reduce levels of malnutrition among children through school meals. 48.64% of the municipalities have a municipal food security policy. 45.94% of the municipalities encourage agricultural production within their boundaries 27.01% provide basic food baskets. 10.81% provide inputs for planting agricultural products.

SDG	Asymmetries /challenges identified	Main actions of municipalities identified
SDG 3	<ul style="list-style-type: none"> The coverage of maternal and children’s health in the sample selected is high in 40.54% of the municipalities, and fair in 37%. Problems related to drug addiction. Pollution. 	<ul style="list-style-type: none"> 37.84% of the municipalities report that they carry out awareness-raising campaigns on a regular basis. 54% of the surveyed municipalities carrying out preventive programmes. 40.54% of the municipalities carry out recycling campaigns to reduce the levels of pollution from plastic and metal waste.
SDG 4	<ul style="list-style-type: none"> Illiteracy is still present among the population, at rates of 8.5% among men and 12.2% among women. The illiteracy rate is 16.4%, in rural areas and in urban areas it is 6.7%. 	<ul style="list-style-type: none"> 59.45% of the municipalities surveyed carry out literacy campaigns for older adults in partnership with the Ministry of Education. 81% of the municipalities surveyed report that they have physical areas or infrastructure to provide services for young children. 100% of the total number of municipalities studied reported that they are making efforts to enhance their inhabitants’ technical skills and training. 37% focus on developing new skills.
SDG 5	<ul style="list-style-type: none"> Insufficient regulatory frameworks to eradicate the various forms of gender violence and violence against women. A challenge that has yet to be resolved is the continuation of education on sexual and reproductive health in the territories, mainly due to limitations in access to information. 	<ul style="list-style-type: none"> 72% of the total number of municipalities surveyed state that they have inclusive programmes that reduce discrimination against women and children: main actions focus on equal access to public jobs employment with 51%, and the requirement for female quotas in municipal elections of 27%. 15 of the 37 municipalities (40.5%) have implemented awareness-raising campaigns to encourage the sharing of household chores.
SDG 6	<ul style="list-style-type: none"> Over 75% of their municipality’s total populated territory has access to drinking water, access amounts to between 50% and 75% in 16 municipalities, and less than 50% of the population have access in 4 municipalities. 20 of the 37 municipalities have no regulatory or programmatic instrument 	<ul style="list-style-type: none"> 21 of the 37 municipalities surveyed are taking some type of action to reduce pollution levels, especially in water, and various measures such as: physicochemical analysis to assess the state of the water, cleaning, reforestation and environmental sanitation campaigns, and periodic monitoring which is sent to ANDA.
SDG 13	<ul style="list-style-type: none"> 88.7% of the territory of El Salvador is considered a high-risk area and 95.4% of the population lives in these areas. 	<ul style="list-style-type: none"> Measures to mitigate and adapt to the effects of climate change, including regular cleaning schedules in rivers and sewers (37.84%), identifying high-risk rills and areas (18.90%) and establishing appropriate protection systems (16.20%). 64.90% of the municipalities have planning and management strategies, plans and initiatives related to climate change. 75.70% of the municipalities have put into place campaigns and talks in order to raise awareness of the importance of climate change among their inhabitants.

SDG	Asymmetries /challenges identified	Main actions of municipalities identified
SDG 16	<ul style="list-style-type: none"> 48.6% of the municipalities stated that the level of coordination between themselves and the General Office of the Prosecutor of the Republic (FGR), the National Civil Police (PNC) and the Attorney General of the Republic (PGR), encourage citizens to report acts of violence is high, while 37.8% of municipalities said it is medium, and 13.5% said it was low. The perception that the municipalities surveyed suffer from crime in their territories is between medium and high for 86.4%. 	<ul style="list-style-type: none"> 14 of the 37 municipalities participated in the Safe El Salvador Plan (SESP). These municipalities in turn have strategic structures for consultation and technical and political dialogue, known as Municipal Violence Prevention Councils (MVPC). 89.20% of the municipalities report that they have adequate mechanisms for access to public information. In 78.3% of the municipalities, the degree of civic participation in institutional development issues related to the fight against corruption is at the medium to high level.
SDG 17	<ul style="list-style-type: none"> 62.2% of the municipalities receive no support from international cooperation. 100% of the municipalities acknowledge that they need to attract higher levels of financial investment, although 81% agree that the main strategies for attracting greater investment must be based on increasing the skilled workforce and providing economic and legal security for investors. 64.86% of the municipalities are affected by the volatility of the world economic system. 72% of the municipalities report that they do not have a strategic plan and are even further from having one linked to the SDGs. 	<ul style="list-style-type: none"> 59.45% of the municipalities report that the current system for collecting municipal taxes is appropriate according to the provisions of the Municipal Code, which specifies that municipalities must formulate their budget based on the established rates, taxes and special contributions.

Source: compiled by the authors

CONCLUSIONS

This study must be considered a non-exhaustive approach to describing the territorial conditions that pose challenges for territorial localisation of the 2030 Agenda for Sustainable Development and consequently, for the implementation of strategies and actions contained in the governmental roadmap. The asymmetries in the territories and the limitations of their capacities must be taken into account. Some considerations are discussed which despite not being exclusive to one SDG, enable us to produce an introduction reflecting on this aspect of analysis.

The budget assigned to the municipalities by the central government through the Municipal Economic and Social Development Fund (FODES) seems to be insufficient to cover the financing of the sustainable development

agenda. For this reason, municipal financial management capacities must first be enhanced as well as economic investment measures which increase mobilisation of local resources in their territories. Secondly, mechanisms to make resources efficient must be coordinated to increase productivity and collection rates of municipal taxes.

The success of the localisation of the 2030 Agenda will depend on their adaptation based on the situation in the territories, because as identified in the study, there are various circumstances that show that the municipalities have different levels of capacities. A major challenge could consequently focus on strengthening the institutional framework by creating a mechanism to structure the territorialisation of sustainable development from the Central Government to the municipalities.

An outstanding challenge in the implementation of the SDGs is to specify the effective involvement of the municipalities and the active population, reinforcing public participation processes as an instrument for constructing development. Various mechanisms are currently focused in this direction and applied in most municipalities, since they are set forth in Articles 115 and 116 of the Municipal Code. In conclusion, in the implementation of the 2030 Agenda, the challenge at the local level is to be able to ensure effectiveness and transparency in the mechanisms for public participation, as instruments in the construction of endogenous development.

At the territorial level, each SDG has its own challenges in its localisation, since each municipality, depending on its economic, social, productive and cultural characteristics, will have more or fewer problems in relation to some SDGs. The fact is that there is yet no multilevel governance mechanism that enables strategies to be coordinated from national planning towards local planning. In short, the relationship of the municipalities in the sphere of their territorial governance directly affects the 17 SDGs, not only because of the powers provided for in the Municipal Code, but also affects the management of policies and programmes that provide a greater scope for action than the regulations in place.

Lastly, it should be noted that El Salvador has made progress in defining its targets, indicators, and in building a baseline for the SDGs but strategies aimed at advancing towards the achievement of those objectives during the term of office of the new government between 2019 and 2024 still need to be planned.

REFERENCES

Álvarez, A. 2016. "Retos de América Latina:

Agenda para El Desarrollo Sostenible y Negociaciones del Siglo XXI." *Problemas del Desarrollo* 47 (186): 9–30. <https://doi.org/10.1016/j.rpd.2016.08.002>.

Amaya, J. 2020. "La gestión del desarrollo territorial". *Geo Innova*. Accessed 15 April 2020. <https://geoinnova.org/blog-territorio/la-gestion-del-desarrollo-territorial/>

Amnesty International. 2018. "El Salvador Report 2017/2018".

CEPAL. 2019. "La dimensión territorial en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: guía metodológica para la planificación estratégica de un territorio". Accessed 12 March 2020. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44872-la-dimension-territorial-marco-la-agenda-2030-desarrollo-sostenible-guia>

CONASAN. 2018. "Consejo Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional". Accessed 16 August 2019. <http://www.conasan.gob.sv/historia/>

CNSC. 2016. "Plan El Salvador Seguro", 46. Accessed 9 August 2019. <http://www.presidencia.gob.sv/wp-content/uploads/2015/01/El-Salvador-Seguro.pdf>

DIGESTYC. 2018. "Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2018". Accessed 20 September 2019. <http://www.digestyc.gob.sv/index.php/novedades/avisos/869-ya-se-encuentra-disponible-la-publicacion-ehpm-2018.html>

Dimas, L. 2014. "Provisión del servicio de agua potable en El Salvador". Accessed 15 September 2019. <http://fusades.org/areas-de-investigacion/provision-de-agua-potable-en-el-salvador>

Di Paola, M. 2015. "Objetivos de Desarrollo Sostenible: ¿Oportunidad o desencanto? Fortalezas y desafíos en su proceso de construcción global". *Informe Ambiental*

- Anual 2015 FARM*. Accessed 7 September 2019. <https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2015/06/Objetivos-de-Desarrollo-Sostenible-oportunidad-o-desencanto.pdf>
- Elias, L. 2014. "La Gestión del Desarrollo Territorial. Costa Rica". *DEMUCA conectadel*. Accessed 20 November 2019. <http://www.conectadel.org/wp-content/uploads/2019/10/gestion-DT.pdf>
- FAO. 2016. "Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA), Manual de Uso y Aplicación". Accessed 25 November 2019. <http://www.fao.org/>
- FUNDAUNGO. 2016. "Aportes al debate sobre seguridad ciudadana. Evolución de los homicidios en El Salvador 2009 - Junio 2016". Accessed 10 October 2019. <https://www.fundaungo.org.sv/asset/documents/325>
- Germanwatch. 2018. "Índice de Riesgo Climático Global 2018". Accessed 20 August 2019. <https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/publication/20398.pdf>
- GOES - Government of El Salvador. 2017. "Revisión Nacional Voluntaria de la Implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en El Salvador", *Foro Político de Alto Nivel sobre el Desarrollo Sostenible*. Accessed 10 September 2019. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/16649RNV_El_Salvador_1307_2011_2PP.pdf
- Institute for Economics & Peace. 2019. "Global Peace Index 2019: Measuring Peace in a Complex World". Accessed 20 March 2020. <http://visionofhumanity.org/reports>
- Leyton, C. 2018. "Los desafíos territoriales que plantea la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible". *Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural*. Accessed 10 February 2020. [que-plantea-la-implementacion-de-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/](https://rimisp.org/noticia/los-desafios-territoriales-que-plantea-la-implementacion-de-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/)
- MARN. 2017. "Informe nacional del estado de riesgos y vulnerabilidades". Accessed 4 October 2019. http://www.marn.gob.sv/descarga/informe-nacional-del-estado-de-los-riesgos-y-vulnerabilidad_2017/?wpdm_dl=37390
- Martínez, P., and I. Martínez. 2016. "La Agenda 2030: ¿Cambiar al Mundo sin Cambiar la Distribución del Poder?". *Lan Harremanak/ Revista de Relaciones Laborales* (33):73-102.
- PMA. 2017. "Plan estratégico para El Salvador 2017-2021". Accessed 11 October 2019. <https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000037297/download/>
- PNUD. 2013. "Tercer informe de avance de los ODM en El Salvador".
- PNUD. 2016. "Informe sobre Desarrollo Humano 2016. Desarrollo humano para todos". Accessed 20 November 2019. http://hdr.undp.org/sites/default/files/HDR2016_SP_Overview_Web.pdf
- PNUD. 2018. "Informe sobre Desarrollo Humano El Salvador 2018. ¡SOY JOVEN! ¿Y ahora qué?". Accessed March 2020. https://www.undp.org/content/dam/el_salvador/docs/IDHES%202018%20WEB.pdf
- Rijnhout, L., and N. Meymen. 2008. "Transformar Nuestro Mundo, ¿Realidad o Ficción?, Reflexiones sobre la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. La Dimensión Medioambiental de los Objetivos del Desarrollo Sostenible". Accessed 15 November 2019. http://www.unescoetxea.org/dokumentuak/transformar_nuestro_mundo.pdf
- SETEPLAN. 2015. "Construcción de la Agenda Nacional de Desarrollo Sostenible - ODS El Salvador". Accessed 20 November 2019. <http://www.odsel Salvador.gob.sv/>

construccion-de-la-agenda-nacional-de-
desarrollo-sostenible/

SETEPLAN. 2019. "Informe El Salvador 2019. Objetivos de Desarrollo Sostenible". Accessed 12 April 2020. <http://www.odselsalvador.gob.sv>

Sepúlveda, S. 2008. "Gestión del Desarrollo Sostenible en Territorios Rurales: Métodos para la Planificación". Accessed 18 April 2020. <http://repiica.iica.int/docs/B0712E/B0712E.pdf>

UNES - Unidad Ecológica Salvadoreña. 2017. "Balance Ambiental en El Salvador 2017". Accessed 25 September 2019. <http://www.unes.org.sv/2017/12/12/balance-ambiental-2017-red-ambientalistas-accion/>

YSUCA. 2010. "El Limitado Acceso a la Educación Superior". Accessed 20 August 2019. <https://noticias.uca.edu.sv/?texto=1060>

ESTUDIO DE CASOS



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



El aborto y el sistema penal en El Salvador: Una mirada desde los estudios críticos del Derecho

Abortion and the penal system in El Salvador: A look from critical studies of the Law

Mirian Meléndez¹

Correspondencia:
mirene22@gmail.com

Presentado: 11 de mayo de 2020
Aceptado: 16 de noviembre de 2020

1 Universidad de El Salvador, Profesora de Filosofía y Ética

RESUMEN

En este artículo se presenta el contexto histórico y jurídico en torno al aborto como una problemática social y de salud. Asimismo, se dan argumentos que definen el aborto como un Derecho humano. Se explica, además, cómo la penalización absoluta de este recurso médico- terapéutico implica que en El Salvador prevalece un sistema penal inhumano. Asimismo, se expone que las organizaciones de mujeres abordan este problema como una demanda de salud pública y una disputa de Derechos humanos. Este último término tomado desde el ámbito jurídico abona al análisis, con una perspectiva de la transformación de los conflictos. De acuerdo con los planteamientos de la teoría crítica del Derecho, si no se estudia un derecho penal inhumano no se podría hablar de un derecho penal humano.

Palabras claves: Derecho penal inhumano, aborto, estudios críticos del derecho, feminismo y Derechos humanos.

ABSTRACT

This article explains the historical, social, and legal context around abortion as a social and health problem. At the same time, arguments are given that define abortion as a human right. It is explained, how the absolute criminalization of this medical resource implies that, in El Salvador an inhuman penal system prevails. Likewise, it is exposed that women's organizations approach this problem as a public health demand and a human rights dispute, the latter term taken from the legal field contributes to the analysis, with a perspective of the transformation of conflicts. According to the approaches of the critical theory of law, if an inhuman criminal law is not studied, one could not speak of a human criminal law.

Key words: Inhuman criminal law, abortion, critical law studies, feminisms, and human rights.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los estudios críticos del derecho se incluye una diversidad de temas que abarcan desde el poder en el siglo XXI, el postneoliberalismo, un derecho penal humano, un derecho penal inhumano, el conflicto, los derechos de los pueblos indígenas, el aborto, entre muchos más. A la base de todos estos temas como preocupación central del Derecho, está la noción de 'persona', e indefectiblemente la de "sociedad", ya que son éstas las que, a través de sus demandas, intereses jurídicos, y ciudadanías, 'crean' al Derecho mismo.

En el año 1998, debido a intereses no jurídicos, tal vez de índole política, a través de la injerencia de grupos conservadores y religiosos en El Salvador, se eliminan las causales que permitían el aborto terapéutico y eugenésico, convirtiéndose así, en uno de los países con una de las legislaciones más restrictivas en el mundo¹. A partir de entonces se ha condenado a más de una veintena de mujeres a la cárcel, algunas de ellas, por homicidio agravado, cuya pena ronda los 30 años de prisión. Recientemente, en el año 2014, según declaraciones de Salil Shetty², secretario

¹ Se puede corroborar el dato en Table 2 Legality for abortion, 2017 en la web de Guttmacher Institute, <https://www.guttmacher.org/fact-sheet/abortion-latin-america-and-caribbean>.

También se puede contrastar la información en la nota del New York Times: "Los otros países que prohíben el aborto son Nicaragua, Honduras, República Dominicana, Haití y Surinam. En la Asamblea Legislativa de El Salvador se han presentado dos proyectos de ley para permitir el aborto en casos específicos, incluso para salvar la vida de la madre, pero aún deben ser considerados por un comité, lo que constituye el primer paso antes de someterlos a votación". Disponible en: <https://www.nytimes.com/es/2018/02/15/espanol/america-latina/teodora-del-carmen-vasquez-el-salvador-aborto.html>

² Fragmento de una nota de Amnistía Internacional: "Es la razón por la que viajé a El Salvador para presentar el nuevo informe de Amnistía Internacional Al borde de la muerte: violencia contra las mujeres y prohibición del aborto en El Salvador". "En él se documenta la penalización del aborto en todas las circunstancias debido a una reforma de la legislación hace 16 años, y cómo la legislación sobre el aborto en el país ahora está entre las más estrictas del mundo". [https://www.amnesty.org/es/latest/campaigns/2014/10/the-](https://www.amnesty.org/es/latest/campaigns/2014/10/the-hidden-war-in-el-salvador/)

general de Amnistía Internacional, dicha ley en El Salvador: "está causando un daño grave a mujeres y niñas, de mucho sufrimiento tanto a nivel físico como mental, lo que es equivalente a tortura y maltrato", por esto sostengo que es una barbarie del siglo XXI³, y por lo mismo, se puede inferir que el sistema penal salvadoreño, en lo concerniente a legislación en materia de aborto, es un derecho penal inhumano.

En esta misma línea, en orden a tratar de comprender la inhumanidad del sistema penal, desde los estudios críticos del Derecho, algunos argumentos para este breve ensayo se han tomado de las conferencias de Eugenio Zaffaroni, una pronunciada en la Ordem dos Advogados do Brasil, en Brasilia, el 6 de junio de 2016 y la otra, en la Universidad de San Carlos de Guatemala, en agosto de 2016. Por otro lado, para una mejor comprensión sobre la temática del aborto y su despenalización, se han retomado planteamientos del artículo "De los Derechos humanos al derecho al Aborto" de Alejandra Zúñiga.

Para los propósitos del presente artículo, es necesario hacer una breve exposición sobre en qué consisten los estudios jurídicos y la perspectiva crítica del derecho, ya que son orientaciones relativamente recientes. Teóricos como García y Rodríguez (2003) plantean que, desde hace algunos años, los estudios interdisciplinarios críticos sobre el Derecho en América Latina están en emergencia y expansión, analizando diversos temas, como la justicia, la misma teoría jurídica crítica, los Derechos humanos, los problemas de género, el pluralismo jurídico, y la globalización, entre otros. Según ellos, "la proliferación de los estudios interdisciplinarios con enfoque crítico sobre el derecho ha sido desordenada",

[hidden-war-in-el-salvador/](https://www.nytimes.com/es/2018/02/15/espanol/america-latina/teodora-del-carmen-vasquez-el-salvador-aborto.html)

³ De acuerdo a una definición simple de barbarie: "actitud de la persona o grupo que actúan fuera de las normas de cultura, en especial de carácter ético, y son salvajes, crueles o faltos de compasión hacia la vida o la dignidad de los demás".

a su vez, dan algunas razones que explican este fenómeno: la poca conexión y diálogo entre autores latinoamericanos, y la falta de formulación de explicaciones que den cuenta de la especificidad de la praxis y la cultura jurídica local.

En esta misma línea, en atención a lo que plantean los sociólogos y estudiosos del derecho como, Bergalli 1982, Birbeck y Martínez 1992, finalmente Correas 1991, la consolidación de los estudios críticos del derecho en el ámbito de la enseñanza, investigación, y diálogo público, requiere de: “una comunidad activa de estudiosos del derecho, esto es, investigadores que, a través de contactos y actividades diversas, vean a sus pares de otros países de la región y de su propio país como una parte esencial de su grupo de referencia. En segundo lugar, se requiere que dicha comunidad debata explícitamente los temas relevantes y las aproximaciones epistemológicas alternativas que deben orientar el estudio del derecho”.

En atención a lo anterior, y tratando de comprender en qué consiste esta nueva perspectiva: “En primer lugar, los estudios críticos deben ser altamente reflexivos, esto es, deben hacer explícitos la audiencia a la cual se dirigen, los propósitos que persiguen y la forma como dicha audiencia y propósitos contribuyen a una agenda de transformación social en dirección a una sociedad más igualitaria y justa” (García y Rodríguez, 2003, p.17).

Asimismo, para la contribución de una creciente tendencia en la producción de estudios jurídicos, resultado a su vez de la combinación entre interdisciplinaria y enfoque crítico, ésta debe partir de una caracterización del derecho en Latinoamérica, que tenga como elementos centrales de su agenda: la pluralidad jurídica, la ineficacia instrumental del derecho, y el autoritarismo. Para resolver los problemas metodológicos, de forma y de contenido, que los mismos estudios jurídicos suscitan.

Mientras que la pluralidad jurídica hace referencia al análisis de prácticas sociales en las que conviven y colisionan campos jurídicos estatales y no estatales. “La ineficacia hace alusión a la diferencia entre lo establecido por el derecho, de un lado, y la conducta de los actores del campo jurídico y de la ciudadanía en general, del otro. Como se verá en detalle más adelante, se trata de la brecha entre norma y práctica, de la escasa penetración del derecho –particularmente del derecho estatal– en la práctica social cotidiana. Finalmente, el autoritarismo consiste en el uso frecuente de la fuerza y de procedimientos autocráticos por parte de los creadores y aplicadores del derecho”. (García y Rodríguez, 2003, p.23)

Explicado esto, cabe resaltar que se abordarán los temas del Derecho penal humano y derecho penal inhumano, sobre todo, desde las nociones y presupuestos básicos que menciona Eugenio Zaffaroni, en sus ponencias sobre los estudios críticos del Derecho y sociedad. Por ejemplo, que, en el Derecho internacional, en materia de Derechos humanos, la máxima primordial es que todos los seres humanos son personas. Y para dialogar sobre el aborto, como un tema de salud pública, hay que partir de esta premisa, si no es así, no se validan los interlocutores, ni mucho menos sus exigencias o demandas ciudadanas. En este sentido, el estado salvadoreño y muchos otros estados latinoamericanos tienen una deuda democrática, de carácter vital y urgente, no sólo con las mujeres, sino también con la ciudadanía en general.

¿Por qué atañe a la ciudadanía? Porque la ciudadanía tiene una relación directa con las democracias que se construyen, una ciudadanía responsable, e informada, hace valer sus derechos y se confronta con el Estado. El Salvador tiene una de las tasas de embarazos adolescentes más altas de la región

centroamericana⁴.

Esto implica no sólo un estado de injusticia atroz y de sufrimiento para las mujeres y su calidad de vida. Asimismo, es un problema grave de salud pública que tiene repercusiones no sólo en el bienestar general de las familias salvadoreñas, sino también en el desarrollo económico y humano de una nación.

Como menciona el Informe especial sobre el estado de los derechos sexuales y derechos reproductivos con énfasis en niñas, adolescente y mujeres en El Salvador: “las consecuencias del embarazo (...) son multidimensionales y violatorias a sus derechos humanos, y afectan a su proyecto de vida’, estamos ante un hecho que condiciona sus vidas y además les deja en una situación de vulnerabilidad muy complicada: Las niñas y adolescentes embarazadas entran en una peligrosa espiral que las empuja en muchas ocasiones a la exclusión. Situación que “heredan” sus hijos e hijas, perpetuando así el círculo de la pobreza”⁵.

Asimismo, en la política de salud sexual y reproductiva de El Salvador (2012): “En el año 2011 el Ministerio de Salud reporta 84,752 inscripciones prenatales, de las cuales el 31.4% son mujeres adolescentes. La inscripción de métodos de planificación familiar fue de 36%, la atención institucional de partos en adolescentes correspondió al 29.1%. Además, correspondió a este grupo poblacional el 11% de muertes maternas. Así mismo para el año 2011, el Ministerio de Salud reportó como primera causa de muerte en mujeres adolescentes de 15 a 19 años la muerte auto infligida por efectos

4 ² La subregión CA concentra los países con mayores tasas de embarazo en la adolescencia, cada año miles de adolescentes de menores de 14, y de 15 a 19 años dan a luz en las unidades de salud nacionales, las cifras en Honduras son 24 mil, 25 mil en El Salvador, 35 mil en Nicaragua, 14 mil en Costa Rica y 77,122 en Guatemala. Tomado del sitio: <http://derechosdelamujer.org/informe-situacion-de-derechos-sexuales-y-reproductivos-de-ninas-y-mujeres-en-centroamerica/>

5 Cita tomada del sitio: <https://medicmundi.es/es/actualidad/noticias/736/embarazo-adolescente-el-salvador>

tóxicos de sustancias de procedencia no medicinal, muchos de estos casos relacionados con embarazos no deseados o conflictos derivados de un ejercicio inadecuado de la SSR” (p.9).⁶

Dada esta situación, en el presente ensayo se parte de un breve análisis de dicha problemática como un tema urgente de sanidad pública que afecta exclusivamente la vida de niñas, adolescentes, y mujeres. Se enfoca además en el acceso al aborto como un Derecho humano. Según Facio (2008): “En la Conferencia Internacional sobre Población y Desarrollo (CIPD), celebrada en El Cairo en 1994, los Estados participantes reconocieron que la salud sexual y reproductiva es fundamental para las personas, las parejas y las familias, así como para el desarrollo social y económico de las comunidades y las naciones. La Conferencia representó la superación de programas de planificación centrados en “la familia”, situando a la mujer en el centro de un planteamiento integral de la reproducción. Además, reconoció que la salud reproductiva y sexual tenía que entenderse en el marco de los derechos humanos desde una perspectiva de género” (p. 21).

El aborto es un derecho reproductivo, y, por lo tanto, un derecho humano. Es urgente dialogar este tema, y dar respuesta a esas necesidades, intereses, o bienes jurídicos en salud⁷, los cuales, a su vez, deben ser tutelados y promovidos por los respectivos Estados.

También, se hace una breve reflexión desde

6 https://www.paho.org/els/index.php?option=com_docman&view=download&alias=1044-politica-de-salud-sexual-y-reproductiva&category_slug=reforma-del-sector-salud&Itemid=364

7 “Necesidades e intereses como la contracepción, el aborto, el parto, la esterilización, etc. fueron planteadas por las feministas como temas de derechos humanos porque tenían que ver directamente con la vida y cuerpos de los seres humanos de sexo femenino. Fue así como se comprendió que el derecho a la salud, por ejemplo, tenía que incluir el derecho a la salud reproductiva y sexual si realmente iba a proteger y garantizar la salud de las mujeres también” (Facio, 2008).

los estudios críticos del derecho, examinando por qué el sistema penal salvadoreño, es un derecho penal inhumano, describiendo y analizando en la coyuntura judicial, dos casos paradigmáticos, que muestran dicha tendencia, paralelamente a esto, se examina la cobertura mediática, y las campañas de los movimientos de mujeres que oportunamente con su presencia y fuerza movilizadora, hacen ver a la sociedad salvadoreña, las inequidades en la administración y repartición de justicia. Para ello, éstas últimas se han nutrido de una teoría crítica como el feminismo, que con sus aportes académicos y multidisciplinarios sirven como catalizadores de transformaciones para el Derecho mismo. Si una teoría es crítica, tal y como afirma la autora Alda Facio parafraseando a Marx: “es un autoesclarecimiento de las luchas y deseos de una época” y éste, es efectivamente el siglo de las mujeres, ya no es un pensamiento y movimiento reivindicativo de las fronteras o de los márgenes.

Según el periódico feminista, Mujeres en red, haciendo referencia al libro de Victoria Camps, El siglo de las mujeres (1998). “El siglo XX ha sido el del descubrimiento de las mujeres, el de su revolución, la única incruenta de la historia, y el de su modelo teórico: una nueva filosofía llamada feminismo. Ahora, el siglo XXI será el siglo de las mujeres. Es muy cierto que en estos sus albores a las mujeres nos queda aún mucho camino por recorrer para pasar de los derechos a los hechos. Las más afortunadas, para, desde la igualdad legal llegar a la igualdad real, y las que lo son menos, aún se afanan por conseguir que se cumpla la tautológica conclusión de 1995 en la Conferencia de Pekín: ‘Los derechos de las mujeres son derechos humanos’, cosa no tan evidente en algunos países del mundo”.⁸

8 Cita disponible en: <http://www.mujeresenred.net/spip.php?article536>

Dentro del derecho, una noción fundamental es la de ‘persona’

En el Derecho, la noción central es la de persona, las personas son ciudadanos, y los ciudadanos demandan democracias: “la ‘persona’ es un concepto jurídico que tiene una base óntica, esto es el ‘ser’”. Y ya que alguien tan connotado como el profesor Eugenio Zaffaroni menciona esto, hay que comentarlo. Para la filosofía aristotélica, en el ‘ente’, coincidimos todos: hombres, mujeres, niños, niñas, ancianos y toda forma de vida sobre la tierra que tenga ese hálito, o soplo vital. Y dotados de racionalidad y conciencia, a diferencia de los otros seres vivientes, los seres humanos podemos trascender, este trascender explicado en términos muy simples, sería, poder ir más allá de uno mismo y de sus propios límites. En el tema de las diferentes causales de prohibición del aborto, desde el punto de vista jurídico, tomados como límites a la persona humana (persona real, no potencial) están mal impuestos, o más bien dicho, no son racionales, y las normas no pueden ser irracionales.

Por otro lado, de acuerdo con la enciclopedia jurídica, es persona, quien es capaz, aunque la ley no la califique expresamente como tal: “Persona es-y el concepto es universalmente válido- ‘todo ente susceptible de adquirir derechos o contraer obligaciones’. Es decir que se define por su aptitud potencial para actuar como titular activo o pasivo de relaciones jurídicas, lo que coincide con la noción de capacidad”.⁹

Un Estado en donde los poderes legislativo, judicial, y sus operadores, el gremio de salud y movimientos religiosos-conservadores, no respeta a todas las personas por igual, considerando a una población como de segunda categoría, esto palpable, a nivel

9 Referencia extraída de la enciclopedia jurídica. Disponible en: <http://www.encyclopedia-juridica.com/d/persona/persona.htm>

del poder judicial, a través de los discursos y la jurisprudencia, y la misma aplicación de justicia, reproduce una invisibilización histórica, donde se ‘trunca’, óptica y jurídicamente, toda posibilidad de ser ‘personas’ para las mujeres, y de trascendencia. Ser sujeto quiere decir “trascender” según el filósofo Heidegger.

Según el Dr. Zaffaroni: “es la tarea del Derecho, la de impulsar al ser, en el sentido del deber ser”. ¿Y qué es lo que los humanos debemos ser? Debemos ser buenos ciudadanos, personas legales, que cumplen la ley, porque se supone que los mandatos ahí contenidos son correctos y protegen derechos. Pero ya está visto que no todo lo que es legal, es ético. Asimismo, la ética como disciplina reflexiva tiene como tarea la crítica hacia los contenidos normativos, y velar porque realmente se cumpla el principio de la universalidad.

El imperativo ético es un mandato que trata sobre lo que nos es permitido hacer, o no, o lo referido al ‘deon’, que es el deber, y lo que no podemos ignorar, porque está plasmado en reglamentos, leyes, o códigos. Un Derecho penal humano, exigiría una revisión de todo aquello que está plasmado en las normas a la luz de todas las nuevas disciplinas que atañen a la condición de ser mujer y ser hombre en este siglo XXI.

De igual manera, dentro de ese “deber ser”, al contemplar la partícula ‘ser’, esta tarea del Derecho se hace más amplia. Desde un punto de vista antropológico-filosófico, debemos ser trascendencia, esto implicaría a su vez, poder ser proyecto, y tener capacidad de autodeterminación, pero para esto debe haber un escenario constitucional, legal, y democrático, que lo haga posible.

Dentro de las causas que impiden una realización óptica de las mujeres, están las ‘cruzadas’ de los grupos religiosos, provida-

o mejor llamados, pro-nacimiento-, que a través de sus campañas a favor de la no-despenalización del aborto, desinforman y más grave aún, promueven una misoginia, sino consciente, tácita.

No es extraño que toda la impronta androcéntrica que subyace en las distintas religiones, y en particular en el cristianismo y sus variantes, se haga un alarde de ‘valores’ cristianos basados en una concepción de la vida muy reducida, anti-historicista, anti-antropológica, y anticientífica, en detrimento de garantías constitucionales para las mujeres. En esta línea, desde los feminismos se propone una cultura laica. Esta laicidad, promoverá un pluralismo de voces, que hará de un país conservador y totalitario, un país democrático. Con relación a esto último, el catedrático de filosofía del Derecho, Gregorio Peces-Barba, dice: “se puede afirmar que la sociedad democrática sólo puede ser plural y laica”¹⁰.

Esta laicidad aplica para los legisladores y operadores de justicia. A esto agregaría una cita de las conclusiones de la autora Alejandra Zúñiga (2013): “Para el constitucional, estos dilemas se deben resolver desde una perspectiva secular y pluralista, que respete la autonomía moral del individuo y las libertades y derechos que inspiran el ordenamiento jurídico, pues las demandas heroicas fundadas en creencias religiosas sólo pueden revestir el carácter de opción, aun cuando una inmensa mayoría de la población las estime intangibles” (p.209).

¹⁰ “Íntimamente vinculada con la idea de pluralismo está la laicidad o la concepción laica del Estado, igualmente esencial para la democracia. En efecto, vincular laicidad con democracia es, desde otro punto de vista, reconocer la autonomía de la política y de la ética pública frente a las pretensiones de las iglesias de dar una legitimación social al poder político, vinculándolo con su particular concepción de la verdad en relación con su idea del bien, de la virtud o de la salvación”. Peces-Barba, G. (27 de noviembre de 2001) Pluralismo y laicidad en la democracia, El país, tomado de: https://elpais.com/diario/2001/11/27/opinion/1006815608_850215.html

En sintonía con lo anterior, ha faltado a lo largo de la historia, a través de una visión androcéntrica, dotar a la mujer de su estatuto de “ser persona”, esto es el momento de justeza y de humanismo que debe recuperar el Derecho. La explicación del fenómeno de la desigualdad en las sociedades, la encontramos en la filósofa Adela Cortina, ella afirma que, al no reconocer racionalidad en los sujetos, por ende, no los consideramos sujetos autónomos y de ahí mismo se desprende, que no consideremos un ‘igual’ a aquel que ‘no piensa’. Toda reivindicación en los feminismos debería ser primaria y fundamentalmente, por el reconocimiento de la “otredad” a las mujeres, como esos otros sujetos pensantes, autónomos, por lo tanto, iguales. Ya sin relativismos, ni elementos circunstanciales, en la actualidad es una demanda cultural y democrática.

En la conferencia “Las raíces éticas de la democracia”, la filósofa explica las raíces que legitiman a una democracia frente a otros regímenes, una de esas razones es: A. Cortina (2011): “La democracia es el régimen propio de los ciudadanos, que se saben señores, y no siervos ni esclavos, autónomos y no heterónomos. Que saben que lo son en igualdad de derechos, porque todos son igualmente ciudadanos” (p.11).

Los feminismos y los estudios críticos del Derecho

Por otro lado, una de las grandes preguntas abordadas desde los estudios críticos del Derecho, es sobre si es el movimiento feminista el que debe tomar al Derecho como herramienta de su liberación, o si es el Derecho el que debe servirse de los feminismos para liberarse a sí mismo. Definitivamente, es una pregunta muy acertada, para darle justeza a la misma disciplina, ya que es el derecho, como lo afirma Lucas Arrimada: el que históricamente ha estado cerca del poder, lo

cual lo hizo ser “guardián de sociedades de dominación en general y de las sociedades patriarcales, en particular”, por ende, se recalca, que son los feminismos, los que a través de sus diversos planteamientos contienen verdades antropológicas, filosóficas, éticas, y políticas, que han descubierto y denunciado un estado de cosas que no se corresponde, para nada, con la esencia del derecho. El Derecho ha sido históricamente un producto parcial, androcéntrico, y de la crítica misma ha surgido esta disciplina: los estudios críticos del Derecho.

¿Derecho al aborto, o derecho a la autonomía?

En el artículo de Alejandra Zúñiga se menciona la situación particular de El Salvador, en cuanto a la penalización absoluta del aborto. Recientemente, se ha estado debatiendo el tema en la Asamblea legislativa, para que se apruebe la despenalización en tres causales: aborto terapéutico, eugenésico, y ético. Desde las reformas punitivas del aborto en 1998, se han violentado severamente los derechos sexuales y reproductivos de las mujeres, especialmente de las más vulneradas. Se ha criminalizado el ‘ser mujer’, y en mayor medida, a aquellas en situación de pobreza, se ha incurrido en delito de tortura hacia nosotras, y hay más de 17 mujeres encarceladas. Es por esto, que las diversas organizaciones y movimientos de mujeres, han planteado la ‘Campaña por las 17’ para lograr un indulto para ellas.

Comparto un fragmento del más reciente comunicado de los distintos colectivos y oenegés que apoyan dicha campaña, con relación a la última discusión que se ha dado en el Congreso acerca de este tema, y que no resolvió a favor de la despenalización, dejando a las mujeres, niñas y adolescentes salvadoreñas, en un estado de desprotección e inseguridad jurídica:

“Las y los diputados han incumplido sus obligaciones porque no han garantizado el derecho constitucional a la salud y vida de niñas y mujeres. La Comisión de Legislación y Puntos Constitucionales recibió opiniones de distintas instituciones del Estado como el Ministerio de Salud y el Isdemu, de instancias de médicas y trabajadores de salud, de organismos de derechos humanos, de universidades, de organizaciones de la sociedad civil y de instancias internacionales como la OEA y Naciones Unidas, quienes en reiteradas ocasiones recomendaron revisar y modificar nuestra legislación en este campo. Todas estas instancias aportaron documentación y evidencia científica y jurídica que hubiera permitido un debate parlamentario informado y serio. Se acabó esta legislatura sin que la Asamblea asumiera su responsabilidad en la solución de este problema”.

Agrupación ciudadana por la despenalización (Comunicación personal, 26 de abril del 2018).

Parece más acertado plantear la problemática del aborto, desde ‘el derecho a decidir’, las reivindicaciones no deben partir de una demanda ciudadana por el acceso al aborto, porque lo que se quiere señalar en primera instancia, y con luces intermitentes, es el atropello a la dignidad y autonomía de las mujeres sobre sus cuerpos y proyectos de vida. La dignidad, de forma simple, se define como la capacidad de autoposesión y de autoconciencia de los individuos, por ende, si las mujeres no son dueñas de sus propios cuerpos y mentes, entonces, ¿qué es lo que pueden poseer? O ¿sobre qué tienen poder de decisión? Si no es sobre sí mismas, es el Derecho y las teorías críticas del derecho las que tienen la tarea de responder esto. Ya desde los feminismos está muy clara la posición a favor de la autonomía y el poder de decisión.

Extrapolando este tema y problema al ámbito judicial, hay una ‘falla’ del sistema donde el inconveniente no es, ni ha sido de interpretación de los principios morales contenidos en las leyes. Lo que ha habido en el Derecho y en los derechos humanos, es parcialidad, ambos se han convertido en meras cáscaras formales, vacías de contenido, y por ende de operatividad, se ha olvidado la premisa fundamental del Derecho, la de ‘velar por las personas’.

Al respecto, desde las críticas de los feminismos, se ha llegado hasta cuestionar la misma universalidad de los Derechos humanos. La autora Alda Facio (2000) sostiene que retar no significa descartar: “Estas críticas lo que pretenden es visibilizar que *para que un interés o una necesidad sean universales, deben ser sentidos por todas las personas y no sólo por los hombres de las distintas razas, edades, clases, etc.* Nos recuerdan que lo que se cuestiona es el contenido androcéntrico que se les ha otorgado a los Derechos humanos en general, no para desvalorizarlos, sino para llenarlos de contenidos más inclusivos de las necesidades de la diversidad humana con el objetivo de hacerlos realmente universales” (pp.28-29).

Sistema penal inhumano: caso Teodora Vásquez, versus, caso Max González y las transformaciones de los conflictos.

En el año 2017, en El Salvador, se dio una coyuntura en materia judicial que ha sido cubierta por los medios, debido a la gravedad de los casos, y que refleja lo inhumano del sistema penal salvadoreño. Por un lado, ha salido a la luz en diferentes medios, el caso del presentador de la televisión salvadoreña, Max González, llamado el “gordo Max”, un personaje público, acusado de ser parte de toda una red de prostitución y de abuso de menores de edad, en donde también estaba implicado José Ernesto Regalado O’Sullivan, un miembro

de las familias más poderosas y millonarias del país, directivo de varios consorcios, y descendiente directo de un expresidente de la república, que por su 'perfil millonario' fue tratado de forma especial por los tribunales de justicia, para que no sufriera 'un atentado' por su condición particular, mientras el 'gordo' Max y demás implicados fueron enviados al penal San Luis Mariona.¹¹ Cabe mencionar que la nota más reciente de este caso (del 20 de junio del 2018) señalan la absolución de Max González y demás implicados.

"La Cámara de lo Penal confirmó este miércoles 20 de junio la absolución de Maximiliano González, locutor y presentador de televisión salvadoreño mejor conocido como "Gordo Max", quien era acusado del delito de trata de personas. La confirmación de la absolución también se extendió para los otros implicados en los delitos atribuidos a González por la Fiscalía General de la República (FGR). Ellos son Ernesto Regalado O'Sullivan, Luis Alonso Marroquín Pineda y Salvador Enrique García Arévalo"¹².

Esta situación exigía un análisis desde el punto de vista comunicacional también. En esta coyuntura ha salido en libertad el 'gordo Max', desde un tribunal de apelaciones de la capital, mientras que paralelamente a esto, se ha revisado el caso de Teodora Vásquez, una de las 17 mujeres encarceladas por complicaciones en el parto, y que ha sido injustamente

¹¹ Se puede leer más sobre el caso en la nota del periódico digital BBC: "El ministerio público los señala como clientes de una red de prostitución de menores que fue desmantelada en 2014 y por la que ya fueron condenadas ocho personas". Disponible en el siguiente enlace: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-38521423>

¹² En relación con los casos de Teodora Vásquez, frente al caso Max González y la trata de personas, la intención de este artículo es hacer un ejercicio de análisis de dos casos paradigmáticos en el país, y de coyuntura, para evidenciar la inhumanidad del sistema penal en la administración de la justicia. La nota completa sobre la absolución de Max González está en el siguiente enlace: <https://www.laprensagrafica.com/promociones/Confirman-absolucion-de-Gordo-Max-del-delito-de-trata-de-personas-20180620-0080.html>

sentenciada por 'homicidio agravado' a una pena de 30 años de cárcel, de los cuales estuvo privada 11 años de libertad¹³.

Vásquez, que llevaba 10 años y siete meses en prisión por asesinato agravado, ha sido puesta en libertad, al igual que otras mujeres, ha sido juzgada, por su condición óptica de mujer, en situación de pobreza. El profesor López Medina, ha afirmado en sus clases que: "hay personas en pobreza extrema o discapacidad, que tienen esa predisposición a tener conflicto significativo grave de forma más importante". No son personas vulnerables, son personas que han sido vulneradas impunemente por el sistema mismo, es una diferencia muy grande, ya que subraya la responsabilidad de las estructuras políticas, sociales, y económicas.

Expuestos estos casos, ha sido muy útil la lectura de Felstiner y su planteamiento desde la sociología del derecho y la transformación de los conflictos, porque sigue siendo una teoría muy actual y vigente que da luces y elementos para poder desentrañar las propias conflictividades locales, sobre todo, la función social del derecho, o la inexistencia de esta en la justicia oficial. Aquí es oportuna la cita a Felstiner et. al (2001): "La perspectiva de la transformación pone a las partes de la controversia en medio del estudio sociológico del derecho; dirige nuestra atención hacia el individuo como creador de las oportunidades del derecho y de la actividad jurídica; es la sociedad quien forja el derecho, pero no lo forja simplemente a su acomodo" (p. 42).

Al respecto, tomando en cuenta esta perspectiva de la transformación de los conflictos, aquí cabría agregar, cómo los individuos al ser parte de colectivos con conciencia social y de

¹³ Fragmento de la nota del periódico de BBC: "El Tribunal Supremo de El Salvador decidió en una sorprendente decisión conmutar la pena de Teodora Vásquez, condenada a 30 años de prisión por las estrictas leyes contra el aborto vigentes en el país". Se puede leer más sobre este caso en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-43079010>

género, que dotados con la fuerza especial y humanizadora del movimiento, y su capacidad de posicionarse en la opinión pública, crean mayores oportunidades para transformar el derecho, en un derecho penal humano, justo, y consecuente con su premisa fundamental, que es la de tomar a los sujetos como personas, es decir, como entes portadores de derechos, seres conscientes dotados de dignidad, derecho a la vida, y la justicia. Este es el gran conflicto social, jurídico, ético, y de DDHH que tiene El Salvador, al no reconocer a las mujeres como sujetos de derecho a servicios de salud integrales en materia sexual reproductiva.

El otro gran conflicto social que de ahí se desprende, es la impunidad de trasfondo androcéntrico, opresor, y elitista. Un sistema penal inhumano que trata con indulgencia a los agresores, les valida, les perdona, y les libera (Caso Max González) mientras que el caso Teodora Vásquez evidencia la inequidad, la crueldad, e inhumanidad del sistema. Frente a las mujeres organizadas que ejercen ciudadanía esto se convierte en una disputa. Al respecto cabe lo que Felstiner et al (1980) apunta desde la sociología del derecho, el fenómeno de las disputas, conflictos, y su transformación:

“Estas ideas, aunque ciertamente novedosas, son importantes porque llaman la atención sobre un tema descuidado en la sociología del derecho: la aparición y transformación de las disputas: la forma en que las experiencias se convierten en agravios, las quejas se convierten en disputas, y las disputas toman varias formas, seguir estas disputas particulares y su procesamiento, conduce a nuevas formas de comprensión” (p.3).

La comprensión de la transformación de los conflictos, se espera que propicie inevitablemente la modificación de las percepciones y prejuicios, que prevalecen en la administración de justicia, y así como plantean los estudios jurídicos críticos, dicha labor, se

haga desde la interdisciplinariedad, desde los conocimientos científicos, médicos, bioéticos, y humanistas que requiere en un tema tan delicado y complejo como el aborto. También, conviene encontrar los mecanismos para que haya voluntad política por parte de los operadores de justicia, y tomadores de decisión, para asumir esta problemática como un tema de salud pública y de Derechos humanos, a menos que insistan en seguir haciendo una necropolítica.¹⁴

Esta percepción del fenómeno como disputa ocurre desde el momento en que los colectivos y las feministas organizadas que entienden y están formadas en derechos humanos, ejercen ciudadanía a través de la protesta, y una posición política contestataria a favor de la autonomía. Asimismo, se percatan que hay unas leyes que son ilegales, mancillan derechos, y que al aplicarse implican tortura e injusticia (por ejemplo, la normativa antiaborto).

Según Felstiner: “Para que surjan los conflictos y se pueda tomar alguna acción correctiva, una experiencia de daño no percibida (EDnP) debe transformarse en una experiencia de daño percibida (EDP)” (p. 43). Es decir, esto aplicado a la problemática de salud del aborto, para que realmente la sociedad salvadoreña tome conciencia del daño que implica la penalización del aborto, no sólo en términos jurídicos sino también de calidad de vida, hace falta formación en derechos reproductivos, discusión bioética y de género. En definitiva, es una penalización de las conciencias, de los cuerpos y las vidas, del ser mujer, niña o adolescente, con capacidad gestante, si esto no es asumido como un conflicto grave de Derechos humanos, no habrá acciones correctivas.

¹⁴ “() se refiere al poder de dar muerte con tecnologías de explotación y destrucción de cuerpos tales como la masacre, el feminicidio, la ejecución, la esclavitud, el comercio sexual y la desaparición forzada, **así como los dispositivos legal administrativos que ordenan y sistematizan los efectos o las causas de las políticas de muerte**” (Estévez, 2018).

Desde una posición falseada de la realidad, no se percibe el daño como daño, los ejecutores de justicia al aplicar una ley sumamente retrógrada creen 'ideologizadamente' que están aplicando "justicia". Los movimientos de mujeres, sectores académicos, de profesionales, y demás sectores de salud, colectivos, oenegés, sensibilizados en materia de género, bioética, derechos reproductivos, y entre ellos el aborto, comprenden el nivel de ilegalidad, antieticidad, e inhumanidad, que implica la penalización absoluta del aborto.

Debido a la fuerza de los movimientos de mujeres, las recomendaciones de organizaciones internacionales y el trabajo de los medios, personas periodistas, y comunicadores que han colocado el tema para discusión y generación de opinión pública, ha habido apenas una serie de acciones correctivas, de indulto o de perdón de parte del Estado salvadoreño. A continuación, se expone un fragmento del acta que contiene el dictamen favorable para la conmutación de la pena, en el caso de Teodora Vázquez:

"Se presenta proyecto, señalando que la peticionaria Teodora del Carmen Vásquez de Saldaña, presentó indulto anteriormente, el que no fue concedido; sin embargo, en el presente caso se ha evidenciado la deficiencia de la defensa técnica en el juicio más la evidencia pericial sobre la autopsia del recién nacido, en donde no se ha determinado que el estrangulamiento del menor sea manual. Para el magistrado Meléndez, deben de tomarse en cuenta las circunstancias psico-sociales y económicas en las valoraciones que hace un Juez, aunado a las situaciones planteadas en el dictamen. Expresa su posición favorable al voto humanista con consideraciones de hecho y de derecho en este caso. Magistrado Ramírez Murcia recordando los efectos de esta gracia y sus características, expresa viable los argumentos revisados para conceder la

conmutación de la pena".¹⁵

Esto podría calificarse como un síntoma de un derecho penal humano que toma en consideración, los contextos y la condición de opresión de las mujeres, vale subrayar que la petición de indulto y conmutación de la pena ha sido un esfuerzo del acompañamiento de los movimientos de mujeres y colectivos feministas de El Salvador, como la Agrupación ciudadana para la despenalización del aborto¹⁶. A los demás sectores y organizaciones de la sociedad civil, nos compete aportar a la transformación de las conciencias y del derecho mismo, desde nuestros respectivos campos, partiendo desde la premisa fundamental del derecho: "todos los seres humanos son personas", sin olvidar lo que la misma teoría jurídica crítica explica, la diferencia entre personas "potenciales" y "reales". Las personas reales poseen conciencia, autonomía y pueden manifestar intereses, entre ellos: la vida, y las decisiones sobre el cuerpo.

CONCLUSIONES

Un sistema penal inhumano no es producto de una 'maldad pura', connatural, a los humanos, que impregna las mismas leyes que promulga y aplica, sino, de hecho, por varios aspectos que la misma actividad crítica revela y que se ha pretendido exponer en este ensayo: la concepción de persona, la identificación del Derecho como un producto parcial y clasista que necesita revisión, el androcentrismo, la configuración de los sujetos en ese sistema de poder, la ausencia de estudios de género que sean transversales en las instituciones jurídicas, una sociedad conflictiva-atomizada con una deficiente y poco desarrollada

¹⁵ Fragmento del ACTA CORRESPONDIENTE A LA SESIÓN DE CORTE PLENA DEL TREINTA Y UNO DE ENERO DE DOS MIL DIECISIETE. Disponible en: http://www.csj.gob.sv/CORTE_PLENA/2017/01_ENERO/31012017%20ACTA.pdf

¹⁶ Sitio web del colectivo feminista: <https://agrupacionciudadana.org/>

conciencia de género, una población anulada por el androcentrismo en la jurisprudencia y la tortura institucionalizada que concibe, la indiferencia del Estado salvadoreño (a través de sus representantes y operadores del sistema en cargos de poder), hacia las recomendaciones de organismos internacionales en salud, en DDHH, en materia del aborto y su urgente despenalización.

El Estado salvadoreño debería actuar y responder prontamente hacia las víctimas, en este caso, todas aquellas mujeres con capacidad gestante y que han sido criminalizadas por el hecho biológico de ser mujeres. También, a nivel judicial, debería revisar caso por caso, rendir cuentas, otorgar indulto, conmutación de penas, y reparación de daños a las víctimas. Esto último sería la expresión de un Derecho penal humano, que toma en cuenta los atenuantes, la condición humana y de ser mujer, los factores sociales y económicos, y la carga androcéntrica y patriarcal del derecho mismo.

Se puede concluir, además, que, pese a que ha habido otorgaciones de indulto o conmutación de penas, esto no es suficiente para sostener que tal función social de la justicia oficial existe, en sí mismo el sistema es y ha sido parcial, ha quedado en evidencia que queda pendiente un proceso de reforma con enfoque de género, que sólo se logrará a través de los estudios críticos del derecho, y de los feminismos, como una teoría crítica más. El sistema necesita urgentemente toda una reestructuración, procesos formativos, actualización en materia de género, DDHH, y derecho penal humano. El Dr. Zaffaroni ha afirmado en sus clases que para que haya un derecho penal humano, debe estudiarse un derecho penal inhumano.

Todo lo anterior, propiciará un saneamiento del enfoque parcial que ha predominado en el Derecho, y una depuración de la carga androcéntrica, para poder llegar así a la esencia

de un derecho penal humano, la de considerar a todos los sujetos como personas. Tal como ha sostenido el Dr. Zaffaroni, en un sistema penal elitista, opresor, e inhumano, si no hay intereses jurídicos y debidamente protegidos, no hay Derecho. Además, en El Salvador hace falta un gran trabajo académico urgente en materia de sociología del Derecho que dé cuenta de estas problemáticas. Difícilmente, sin una academia pensando estos temas no sería posible una transformación real, social, y jurídica.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo ha sido posible gracias a CLACSO y a la “Beca Marisa Letícia Da Silva” para el Curso internacional en Derecho y sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BBC News Mundo. (2017). La red de prostitución de menores que tiene en problemas al “Gordo Max” y otras personalidades en El Salvador. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-38521423>
- BBC News Mundo. (2018). Liberan a Teodora Vásquez, la salvadoreña que llevaba diez años en la cárcel por el aborto de su bebé, que ella dijo nació muerto. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-43079010>
- Cortina, A. (2010). “Las raíces éticas de la democracia”, Centro Internacional de Gandía, Conferencia llevada a cabo en la Universidad de Valencia, España.
- Estevez, A. (2018). Biopolítica y necropolítica: ¿Constitutivos u opuestos? Revista Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad. Vol. Xxv, No. 73, Sep.- Dic. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/espiral/v25n73/1665-0565-espinal-25-73-9.pdf>
- Facio, A. (2000). Hacia otra teoría crítica del

- Derecho: En Las fisuras del Patriarcado, Reflexiones sobre Feminismo y Derecho. Programa de género de Flacso y CONAMU, Editores, Ecuador, pp.15- 44.
- Felstiner, W. Richard, A. y Sarat, A. (2001). Origen y transformación de los conflictos: reconocimiento, acusación, reclamación en Sociología Jurídica: Teoría y sociología del derecho en los Estados Unidos, Mauricio García Villegas (ed.), Ed. Unibiblos, Bogotá, pp. 41-67.
- García, M. y Rodríguez, C. (2003). Derecho y sociedad en América Latina: un debate sobre los estudios jurídicos críticos. Colección en clave de Sur, Colombia. Disponible en: http://www.ilsa.org.co/biblioteca/EnClaveSur/EnclaveSur_3/En_clave_sur_3.pdf
- IIDH (2008). Los derechos reproductivos son derechos humanos, Costa Rica. Disponible en: <http://www.corteidh.or.cr/tablas/24841.pdf>
- Malkin, E. (2018, febrero 15). Una mujer salvadoreña es liberada después de más de diez años en prisión por abortar (Published 2018). The New York Times. <https://www.nytimes.com/es/2018/02/15/espanol/america-latina/teodora-del-carmen-vasquez-el-salvador-aborto.html>
- MINSAL (2012). Política de salud sexual y reproductiva, El Salvador. Recuperado de: https://www.paho.org/els/index.php?option=com_docman&view=download&alias=1044-politica-de-salud-sexual-y-reproductiva&category_slug=reforma-del-sector-salud&Itemid=364
- Peces-Barba, G. (27 de noviembre de 2001). Pluralismo y laicidad en la democracia. El país. Recuperado de: https://elpais.com/diario/2001/11/27/opinion/1006815608_850215.html
- Zaffaroni, E. (2016) “Derecho penal humano y poder en el siglo XXI”, Entrega del grado de doctor Honoris causa, conferencia llevada a cabo en Universidad San Carlos, Guatemala.
- Zúñiga, A. (2013) De los derechos humanos al derecho al aborto, Doxa. Cuadernos de Filosofía del Derecho. Núm. 36, pp. 198-210. Recuperado de <http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmc4j2c0>

NOTAS TÉCNICAS



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



Nueva localidad del mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*, [Boddaert, 1783]) en El Salvador

New locality of the cardinal flycatcher (*Pyrocephalus rubinus*, [Boddaert, 1783]) in El Salvador

Luis Pineda¹, Elena González², Juan Pérez³

Correspondencia:
lpineda@marn.gob.sv

Presentado: 30 de septiembre de 2020
Aceptado: 04 de noviembre de 2020

- 1 Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Área de Humedales, Dirección General de Ecosistemas y Biodiversidad.
- 2 Universidad de El Salvador, Escuela de Biología.
- 3 Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Unidad de Guardarrecursos, Dirección General de Ecosistemas y Biodiversidad.

RESUMEN

En febrero de 2017, se registró por primera vez para El Salvador al mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*) en laguna El Jocotal, departamento de San Miguel región suroriental. En la presente nota, se muestra nueva documentación de la especie, en dos zonas del Complejo Barra de Santiago, en el departamento de Ahuachapán en la región suroccidental del país. Con esta contribución se amplían los sitios de ocurrencia de la especie para el país.

Palabras claves: complejo Barra de Santiago, distribución, El Jocotal, oriente, occidente.

ABSTRACT

In February 2017, the vermilion flycatcher (*Pyrocephalus rubinus*) was registered for the first time in El Salvador in the El Jocotal lagoon, department of San Miguel, southeast region. The present note presents new documentation for the localization of the species, in two areas of the Barra de Santiago Complex, in the department of Ahuachapán in the southwestern region of the country. With this contribution, the observation sites of the species for the country are expanded.

Key words: Barra de Santiago complex, distribution, El Jocotal, east, west.

INTRODUCCIÓN

En El Salvador se enlistan oficialmente 584 especies tanto residentes y migratorias, pertenecientes a 25 órdenes y 74 familias (MARN 2018). En 2019 se agregaron tres nuevos registros, que incluyen a las especies: *Psarocolius montezuma*, *Colibri delphinae* y *Glaucidium gnoma* (Calderón 2019, Funes 2019, Pineda et al. 2019). En el país una de las familias con mayor cantidad de representantes es Tyrannidae, con 47 especies (MARN 2018).

El mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*, [Boddaert, 1783]) es una especie relativamente pequeña que alcanza hasta 15 cm., tiene un marcado dimorfismo sexual; el macho inconfundible, con el pecho y coronilla rojo brillante con una línea negra a través del ojo que llega hasta la parte posterior de la cabeza, espalda y cola negruzco. La hembra carece de rojo, en cambio muestra manchas en forma de rayas de marrones a grisáceas en el pecho y el vientre rosado. Los inmaduros son similares a la hembra, pero con vientre amarillento. (Fiorini y Rabuffetti 2003; Londoño 2006; Fagan y Komar 2016).

Esta especie se distribuye entre los 0 a 2,600 msnm, ocurre en una gran parte del neotrópico en forma discontinua desde el sudoeste de Estados Unidos donde es bastante común, hasta América del Sur en el norte de Chile, sur de Argentina y Colombia, sus poblaciones se ubican en los extremos migratorias ((Fiorini y Rabuffetti 2003; Fagan y Komar 2016). Tiene presencia en toda Centroamérica, sin embargo, para Costa Rica, Panamá y El Salvador no presenta estacionalidad de residente (BirdLife International 2020).

Esta ave puede encontrarse en áreas abiertas y semiabiertas con árboles y arbustos dispersos junto a arroyos, en tierras bajas cerca de pequeños estanques boscosos. (Howell y

Webb 1995; National Geographic 2002) En México, ha sido avistada en zona de humedales donde predominan cuatro especies de mangle *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Rhizophora mangle* asociadas a bosque de encino. (Serrano et al. 2013) En Guatemala, se ha registrado en el Parque Nacional Sierra del Lacandón el cual se describe como zona montañosa con bosque húmedo subtropical. (Tenez 2017)

El primer registro en El Salvador del mosquero cardenal (*P. rubinus*, [Boddaert, 1783]) se realizó en las zonas inundadas y pastizales al occidente del sitio Ramsar laguna El Jocotal, municipio de El Tránsito, departamento de San Miguel 13°19'46.6"N 88°15'18.8"W, el 12 de febrero de 2017 a las 11:00 h en un recorrido con duración de 2h, 15min. Se describió a un individuo de mosquero cardenal perchedo en las ramas bajas de un árbol pequeño (especie no identifica en el reporte), a un metro y medio del suelo, teniendo comportamiento de vuelo en dirección al suelo y al aire para cazar insectos (fly-catch) (Trejo 2017).

De acuerdo a su distribución y que la tendencia de su población parece estar en aumento en hábitats convertidos, la especie no se acerca a los umbrales de vulnerable según el criterio de tendencia poblacional, evaluándose a la especie como de preocupación menor (Least Concern) (BirdLife International 2020). En El Salvador, debido a que contaba únicamente con un registro, la especie no se encuentra con categoría de conservación en el listado oficial de especies de vida silvestre amenazadas y en peligro de extinción (MARN 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio Ramsar Complejo Barra de Santiago, se encuentra ubicado cerca del extremo suroccidental de El Salvador pertenece uno de los mayores sistemas de humedales del país. La

gran mayoría de los mangles que se observan en este humedal, pertenecen a mangle rojo (*R. mangle*) que puede alcanzar hasta los 40 metros de altura. A mayor distancia de los canales con agua salobre, los manglares son sustituidos por especies como la majagua (*Hibiscus tiliaceus*) y pimientos (*Phyllanthus elsiae*); en la zona de transición al bosque dulce, típicamente se encuentra el huiscoyol (*Bactris balanoidea*), el papaturro (*Coccoloba caracasana*) y el zacate estrella (*Cyperus* spp.). En el extremo noroccidental del manglar aparecen restos de lo que debieron ser pantanos extensos y que han sufrido un grave proceso de desecamiento y transformación (Jiménez et al. 2004; MARN 2019).

Los lugares de registro comprenden áreas abiertas con árboles dispersos de morro (*Crescentia alata*), botoncillo (*C. erectus*), nacascolo (*Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd), cocotero (*Cocos nucifera* L.), istatén (*A. germinans*), nance (*Byrsonima crassifolia*) e icaco (*Chrysobalanus icaco*). El clima en el lugar corresponde a la zona térmica conocida como sabanas tropicales calientes o zona calurosa, con temperatura promedio anual de 27.6 °C y el promedio de la precipitación pluvial anual de 2,396 mm/año (USAID/DAI 2009).

Para la documentación del registro, se utilizaron: binoculares Nikon 10x42 PROSTAFF 7, un GPS Garmin Oregon 650t y una cámara digital profesional Canon EOS 7D Mark II, con lente Canon EF 100-400mm f/4.5-5.6L IS II USM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente registro corresponde a dos avistamientos de la especie *P. rubinus*, los primeros para la zona suroccidental del país, ambos en el sitio Ramsar Complejo Barra de Santiago, el primero sucedió durante un recorrido a pie en “La Chacara” y el segundo desde un vehículo en movimiento por el lugar

conocido como “Miramar”.

El domingo 15 de diciembre de 2019, durante un recorrido de 16:00 a 17:00 h en el lugar conocido como “La Chacara” con coordenadas geográficas: N 13°41'55.2" O 90°00'25.8" en el sitio Ramsar Complejo Barra de Santiago, municipio de Jujutla, departamento de Ahuachapán. Fueron avistados a una distancia de 5 m aproximadamente, dos individuos de mosquero cardenal (*P. rubinus*, [Boddaert, 1783]); un macho (color rojo con alas y máscara oscura) y una hembra (de color gris oscuro). Ambas aves junto a otras especies entre ellas: chiltotas (*Icterus spurius*, *Icterus galbula*, *Icterus pustulatus*) se movilizaban y perchaban de manera alterna en las ramas de cocotero (*C. nucifera* L.), botoncillo (*C. erectus*), istatén (*A. germinans*), nance (*B. crassifolia*) e icaco (*C. icaco*). (Figura 1)

El segundo avistamiento ocurrió en el lugar conocido como “Miramar” en las coordenadas geográficas: N 13° 40' 45.9984" O 89° 56' 25.9866" ubicado en el cantón Metalío, municipio de Acajutla, al extremo Occidental del departamento de Sonsonate, que también forma parte del Complejo Barra de Santiago. El espécimen de *P. rubinus* fue localizado desde un vehículo en movimiento, durante un monitoreo de aves el día 27 de febrero de 2020, a las 9:06 h. Se observó por 15 min en la rama de un árbol de nacascolo (*C. coriaria* (Jacq.) Willd) a una distancia de 10 m, en donde se fotografió al espécimen utilizando un lente telefoto. El ave fue identificada como un individuo macho de *P. rubinus*, por su coloración de plumaje de color rojo en el vientre y cabeza con una línea negra posterior al ojo, con la espalda, alas y cola de color negruzco, pico y patas de color negro.

Al momento de la observación el ave se encontraba perchado en una rama, cazando insectos al vuelo y regresando a la misma percha (Figura 2) del árbol (*C. coriaria* (Jacq.) Willd) el cual tenía una altura de 8 m y un diámetro a

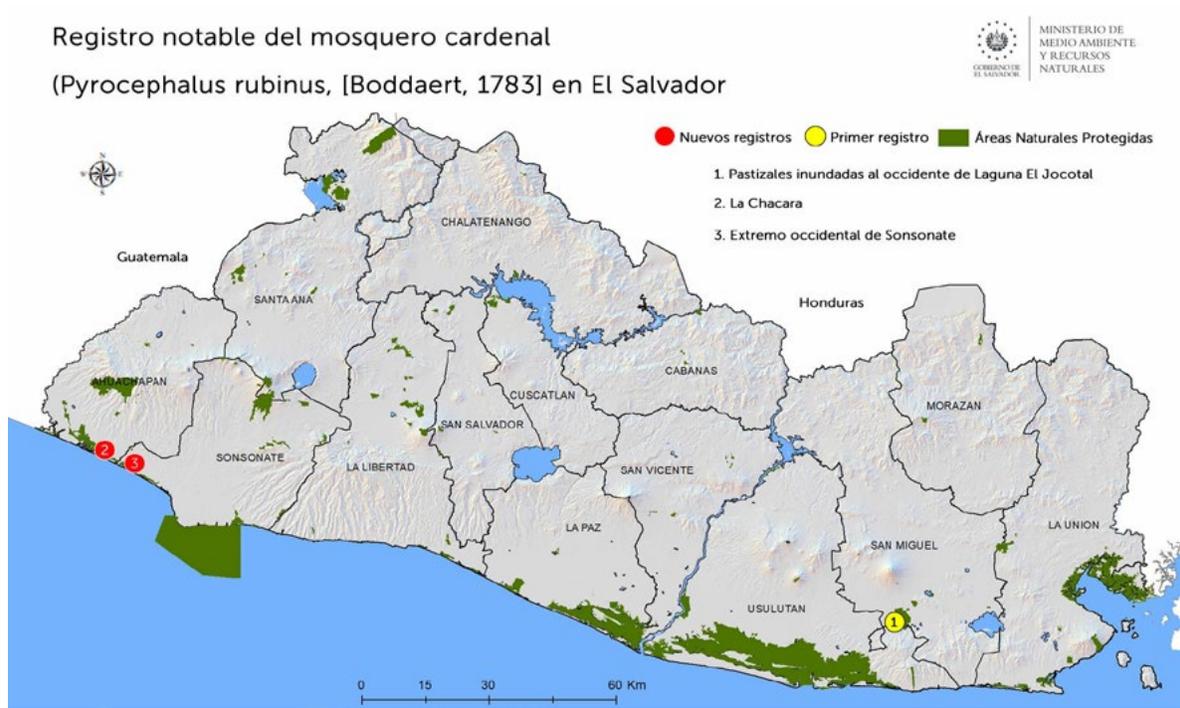


Figura 1. Mapa de localidades de registro de mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*) Sitio Ramsar Complejo Barra de Santiago, Jujutla, Ahuachapán, El Salvador.



Figura 2. Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*) documentado en Complejo Barra de Santiago (Foto: L. Pineda 27/02/2020).

la altura del pecho de 1.85 m, con presencia de follaje y frutos. Este árbol es utilizado como sitio de percha y alimentación de otras aves que se encontraban alrededor entre las cuales se avistaron: chíó (*Tyrannus melancholicus*) y cristofue (*Pitangus sulphuratus*).

La nueva información de *P. rubinus*, corresponde a observaciones casuales de la especie, que fue registrada por primera vez para El Salvador en laguna El Jocotal el 12 de febrero de 2017 (Trejo 2017). Esta vez, se presentan dos registros en el Complejo Barra de Santiago, a 190 kilómetros de distancia de El Jocotal, los registros corresponden a una pareja (macho y hembra) el 15 de diciembre de 2019 y un macho el 27 de febrero de 2020, con lo que se amplía la distribución geográfica de la especie en el país.

El primer lugar de registro para el país corresponde a zonas inundadas y pastizales cercanos a la laguna El Jocotal sin aclarar sobre las especies arbóreas predominantes, el segundo registro comprende a zona ecotonal de manglar y árboles asociados de nance, cocotero e icaco, y el tercero corresponde a zonas abiertas con árboles dispersos de morro y pastizales, estos ecosistemas concuerdan con la literatura donde se menciona su ocurrencia en matorrales costero en niveles bajos (Fiorini y Rabuffetti 2003; Londoño 2006; Fagan y Komar 2016).

CONCLUSIONES

Los registros *P. rubinus* se están incrementando en otras localidades de El Salvador, lo que sugiere una ampliación en su distribución en el país. No obstante, será necesario contar con más registros en espacio y tiempo en otros sitios del territorio nacional.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el valioso respaldo de Miguel

Gallardo, Director General de Ecosistemas y Biodiversidad (MARN); Javier Magaña, Gerente de Áreas Naturales Protegidas y Corredor Biológico; Ariana Bazzaglia, Ronal González, Proyecto GEF/PNUD-Humedales; al acompañamiento de Alejandro López, Guardarrecursos del Sitio Ramsar Barra de Santiago; particularmente a Adriana Oliva y Elías Mauricio Guerra, por el apoyo logístico brindado en campo; Frank Cardoza, por la identificación de especies botánicas; Yesenia Peñate por la elaboración del mapa; al revisor Ricardo Ibarra-Portillo, por sus acertados comentarios que ayudaron a mejorar el manuscrito. Este documento fue elaborado durante la crisis de COVID-19 durante el período de cuarentena preventiva.

REFERENCIAS

- BirdLife International. 2019. *Pyrocephalus rubinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: Recuperado el 12 de abril de 2020: e.T103682912A139924525. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T103682912A139924525.en>.
- Calderón, A. 2019. Registro de *Colibri delphinae*. Lista de aves S59542484. Recuperado el 26 de marzo de 2020: <https://ebird.org/checklist/S59542484>
- Fagan, J. y O. Komar. 2016. Peterson field guide to birds of Northern Central America. Roger Tory Peterson Institute and the National Wildlife Federation. Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company. New York (NY): 438 p.
- Fiorini, V. D. y F. L. Rabuffetti. 2003. Cuidado parental en el Churrinche (*Pyrocephalus rubinus*): contribución relativa del macho y de la hembra. Hornero 018 (01) : 031-035.
- Funes, G. 2019. Registro de *Myiarchus cinerascens*. Lista de aves S53015837. Recuperado el 26 de marzo de 2020: <https://>

- ebird.org/checklist/S53015837
- Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Central America. Oxford Univ. Press, New York.
- Londoño, C. F. 2006. Avifauna de la Universidad de Antioquia: aves y pájaros de Ciudad Universitaria. Medellín. Universidad de Antioquia. 50 p.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2015. Listado oficial de especies de vida silvestre amenazada o en peligro de extinción en El Salvador. Diario Oficial Tomo No. 409, Número 181. Acuerdo No. 74, 5 de octubre de 2015.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2018. Listado de fauna silvestre registrada para El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. San Salvador, El Salvador.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2019. Inventario Nacional de Humedales. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. San Salvador, El Salvador.
- National Geographic. 2002. Field Guide to the Birds of North America. Fourth Edition. National Geographic Society, Washington, D.C.
- Pineda, L., J. W. Castro y Ch. Aguirre. 2019. Primer registro de *Psarocolius montezuma* (Passeriformes: Icteridae) en El Salvador. *Huitzil* 20(2) Disponible en: e-514. doi: <https://doi.org/10.28947/hrmo.2019.20.2.404>
- Serrano, A., L. Castán., M. Ramos., A. De., J. Basáñez., C. Naval y A. Serrano. 2013. DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE AVES EN UN HUMEDAL DEL NORTE DE VERACRUZ, MÉXICO. *Acta Zoológica Mexicana* ISSN 0065-1737 (29). 473-485 p. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/259235747>
- Tenez, D. 2017. Avifauna del Parque Nacional Sierra de Lacandón, Guatemala. *Revista Yu'am* 2 (3): 17-26 p
- Trejo, M. 2017. Registro de *Pyrocephalus rubinus*. Lista de aves S34362449. Recuperado el 26 de marzo de 2020: <https://ebird.org/view/checklist/S34362449>
- USAID/DAI (Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo internacional/ development alternatives incorporated). 2009. Propuesta del plan de manejo del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos. Improved Management and Conservation of Critical Watersheds Project. San Salvador, El Salvador.

ARTÍCULOS DE REVISIÓN



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



Surgimiento y desarrollo del posgrado en la Universidad de El Salvador: 1977-2010

Emergence and development of postgraduate studies at the University of El Salvador: 1977-2010

Hugo Ernesto Figueroa-Morán¹

Correspondencia:
hugo.figueroa@ues.edu.sv

Presentado: 11 de agosto de 2020
Aceptado: 28 de octubre de 2020

¹ Universidad de El Salvador. Secretaría de Planificación.

RESUMEN

Este trabajo examina el surgimiento, desarrollo, organización y caracterización de los estudios de posgrado en la Universidad de El Salvador, entre los años 1977 y 2010. Para ello, se distinguen los modelos y tipos de posgrado, al tiempo que se revisa su proceso de estructuración tanto en lo administrativo como en lo académico. Este estudio argumenta que el posgrado se implementó en medio de dificultades institucionales para planificarlo estratégicamente y que en su desarrollo ha primado una concepción del mismo como una fuente de recursos para las facultades y no como un pilar de desarrollo académico institucional, a pesar que para el año 2010 la UES ya contaba con más de 25 programas de posgrado.

Palabras clave: Posgrado, desarrollo de posgrado, evaluación de posgrado, Educación Superior.

ABSTRACT

This article examines the emergence, development, organization and characterization of graduate studies at the Universidad de El Salvador between 1977 and 2010. The study departs from a classification of graduate models and types; at the same time, it reviews the administrative and academic structuring process of this academic level. The argument in this article is that the implementation of graduate studies has occurred not only facing institutional difficulties regarding its strategic planning, but it has also been developed out of a conception in which prevails the idea of being an alternative option of getting financial resources, instead of a decisive factor for academic institutional improvement.

Key words: Postgraduate, postgraduate development, postgraduate assessment, higher education.

INTRODUCCIÓN

La investigación es acerca del sistema de estudios de posgrado en la Universidad de El Salvador y caracteriza los diferentes programas de estudio de este nivel; la idea a defender es: *“el surgimiento, desarrollo y organización de los estudios de posgrado en la UES no ha sido el resultado de una planificación estratégica central, antes bien ha consistido en una ampliación casuista y sui generis de su oferta académica; ampliación que se ha desarrollado por cada facultad según sus posibilidades contextuales, materiales, humanas y culturales bajo una concepción predominante del mismo como fuente de recursos financieros y no como puntal del desarrollo académico de la institución”*.

La investigación es de tipo transversal, cubre el periodo 1977-2010. Inicia con el surgimiento del primer programa de posgrado y finaliza con el año en que se aprueba el reglamento de este nivel académico. El estudio es de corte descriptivo-analítico y documental; su alcance está restringido a la obtención de información disponible en las fuentes primarias a las que se pudo tener acceso (memorias de labores institucionales, normativa educativa nacional e institucional), y fuentes secundarias tales como trabajos de tesis. La información documental se ha organizado en cuadros comparativos y analíticos. Se presenta una breve fundamentación categorial del posgrado a fin de delimitar su significado a la realidad educativa nacional. Seguidamente, se reflexiona acerca del contexto global que enmarca el apareamiento histórico de este nivel académico y finalmente se realiza el análisis del surgimiento y avance del posgrado en la UES.

Como objeto de estudio, el posgrado no ha sido suficientemente estudiado al interior de la universidad, no obstante, se encuentran

tesis de pregrado y posgrado que citan indirectamente su desarrollo académico. Para coadyuvar al impulso de investigaciones en esta línea, se describen y analizan algunas de las dimensiones de este fenómeno educativo, no sólo para provocar el debate en torno al posgrado, sino también para perfilar otras aristas de su realidad que analizadas desde diferentes perspectivas constituyan insumos científicos suficientes para la toma de decisiones por parte de los funcionarios y autoridades universitarias.

CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

El diccionario de la Real Academia Española define el posgrado (o postgrado) como el “ciclo de estudios de especialización posterior a la graduación o licenciatura”. El Cuadro 1 compara las definiciones que brindan la Ley de Educación Superior (LES) y el Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de El Salvador (RGSEP).

De acuerdo con ambas normativas, el posgrado comprende tres niveles académicos (maestría, doctorado y especialidades) los cuales son posteriores a licenciatura, ingeniería, arquitectura, medicina u odontología. En ambas normativas, la finalidad de una maestría es el desarrollo de capacidades para un desempeño profesional o para el trabajo académico; el doctorado aspira a permitir que la ciencia, el arte o la técnica avancen por medio de una investigación; la normativa de la UES, circunscribe los objetivos de la especialidad al ámbito de la salud.

Para Rama (2007), el posgrado forma parte del cuarto nivel educativo universitario y en esos niveles incluye el posdoctorado. En el Cuadro 2 se amplían las definiciones de cada nivel posgradual e incorpora el post doctorado, diferenciándose en este punto de la reglamentación nacional e institucional.

En esta conceptualización, Rama incorpora el concepto de interdisciplinariedad; también refiere la duración de un año para las especialidades, lo cual es una diferencia respecto a la duración de este nivel de estudios

en El Salvador. Otra mención importante al respecto es que Rama si diferencia, al menos para el grado de maestrías, entre programas académicos y profesionalizantes.

Cuadro 1. Definiciones de los niveles académicos del posgrado en El Salvador

Ley de Educación Superior	Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado (UES)
<p>Art. 12. El grado de Maestro es una especialización particular posterior al grado de Licenciado, Ingeniero o Arquitecto, en el que se desarrolla una capacidad específica para el desempeño profesional o para el trabajo académico de investigación y docencia.</p>	<p>Art. 26. Los estudios de Maestría se orientan fundamentalmente a profundizar sistemáticamente en un área de conocimiento de las Ciencias y Humanidades, con el objetivo de formar profesores, investigadores y profesionales de alto nivel académico, con capacidad innovadora en las ciencias, técnicas y metodología científica, incluyendo el desarrollo de la investigación.</p>
<p>Art. 13. El grado de Doctor es el nivel de formación posterior al grado de Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o de Maestro, para avanzar en el conocimiento de las ciencias, arte y técnica.</p>	<p>Art. 27. El Doctorado es un programa académico para la formación de investigadores capaces de generar, desarrollar y aplicar el conocimiento científico y tecnológico, a través de trabajos de investigación originales que constituyan aportes significativos al conocimiento, en un área específica del saber.</p>
<p>Art. 14. El grado de Especialista para médicos y odontólogos se obtiene posterior al grado básico de Doctor.</p>	<p>Art. 28. Los estudios de Especialidad tienen como objetivo profundizar y ampliar conocimientos y destrezas que requiere el ejercicio profesional en un área específica de la salud.</p>

Fuente: elaboración propia a partir de normativa nacional e institucional referida.

Para Sánchez, (2008) el posgrado puede conceptualizarse poniendo el énfasis en el propósito académico, *strictu sensu*, o en la formación profesional avanzada. Idealmente, el posgrado con orientación académica se enrumba hacia la profundización de competencias en **un área o disciplina del saber**, para especializar o perfeccionar la praxis docente y de investigación. En cambio, los posgrados profesionalizantes ahondan en conocimientos y competencias en un área o campo profesional. Un criterio diferente para diferenciar un posgrado académico de uno

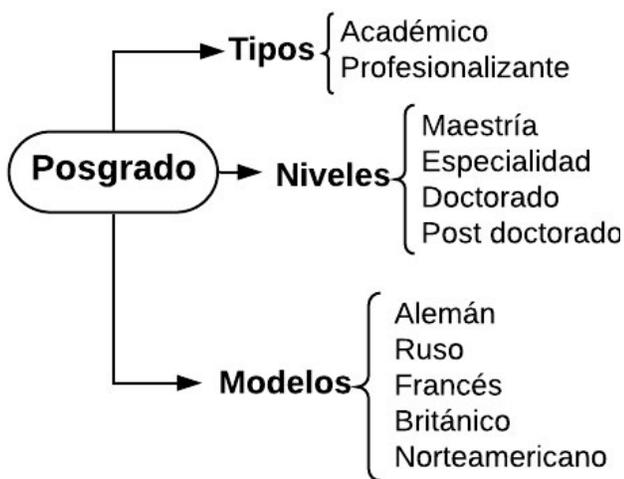
profesionalizante es el tipo de investigación o tesis que realizan. De este modo, “una maestría académica es un proceso de formación fundamentado en la realización de investigación básica, en tanto que las maestrías profesionalizantes se fundamentan en procesos de investigación aplicada” (Medina, 2015, p.39). La reglamentación nacional e institucional vigente, exceptuando los niveles académicos, no define explícitamente los tipos y modelos de posgrado. Una visión taxonómica del posgrado se ofrece en la Figura 1.

Cuadro 2. Otras definiciones de los niveles académicos comprendidos en el posgrado.

Especialización	Maestría	Doctorado	Posdoctorado
Acredita la culminación de estudios específicos de profundización en una disciplina o conjunto de disciplinas afines, comprendidas en la carrera universitaria de primer grado. La duración mínima es de un año lectivo.	Brindar conocimientos avanzados en un campo del saber académico o profesional, usualmente de carácter interdisciplinario, en las ciencias, las artes, las letras o la tecnología. Entrenamiento básico en investigación suele acompañar a este tipo de programas, particularmente en aquellos más conocidos como maestrías “académicas” en contraste con las maestrías llamadas “profesionales” o “profesionalizantes” cuyo énfasis, como su nombre lo indica, es el fortalecimiento y consolidación de las competencias profesionales en un campo del saber.	Brindar preparación para la investigación original que genere aportes significativos al acervo de conocimientos en una disciplina, demostrando haber superado distintos niveles de complejidad en el saber que permitan avanzar, desplazar o aumentar las fronteras de un campo del conocimiento.	Estudio de alta especialización con investigadores prestigiosos que se realiza después de adquirido el grado de doctor. (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Glosario de Términos. México)

Fuente: elaboración propia a partir de Rama (2007, pp.36-39)

Figura 1. Conceptualización básica de los estudios de posgrado.



Fuente: elaboración propia con base en Sánchez (2008), Morlesi (2004) y Rama (2007)

A lo largo de la historia de la educación de posgrado, se han conformado diferentes modelos; el Cuadro 3 caracteriza los modelos predominantes. Los modelos alemán, ruso y francés *apuestan enfáticamente en el componente de investigación, mientras que el norteamericano y el británico focalizan en la formación de especialización*. Esto sugiere que mientras los modelos norteamericano y británico tienden a un posgrado profesionalizante, los otros tres apuntan a posgrados académicos. Respecto a la prelación de los estudios, tanto el modelo alemán, como el francés y ruso plantean esta como exigencia; no así para los modelos norteamericano y británico. En El Salvador, la prelación de los grados exige que para estudios de doctorados se debe tener el posgrado de especialización o de maestría.

Cuadro 3. Modelos de posgrado y sus niveles académicos.

Modelos	Alemán: existencia de dos grados avanzados prelativos (Doctorado y Habilitación); carencia de reglamentación nacional; poca escolarización, y alta vinculación del postgrado con la investigación científica y con el pregrado.
	Norteamericano: Maestría y Doctorado no prelativos, posteriores al <i>Bachelor</i> (primer nivel de la educación superior estadounidense); inexistencia de reglamentación nacional, pero alto control de calidad mediante sistemas de acreditación organizados por asociaciones o colegios profesionales; planes de estudio bastante escolarizados ejecutados por escuelas para graduados y énfasis en la formación especializada.
	Francés: reglamentación nacional bastante detallada; tres niveles prelativos (diploma de estudios profundos, doctorado y habilitación); postgrado muy vinculado a centros de investigación, y exigencia de que las tesis sean demostración no solamente de conocimiento especializado sino también de cultura científica general.
	Británico: gran autonomía institucional en los aspectos académicos; variedad de estructuras académicas; tres niveles no prelativos (cursos avanzados, maestría y doctorado); formación altamente especializada con base en trabajo escolarizado; y gran autoridad del tutor en la definición del plan de estudio de los candidatos.
	Ruso: sistema centralizado dirigido solamente a la formación de investigadores; dos niveles prelativos (Candidatura, equivalente al PhD, y Doctorado en ciencias, o superior); combinación del aprendizaje especializado con formación filosófica y política, y exigencia de que las tesis doctorales demuestren dominio teórico y resuelvan problemas prácticos.

Fuente: elaboración propia a partir de Morlesi (2004, pp.9-10)

Ahora bien, hay un aspecto relacionado con el enfoque epistemológico que las definiciones aquí presentadas no consideran extensivamente: la multi, la inter y la transdisciplinariedad. El autor de este trabajo, para salvar esa limitación, propone la siguiente definición operativa de posgrado: *Es el conjunto de estudios universitarios posteriores a las titulaciones del pregrado, y que tienen como finalidad el desarrollo profesional y/o la profundización multi, inter y transdisciplinar de la investigación tecnológica, científica, y cultural.* A partir de esta conceptualización del posgrado, sus modelos, tipos y niveles, es necesario describir el contexto en que surgió este nivel educativo.

CONTEXTO

La realidad mundial a partir de 1980

experimentó la profundización del proceso de mundialización económica, lo que implicó “la globalización de una parte esencial de la producción de bienes y servicios” (Castell, 1999, p.2) y que, siguiendo a Beck (2008), ha devenido *globalismo*, precisamente porque “el mercado mundial desaloja o sustituye al quehacer político; es decir, la ideología de dominio del mercado mundial o la ideología del liberalismo” (p.32). Para Wallerstein (2006), el rol de los sistemas universitarios ha sido esencial en el funcionamiento y legitimación de las estructuras económicas globales. Causa o efecto de este proceso de globalización, el posgrado es particularmente descrito como un punto articulador entre la investigación/innovación científica y tecnológica con las necesidades de la globalización económica (Esquivel, 2002; Sol, 2003; Morlesi, 2004; Rama, 2007).

Este nuevo orden económico configuró un sistema mundial, al decir de Castell (1999), simultáneamente incluyente y excluyente. Respecto a la educación superior, la posición de Latinoamérica ha sido de exclusión pues las brechas y asimetrías en la innovación tecnológica y avance científico, se manifiestan de manera contrastante en las instituciones educativas ya que en sus procesos predomina la transferencia de conocimientos o su imitación que la innovación y creatividad (Didriksson & Gazzola, 2008). La educación superior, particularmente la de posgrado, convertida en mercancía transable globalmente, ha seguido la lógica de la oferta y la demanda. La masificación de la educación superior en los años 70 y la consiguiente demanda de estudios de posgrado alentada por la idea de una educación continua, favoreció un proceso de transnacionalización educativa, similar a la empresarial: suministro de cursos a distancia, franquicias institucionales y un creciente número de programas de formación (Rama, 2006), al tiempo que espoleo la oferta de posgrados, desarrollando con ello un amplio y creciente mercado de la enseñanza superior (UNESCO, 2005; Didriksson & Gazzola, 2008). Portnoi y Bagley (2014) exponen que:

The competitive higher education environment has led to a race for global stature and the emergence of several highly publicized global ranking schemes (...) These ranking mechanisms are both a result of increased competition and a driver of further competition¹ (p.7).

Las universidades, influidas por esta cultura neoliberal, han buscado sobresalir en el mercado de la enseñanza ampliando sus ofertas académicas. El surgimiento y desarrollo

¹ El entorno competitivo de la educación superior ha conducido a una carrera por el prestigio global y al surgimiento de varios esquemas mundiales de clasificación muy bien publicitados. Estos mecanismos de clasificación son al mismo tiempo resultado de una mayor competencia y un acicate para la continuidad de dicha competencia. (Traducción libre del autor).

del posgrado de la región latinoamericana y particularmente de El Salvador debe comprenderse en relación a este sistema global altamente competitivo, asimétrico y excluyente, en el que la economía comercia el conocimiento mismo, de modo que se puede hablar de sociedades del conocimiento y ciudades del aprendizaje (Tovar, 2017), así como de una economía basada en el conocimiento y de alianzas de conocimiento (Stigendal & Novy, 2018).

Aunque el modelo napoleónico y humdboltiano de universidad² respondían a intereses políticos definidos (la reproducción y sostenimiento del aparato estatal), no se puede obviar que en la orientación hacia la producción de conocimiento y la formación de los ciudadanos se servía a intereses sociales y comunitarios. El trasvase de valores del campo económico al educativo superior ha conllevado la reconfiguración de esta como un servicio y no un bien social. En este sentido, puede afirmarse de predicamento la situación de las universidades públicas y de sus posgrados, pues se tiene que decir de manera contundente: estas instituciones públicas no fueron pensadas ni diseñadas para competir comercialmente; es decir, para comportarse como empresas.

Acerca del origen del posgrado Morlesi (2004) afirma que “nace y se formaliza en Alemania cuando en 1808 Alejandro de Humboldt funda la Universidad de Berlín y ahí se establece el Doctorado en Filosofía” (p.6)³. En cambio para Rama (2007), “El postgrado, como formación para las personas que ya tienen una certificación universitaria, aparece en el siglo XIX en el marco del impacto de la revolución industrial” (p.41). En América Latina, los más

² El modelo napoleónico de universidad se centra en la formación profesional; mientras que el modelo de humdboltiano en la formación para la investigación.

³ Este título académico se adoptó para contraponerlo al de Teología y “es sólo en el siglo XX cuando en un buen número de países se da otro salto conceptual y a dicho grado se le llama abiertamente Doctorado en Ciencias” (Morlesi, 2004, p.7).

antiguos del siglo XX son “al parecer, la maestría y el doctorado en Ciencias, Bellas Artes, Letras y Filosofía, creados en 1929, en México”, posteriormente surge en 1946 en Puerto Rico la Maestría en Administración Pública; y en 1949, la primera Especialización en Ciencias Médicas en Venezuela (Esquivel, 2002, p.27).

Surgimiento y ampliación de los estudios de posgrado en la UES, 1977-1999

En la UES, los estudios de posgrado surgen durante el último cuarto del siglo XX, en un contexto nacional marcado por las crisis políticas y sociales de los años 70 y el subsecuente conflicto armado, la firma de los Acuerdos de Paz en el año 1992, y un largo periodo de posguerra. En el ámbito de la educación superior, sobresale la crisis institucional que sobreviene a la UES a raíz de la guerra civil y la expansión del sector educativo con el surgimiento de universidades privadas y; en los años 90, la transformación del sistema educativo mediante la implementación de la Reforma Educativa en Marcha, impulsada por el gobierno. El primer programa del que se tiene conocimiento⁴ es la Maestría en Administración de la Educación, en 1977. Esta surge precisamente durante la intervención gubernamental de la UES a cargo del Consejo de Administración Provisional de la Universidad de El Salvador, conocido como CAPUES, el cual gobernó desde marzo de 1977 a diciembre de 1979. La creación de esta maestría constituye un hito para la historia de la UES, sin embargo, llama la atención que la primera graduada de esta maestría obtuviera su título con un solo año de estudios, en 1978 (Ávalos, 2010). El segundo

⁴ Es debatible si el grado de doctor que ofreció la UES en 1955 (con titulaciones en Química Biológica, en Química Industrial, en Historia y Ciencias Sociales) y en 1960 (en Ciencias Sociales, en Ciencias Sociales en la especialidad de Historia, y de Arqueología (Ávalos, 2018, pp.65-68), puede denominarse como posgrado. Debatible porque dicho nivel no estaba normado para entonces, y porque también se ofrecían el doctorado en Medicina y el de Odontología, que posteriormente se asumieron por la UES como pregrado.

programa, Maestría en Docencia de Educación Superior, fue creado doce años después en 1989, durante la gestión del licenciado Luis Argueta Antillón, año significativo para la UES pues experimenta su última intervención militar. La tercera maestría, Didáctica de la Matemática, se crea en 1993. Las tres primeras maestrías aparecen como hechos aislados e inconexos, coincidiendo tan solo en que los tres programas pertenecen al área de educación.

La separación temporal entre estos programas de formación sugiere que el posgrado como tal no surgió a partir de una planificación estratégica institucional, antes bien su aparición puede considerarse una leve resonancia frente a la tendencia generalizada de la expansión del posgrado a nivel mundial. El endeble inicio del posgrado en la UES entre los años 1977 y 1993, puede ser explicado si se toma en cuenta las condiciones adversas del periodo histórico (entre ellas el ahogamiento presupuestario, los daños a su infraestructura a causa del terremoto del año 1986) que influían en el funcionamiento irregular de la UES⁵.

Durante el periodo de posguerra, en los años 90, ocurre la reestructuración del sistema educativo nacional a través de la Reforma Educativa en Marcha (REM). En los años que se trabajó la REM, la educación superior fue considerada pero no con el énfasis que se le otorgó a la educación básica, media y bachillerato, ni con la deferencia debida a la universidad pública respecto a las privadas. El objetivo de la REM era transformar el sistema educativo en su totalidad, así que la educación superior fue también incluida.

Significativo fue en este sentido que se realizara un diagnóstico de la educación superior y se promulgara la Ley de Educación Superior, cuya finalidad era normar la calidad de la educación superior, venida a menos a causa

⁵ Recuérdese que entre junio de 1980 y mayo de 1984 la institución funcionó en el exilio, a causa de lo cual no se experimentó mayor desarrollo académico.

de una legislación laxa sobre la creación y el funcionamiento de las universidades privadas –la Ley de Universidades Privadas de 1965.

En el marco de la REM gracias a la cooperación técnica se logró evaluar en 1997 las Instituciones de Educación Superior (IES), invirtiendo para ello 150 mil dólares; se logró el apoyo a la Reforma de la Educación Superior, en 1999, con un monto de 300 mil dólares, y en ese mismo año el apoyo a la Modernización de la Universidad de El Salvador con un monto de 25 mil dólares (Picardo, 1999). Lo destinado para la modernización de la UES resulta ser ínfimo no sólo frente a lo invertido en la evaluación y reforma de la educación superior, sino también considerando que para ese año la UES todavía resentía en su infraestructura y en su funcionamiento los estragos a raíz de los cierres, el exilio y las intervenciones, durante la guerra civil y los gobiernos militares. Si bien la REM contempló entre sus proyecciones “disponer de fondos para Educación Universitaria en y fuera del país, priorizando posgrados en Maestrías y Doctorados” (Picardo, 1999, p.31), tales proyecciones no tenían en la mira a la UES, a juzgar por el monto del financiamiento para su modernización y a pesar de que para entonces ya contaba con doce programas de maestría funcionando.

A pesar del magro apoyo recibido del Estado, el número de maestrías en la UES se incrementa. La gestión del doctor Benjamín López Guillén transcurrió de julio de 1995 a octubre de 1999, durante este periodo se crearon 14 programas de maestrías. El primer periodo rectoral de la doctora María Isabel Rodríguez transcurre de octubre de 1999 a octubre de 2003, tiempo durante el que se crearon 7 maestrías. En un lapso de 8 años se crearon en la UES un total de 21 maestrías. El periodo de eclosión ciertamente ocurre entre 1996 y 1999; de ese total más de 10 programas han perdurado vigentes mediante los respectivos procesos de evaluación y

actualización de sus planes de estudio.

El Cuadro 4 expone el crecimiento de la oferta académica de posgrado del periodo comprendido entre los años 1977 y 1999 (Avalos, 2010, pp.141-149; Menjivar & Pleites, 2006, p.9) Respecto a este incremento se puede analizar: primero el significativo número de maestrías creadas en el contexto de crisis de la UES a lo largo de más de 20 años; segundo, su caracterización y las dificultades de la universidad en su organización.

Al indagar el posgrado en estos años, las facultades que ampliaron rápidamente su oferta fueron la de Ciencias y Humanidades y la de Ciencias Naturales y Matemática. A pesar de contar para finales del siglo XX con una cantidad relativamente considerable de programas no fue posible establecer para entonces la estratificación propia y legalmente establecida para este nivel (doctorados y maestrías), limitando la oferta solo a programas de maestría.

Analizado el posgrado de este periodo por áreas científicas, cinco programas de maestría pertenecían a las ciencias naturales (***); en el área educativa (**) se crearon cinco programas; en el área social (*) se ofrecen seis maestrías, un programa en el área de la salud y otro en el campo de las ciencias formales (Estadística). Siguiendo la tipificación de los posgrados ofrecida por Sánchez (2008), 9 de las 18 maestrías pueden ser catalogadas como académicas (sombreadas en el cuadro para su diferenciación) y el resto como profesionalizantes.

El modelo de universidad de la UES sigue la trayectoria del modelo napoleónico, predominante en toda la región latinoamericana (Pacheco, 1994), con un énfasis fuerte en la formación profesional; en parte, esto explica por qué la mayoría de programas de posgrado seguirá en adelante la tendencia

Cuadro 4. Variación histórica de la oferta académica de posgrado en la UES, 1977-1999.

Facultad	N°	Programa de posgrado	Año
Ciencias y Humanidades	1	Maestría en Administración de la Educación **	1977
	2	Maestría en Docencia de Educación Superior **	1989
	3	Maestría en Derechos Humanos y Educación para la Paz *	1996
	4	Maestría en Métodos y Técnicas de Investigación Social *	
	5	Maestría en Profesionalización de la Docencia Superior **	1997
	6	Maestría en Traducción Inglés Español – Español-Inglés *	1998
	7	Maestría en Didáctica y Formación del Profesorado **	1999
	8	Maestría en Traducción Inglés Español- Español Inglés *	1999
Ciencias Naturales y Matemática	9	Maestría en Didáctica de la Matemática **	1993
	10	Maestría en Estadística	1993
	11	Maestría en Física ***	1996
	12	Maestría en Fuentes Renovables de Energía ***	1997
	13	Maestría en Química ***	1998
Ciencias Económicas	14	Maestría en Administración de Empresas y Consultoría empresarial	1995 ¹
	15	Maestría en Administración Financiera *	1996
	16	Maestría en Administración de Empresas, especialidad en Consultoría Empresarial con énfasis en: Finanzas, Mercadeo y Formulación y Evaluación de Proyectos *	1997
Medicina	17	Maestría en Salud Pública	1998
Ciencias Agronómicas	18	Maestría en Agronomía Tropical sostenible con énfasis en Agricultura Sostenible ***	1999
	19	Maestría en Agronomía Tropical sostenible con énfasis en Protección Vegetal ***	

Fuente: elaboración propia a partir de Menjivar & Pleites (2006) y Avalos (2010).

Nota: *Ciencias Sociales; **Ciencias de la Educación; ***Ciencias Naturales.

¹ Revisado y actualizado en 1998, (Menjivar & Pleites, 2006, p. 9)

profesionalizante.

Desde el criterio epistemológico, todo apunta a que se trataba de maestrías con tendencia mono disciplinar, los ejemplos más contundentes: las maestrías en física, química, estadística, didáctica de la matemática, reflejando con ello poca diversificación disciplinaria. Debido al relativo retraso tecnológico del país en ese tiempo, es explicable que todos estos programas de maestría tuvieran como modalidad de entrega la manera presencial.

Una conjetura plausible es considerar que en el desarrollo inicial (1977) y crecimiento del posgrado de la UES hasta 1999, uno de los factores principales, sino el único, que limitó su desarrollo y organización fue la crisis institucional sobrevenida a partir de la guerra civil. La oferta de especialidades y doctorados, así como la creación de su estructura orgánica y administrativa tendrá que esperar hasta los años 2007 y 2008 cuando se ve la necesidad de estructurar esta oferta académica a partir de Escuelas y Unidades de posgrado.

Organización y desarrollo de la educación de posgrado en la UES, 2000-2010

La continuidad de algunas maestrías surgidas en el último cuarto del siglo XX y la creación de nuevos programas de formación en la primera década del XXI aconteció en medio de dificultades institucionales para organizar administrativa y normativamente este nuevo nivel educativo con miras a la optimización de su funcionamiento. Al revisar la oferta académica de posgrado de la primera década del siglo XXI (Cuadro 5) es necesario realizar algunas observaciones: la generación y estratificación de nuevos programas de posgrado, la concepción bajo la que el posgrado es articulado a la gestión administrativo-académica, y las dificultades institucionales inherentes a este proceso de organización.

Si hay un rasgo general que caracteriza al posgrado entre los años 2000-2010, este es el intenso crecimiento cualitativo y cuantitativo. Durante este periodo se logra la implementación del posgrado de especialidades y de doctorado. Que esto haya sucedido hasta 2006, año en que surgen las primeras especialidades médicas, tiene que ver con la actualización de la LES, pues la del año 1995 sólo reconocía en su artículo 4 los grados de doctor y maestría, en cambio la del año 2004, en el artículo 5 ya reconoce los dos anteriores y la especialidad. Cabe mencionar que en las fuentes consultadas⁶ se consignan en este nivel el desarrollo de diplomados⁷. Lo anterior entraba en conflicto con la Ley de Educación Superior (Asamblea Legislativa, 1995; 2004) que solo reconocían los niveles antes señalados.

6 "Memoria de labores de la Universidad de El Salvador" de los años 2004 y 2006.

7 Incluso para el año 2010 la Facultad de Ingeniería y Arquitectura seguía reportando en su Memoria de Labores como parte del trabajo de la unidad de posgrado la ejecución de diversos diplomados. (Universidad de El Salvador, 2010b).

Dos gestiones rectorales transcurren durante la primera década del siglo XXI. La de la doctora María Isabel Rodríguez va de octubre de 1999 a octubre de 2003 y luego es reelecta para otro periodo; de 2003 a 2007, en ese mismo año asume la rectoría el Ing. Rufino Quezada que finaliza su periodo en 2011. El Cuadro 5 expone la dinámica de creación de posgrados en ambas gestiones, durante las que se crearon 27 programas, la mayoría se caracterizan por ser de tipo profesionalizante -17 en total, (sombreados en gris). De los 27 programas, las maestrías creadas fueron 18, a nivel de doctorado se crearon tres programas, 5 especialidades médicas y 1 especialidad en odontología. Sobresale el hecho de que durante 2000 y 2007 la facultad que más programas creó fue la de Medicina. Es conjeturable también que, por provenir del área médica, la rectora haya apoyado y alentado la generación de nuevos programas en el área de la salud.

Otro rasgo sobresaliente es que, siguiendo la tendencia marcada desde 1977, el tipo de posgrado más ofrecido es el de maestría. Ahora bien, en la década 2000-2010 se crearon 9 programas de estudio en el área de las ciencias sociales (*); 7 en el de ciencias naturales (**); y en el área de la salud (***) se crearon 10 posgrados. Otro aspecto destacable de este periodo es que algunos posgrados se generaron en las facultades multidisciplinarias de occidente y la zona paracentral; por otro lado, en estas facultades multidisciplinarias se adoptaron los planes de estudio de maestrías y especialidades, logrando con ello potenciar el posgrado y brindar nuevas oportunidades de formación a la población de estas zonas evitándole tener que trasladarse hasta la capital para tener acceso al estudio de posgrado

El reconocimiento temprano de los estudios de posgrado como una apuesta importante para el desarrollo de la universidad y de la sociedad no se conjugó con las medidas de

Cuadro 5. Desarrollo de la oferta académica de posgrado en la UES 1999-2010

Facultad	N°	Programa de posgrado	Año
	1	M. en Cultura Centroamericana, opción Literatura Centroamericana *	2007
	2	M. en Comunicación Social *	2000
	3	D. en Investigación e Innovación Educativa en la Educación Superior *	s/f
Ciencias Naturales y Matemática	4	M. en Gestión de Medio Ambiente (Maestría en Gestión Ambiental) **	2001
	5	M. en Manejo sostenible de Recursos Naturales Continentales **	
	6	M. en Manejo sustentable de los Recursos Costeros – Marinos **	
	7	M. en Ciencias de la Computación (Inactiva)	2007
Ciencias Agronómicas	8	M. en Agricultura sostenible ² **	2000
	9	M. en Gestión Integral del Agua **	2006
Jurisprudencia y Ciencias Sociales	10	M. en Relaciones Internacionales *	2001
	11	D. en Ciencias Jurídicas *	2006
	12	D. en Derecho Público y Privado *	2007
Ingeniería y Arquitectura	13	M. en Gestión de Recursos Hidrogeológicos **	2010
Química y Farmacia	14	M. en Microbiología e Inocuidad de alimentos **	2009
Medicina	15	M. en Educación, Promoción y Defensa Pública en Salud Reproductiva ***	2001
	16	M. en Servicios Integrales de Salud Sexual y Reproductiva ***	
	17	M. en Gestión de los Servicios de Salud en el marco de la atención primaria en Salud ³ ***	2003
	18	M. en Gestión Hospitalaria ***	2004
	19	Especialidad en Medicina Interna ***	2006
	20	Especialidad en Ginecología y Obstetricia ***	2006
	21	Especialidad en Psiquiatría y Salud Mental ***	2006
	22	Especialidad en Medicina Familiar ***	2008
	23	Especialidad en Pediatría ***	2001
Odontología	24	Especialidad en Cirugía Oral y Maxilofacial ***	2009
Fac. Multidisc. de Occidente	25	M. en Profesionalización de la Docencia Superior *	S/D
Fac. Multidisc. Paracentral	26	M. en Formación para el Desarrollo y Cambio Educativo *	S/D
	27	M. en Desarrollo Local Sostenible *	2009

Fuente: elaboración propia a partir de Avalos (2010) y (Universidad de El Salvador. Secretaría de Planificación, 2017).

Notas:

²Su plan de estudio es el resultado de la fusión de dos maestrías creadas en 1999: a) Maestría en Agronomía Tropical sostenible con énfasis en Agricultura Sostenible; b) Maestría en Agronomía Tropical sostenible con énfasis en protección vegetal.

³Es la Maestría en Salud Pública de 1998, actualizada con ese nombre.

gestión tendientes a su estructuración como unidad académico-administrativa. Durante la primera gestión rectoral de la doctora María Isabel Rodríguez se hacían las siguientes consideraciones:

En El Salvador se ha desarrollado un crecimiento desordenado y no planificado de cursos de posgrado, algunas veces producto de esfuerzos locales que no cumplen estándares de calidad o a veces a través de universidades extranjeras de diferente calidad, haciendo uso de fuentes externas de financiamiento. (Universidad de El Salvador, 2000, p. 76).

Después de más de veinte años de estar ofreciendo educación de posgrado en la UES, este nivel académico constituía un conjunto relativamente numeroso de carreras, sin embargo, disgregado y desarticulado. Podría decirse que el momento histórico en que surgieron no fue el más propicio; sin embargo, habría que sopesar hasta dónde influyeron las causas externas (falta de apoyo estatal, prolongado periodo de posguerra) y hasta dónde la internas (condiciones institucionales –falta de planificación, políticas, reglamentos y cultura de investigación, entre otras). Al interior de la UES, los esfuerzos institucionales por ordenar el posgrado no estaban dando los resultados deseados. Al menos eso es lo que se desprende de las siguientes afirmaciones:

La Universidad de El Salvador hasta el momento [año 2000] no ha desarrollado una política de posgrado a la cual respondan sus distintas unidades. Se han hecho algunos intentos por generar un Reglamento de Postgrado, el último de ellos preparado por los miembros del Consejo de Postgrado de la antigua Secretaría de Docencia, Investigación, Postgrado, y Proyección Social, la cual después del análisis de la Fiscalía de la Universidad, no logró llegar al Consejo Superior Universitario. (Universidad

de El Salvador, 2000, p. 76).

La cita anterior evidencia dos cosas: la primera en el plano formal, a más de dos décadas de haber surgido el primer programa de maestría, la UES no había logrado desarrollar políticas y normativas que contribuyeran al desarrollo del posgrado, en su defecto se aplicaba lo reglamentado para el pregrado; la segunda, el posgrado como tal no había alcanzado suficiente entidad e importancia institucional como para autonomizarse de otras unidades académicas, ya que formaba parte de una súper y amplia secretaría: la Secretaría de Docencia, Investigación, Postgrado, y Proyección Social.

La memoria de labores del año 2000 comunica la meta de organizarlo administrativamente, se explicita la necesidad de darle una alta prioridad al posgrado, hasta el punto de considerar dotarla “de su propia estructura académica en la que [se] garantice una alta calidad educativa y una producción científica de buen nivel.” (Universidad de El Salvador, 2000, p. 77). En ruta a la organización de la educación de posgrado es importante considerar el 2004 como un año clave ya que se crea la Coordinación del Sistema de Posgrado y el Consejo Provisional de Posgrado. La primera se creó con una visión de largo plazo: “esta unidad que esta [sic] llamada a convertirse en una Secretaría y dependiendo de su desarrollo en el futuro en una Vice – Rectoría de Postgrado [y la segunda] se conformó con un representante de cada Facultad en donde existen postgrados.” (Universidad de El Salvador, 2004, p. 44). De acuerdo a la fuente consultada, también durante este año se inició la formulación del Plan Estratégico de Posgrado y el fortalecimiento de los subsistemas, aunque el primero no se formuló y del segundo no se hace alusión en las memorias de labores de años posteriores.

Para el año 2006, se había establecido en la comunidad universitaria, pero sobre todo en los órganos de gobierno central y de facultades

la idea del posgrado como una fuente extra de recursos económicos. Esta concepción, más pragmática que académica, desatendía las potencialidades del posgrado como vía para impulsar el desarrollo académico de la UES en la actividad de investigación y profesionalización de su personal docente. Fuentes primarias consultadas reportan que “en nuestra Universidad aún se consideran los cursos de postgrado como actividades que permiten obtener fondos adicionales, como un complemento del pregrado, e incluso se ha llegado a acuñar el calificativo de actividades productivas.” (Universidad de El Salvador, 2006, p. 74). Tal concepción de la educación de posgrado se materializa al declarar cada programa de formación un proyecto auto sostenible, el cual si bien está parcialmente financiado por la universidad su sostenimiento principal depende de las cuotas de matrícula y escolaridad del estudiantado.

Esta concepción de auto sostenibilidad y fuente extra de recursos financieros para la UES limitó desde un principio la posibilidad de implementar un programa de becas institucionales internas⁸ para profesionalizar al personal docente. Está claro que un programa de becas para fortalecer la docencia debía contar con suficiente financiamiento, el cual, al ser considerado como gasto en vez de inversión, no atendía las necesidades de desarrollo académico institucional, sobre todo en esta década en que el personal docente tuvo un crecimiento significativo.

Una fuente documental consultada reporta que en el año 2000 el número de docentes era de 1670 y para el año 2004, la UES contaba con 2243⁹. De este total, sólo 36 docentes gozaban de una beca internacional para estudios de posgrado. Este dato reflejaba la ingente

necesidad de aprovechar los programas de posgrado propios a fin de profesionalizar la praxis docente y fortalecer el desarrollo académico de la UES. Cómo esta falta de proyección afectó al sector docente solo puede ser justipreciado si se toma en cuenta que para el año 2015 “La Planta Docente de la UES, clasificada por grado académico, muestra que 511 docentes (25%) han realizado estudios a nivel de posgrado, 1491 (74%) tiene estudios a nivel de pregrado y 21 (1%) a nivel técnico” (Universidad de El Salvador. Secretaría de Planificación, 2017, p.64). En otras palabras, en aras de la autosostenibilidad y la captación de recursos financieros, la UES ralentizó su desarrollo académico docente por más de una década.

Una tesis de maestría del año 2006, cuyo objetivo era la creación de un modelo de evaluación de posgrado, documenta que para entonces la UES no contaba con ningún programa de posgrado acreditado (Menjivar & Pleites, 2006). Si bien la UES para este año había actualizado algunos planes de estudio de posgrado¹⁰, el proceso de evaluación que condujo a tales actualizaciones, a falta de una reglamentación específica, se debió realizar apegado a la normativa del pregrado, debilitando con ello el “control de la calidad de los mismos y de los criterios de evaluación con que funcionan” (Ávalos, 2010, p.168), pues entre el diseño y la gestión de tales programas existen diferencias con el pregrado, como las hay entre sus funciones de docencia e investigación. La evaluación de los planes de estudio de posgrado constituía para entonces una necesidad crítica no sólo para su desarrollo académico en el plano institucional, sino de cara a la posibilidad de la acreditación de tales programas, sobre todo porque la Dirección de Educación Superior del Ministerio de Educación ya realizaba este tipo de procesos en el país, y en la región desde 1995 funcionaba

8 Las becas en su mayoría son para programas internacionales,

9 “Memoria de labores de la Universidad de El Salvador” del año 2004, p. 52.

10 Por ejemplo, el de Maestría en Salud y el de Gestión Hospitalaria.

el Sistema Centroamericano de Evaluación y Acreditación de la Calidad Educativa (SICEVAES) articulado por el Consejo Superior Universitario Centroamericano (CSUCA).

Para 2008, durante la gestión del ingeniero Rufino Antonio Quezada Sánchez se formó la Dirección de Posgrado, lo que supone a nivel de gestión una mayor entidad administrativo-académico que la anterior coordinación, aunque este incremento entitativo no se tradujera en mayor eficiencia y efectividad. Por lo menos no en los aspectos que se describen a continuación. Durante ese año se reformula el Reglamento General de Posgrados, lo que supuso un “importante avance de carácter normativo que esperamos se apruebe a la mayor brevedad posible”. (Universidad de El Salvador, 2008, p. 72). Por alguna razón, el proyecto del reglamento en la gestión anterior ya se había presentado a la Asamblea General Universitaria sin lograr su aprobación. Para el 2008, la UES tenía ya 30 años de estar ofertando posgrados, sin tener articulado un plan estratégico de desarrollo, o políticas y normativas específicas.

En agosto del año 2010, la AGU¹¹ aprueba el Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado. Este logro es significativo para el desarrollo del posgrado en la UES, pues a partir de esa normativa se ordena la creación de la Secretaría de Posgrado y el Consejo de Posgrado. El proceso de desarrollo y organización administrativa del posgrado se ilustra en las Figura 2, en la que se ilustra los dos niveles de gestión académica del posgrado a partir del año 2004 culminando en el año 2010 con la creación de la Secretaría de Posgrado, además se incorpora la aspiración que desde el año 2004 se menciona a propósito de la creación de una vicerrectoría de posgrado.

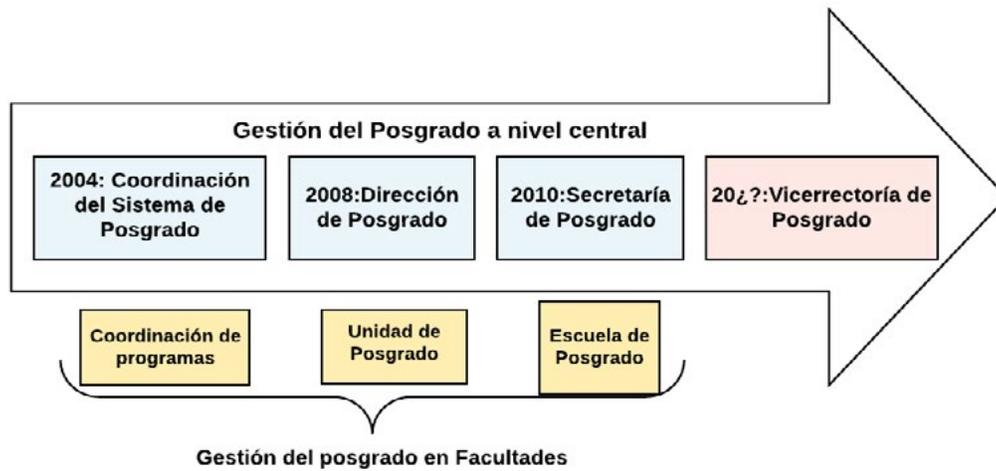
La importancia de la aprobación del reglamento de posgrado radica en que por fin este adquiere legalmente estructura y funcionamiento al ser concebido como sistema de estudios. Sistema que será a partir de entonces gestionado tanto desde la administración central (Vicerrectoría Académica, Consejo de Posgrado, Secretaría de Posgrado) como desde las facultades (Escuela de Posgrado, Comité Académico de Posgrado, Unidades de Posgrado y Coordinaciones de Programas). La Figura 3 esquematiza la organización del sistema de estudios de posgrado a partir de lo dictaminado por el reglamento de posgrado.

La entrada en vigencia de este reglamento, sin embargo, no guardó coherencia con la realidad de los diferentes programas de posgrado en la UES, al no visualizar las inevitables dificultades que el nivel central y las facultades enfrentarían al implementar efectivamente todas sus disposiciones. Esto significa que la aplicación cabal del reglamento no fue inmediata. Así, desde el nivel central, el cuerpo colegiado creado para contribuir al desarrollo de este nivel de estudios (el Consejo de Posgrado), no fue ni ha sido funcional desde su creación: las memorias de labores no reportan reuniones ni resultados de su trabajo en lo referente a la promoción, organización, coordinación y evaluación del posgrado y de su vinculación con la investigación.

En la misma tesitura, el reglamento de posgrado refiere la creación en cada facultad de una escuela de posgrado. A pesar de esto, para algunas facultades dicha exigencia no fue ni ha sido posible concretarla, y los diversos programas de formación se gestionan desde una coordinación o una unidad de posgrado. El reglamento entró en vigencia en el año 2011, y cuatro años más tarde, de las doce Facultades, seis habían creado Escuelas de Posgrado (facultades de Medicina, Ingeniería y Arquitectura, Ciencias y Humanidades,

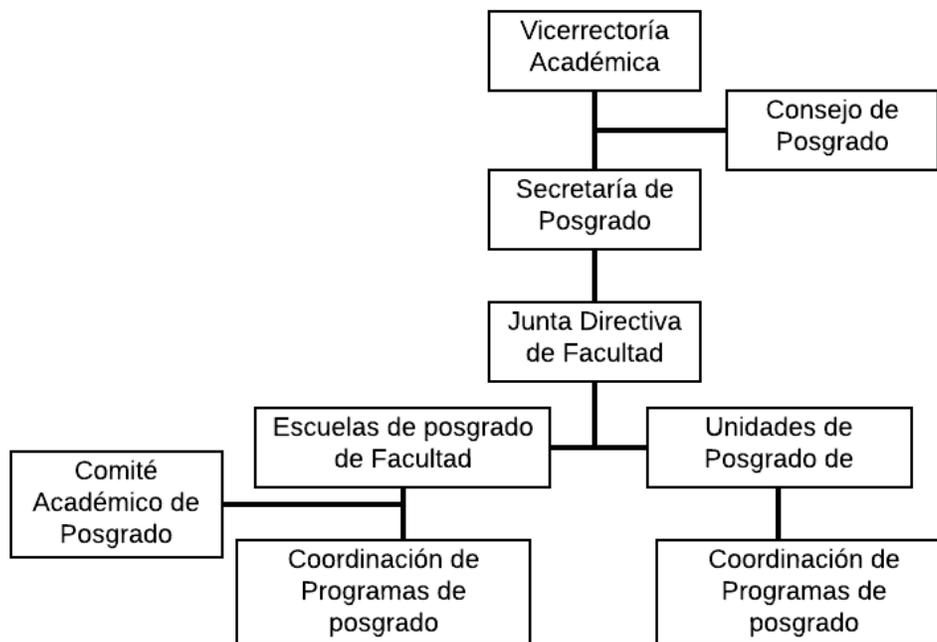
¹¹ Asamblea General Universitaria, acuerdo N°57/2009 – 2011 (VII), 27 de agosto del 2010.

Figura 2. Desarrollo de la gestión académica del posgrado en la UES.



Fuente: elaboración propia a partir de memorias y normativa institucional.

Figura 3. Organigrama del Sistema de Estudios de Posgrado en la UES.



Fuente: elaboración propia a partir del Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de El Salvador

Odontología, Ciencias Agronómicas y Multidisciplinaria de Oriente); tres facultades tienen unidades de posgrado (Jurisprudencia y Ciencias Sociales, y Multidisciplinaria Paracentral y Multidisciplinaria de Occidente); y tres facultades administran los programas de posgrado a través de coordinadores (Ciencias

Económicas, Ciencias Naturales y Matemática y Química y Farmacia). (Universidad de El Salvador. Secretaría de Planificación, 2017, p. 69).

Las afirmaciones que hacía la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas en 2010

con respecto a las dificultades (subrayadas por el autor de este trabajo) para la creación de escuelas de posgrado son generalizables a otras facultades en el sentido de que:

puede verse de forma positiva si se afronta como una oportunidad o como un reto, pues habrá que superar la falta de recursos que se ha experimentado en el pasado para las unidades de postgrado de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. En general se puede señalar que no se tienen los recursos mínimos de equipo y personal docente para cubrir la demanda de académicos con posgrado, (...).¹²

Que no se contará con los recursos suficientes para sostener un programa de posgrado resulta cuestionable pues estos se habían creado bajo la forma de proyectos autosostenibles, con miras a la rentabilidad. La falta más bien pudo deberse a una gestión poco eficiente y estratégica ya que los recursos generados por el posgrado eran (como son en el presente) empleados para otros menesteres en cada facultad. La cita también alude a una limitación persistente en los posgrados desde su origen: la falta de una planta docente calificada de tiempo completo, tal y como lo recomienda el reglamento en su artículo 14.

Para desarrollar con calidad los estudios de posgrado en una universidad, es fundamental contar con un personal académico idóneo (docentes, tutores, asesores de tesis, investigadores). A pesar de esta convicción, y de lo estipulado en su reglamento de posgrado, la UES no logró en la primera década del siglo XXI contar con un programa de posgrado que tuviera una planta docente de tiempo completo, a diferencia del pregrado que siempre la ha tenido.

La mayoría de docentes que han laborado en los programas de posgrado lo han hecho

¹² Memoria de Labores de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas del año 2010, p. 99. (Universidad de El Salvador, 2010a)

bajo la modalidad “hora clase”, por lo que se circunscriben a cumplir con su carga académica, ya sea como docente o asesor de tesis. Esta circunstancia puede interpretarse como una limitante para que los estudios de posgrado se articularan con la actividad de investigación; limitante que se ha manifestado en la ausencia de proyectos de investigación institucionales en que participen estudiantes de posgrado junto con sus docentes, tutores o asesores de tesis. Al mismo tiempo, esta falta de personal académico de tiempo completo restringió las posibilidades de desarrollar agendas y líneas de investigación, así como sus respectivos y consecuentes órganos de divulgación tales como revistas, cuadernos científicos, audiovisuales con contenido científico, o bien espacios extra-curriculares de comunicación e intercambio científico como simposios, coloquios, seminarios, congresos, o redes de investigación.

Otra exigencia del reglamento de difícil realización por algunas facultades tiene que ver con los procesos de evaluación de los planes de estudio de posgrado¹³. Las evaluaciones curriculares que refiere el reglamento no se realizaron de forma sostenida y sistemática, de acuerdo a una política o un plan general. Esto se evidencia al tomar en cuenta que para el año 2015, el posgrado contaba con 5 programas vigentes de maestría anteriores al año 2000 y 39 programas de posgrado –entre maestrías, especialidades y doctorados–, de los cuales los más actualizados (2015) corresponden al de las especialidades médicas (Universidad de El Salvador. Secretaría de Planificación, 2017, pp. 223-225).

CONCLUSIÓN

Aunque es importante que al final de la primera década del siglo XXI el posgrado logró

¹³ Artículo 33 del Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de El Salvador.

ser organizado desde el nivel central, bajo la forma de un sistema de estudios, es necesario reconocer que tal organización no fue ni ha sido del todo eficiente y efectiva. Primero, porque el sistema no logró generar un marco de políticas y planes estratégicos institucionales¹⁴; segundo, la gestión de este nivel académico se ha centrado en planes operativos ideados desde cada facultad de modo que como institución el sistema de posgrado aún no termina de integrarse; tercero, la evaluación de los programas de posgrado, se ha realizado sin un norte general y planificado, provocando con ello limitaciones a sus posibilidades de desarrollo, en tal sentido es significativo que en el año 2009 se planteara que “La falta de un proceso de evaluación permanente de los posgrados no permite que los mismos avancen, ni se puedan crear condiciones para su acreditación regional”¹⁵; cuarto, a pesar de los avances antes mencionados, no se logró vincular el posgrado con los procesos de investigación institucional, tampoco se logró instaurar en los programas de formación de posgrado una planta mínima de profesores, asesores e investigadores de tiempo completo.

En el año 2010 culmina un largo y dificultoso proceso de organización de la educación de posgrado en la Universidad de El Salvador. Largo porque transcurrieron 43 años desde que se ofrece la primera carrera de posgrado hasta definirlo como un sistema de estudios; dificultoso, porque al no haberse planificado desde el nivel central con carácter estratégico, la oferta académica de posgrado de cada facultad se gestionó según sus propias posibilidades. Para algunas facultades el resultado ha sido relativamente positivo pues lograron mantener vigente algunos y crear

nuevos programas de posgrado y finalmente organizar su Escuela de Posgrado; en cambio, otras aún no logran ofrecer más de uno o dos programas de posgrado y tampoco han podido crear su escuela.

Es argumentable que esta situación de desigual desarrollo del posgrado en las facultades tenga a la base como se ha sugerido en este trabajo una concepción del posgrado como un proyecto autosostenible y de captación de recursos financieros. En la misma tesitura, el predominio de un posgrado con fuerte tendencia desde sus orígenes hacia la profesionalización es el resultado de una gestión del posgrado como empresa educativa, muy en correspondencia con el modelo económico neoliberal imperante. Las maestrías surgieron de manera acelerada y contribuyeron a resolver la necesidad de elevar los niveles educativos superiores en el país, pero se percibe la ausencia de un plan que orientase la formación especializada en las diferentes áreas del conocimiento. (Avalos p.168). No resulta extraño entonces que en la UES ningún programa de formación de posgrado tenga docentes, asesores e investigadores de tiempo completo que puedan sostenerlos y potenciarlos académicamente; la figura que predomina es la de contratación de docentes hora clase ya que esto resulta a la larga más rentable económicamente, aunque se lleve de paso la investigación y la proyección e impacto social que podría tener el posgrado tanto institucional como nacionalmente.

Por otro lado, pensar el posgrado como un nivel separado del pregrado, y desarticulado de los procesos de investigación es coherente con el modelo tradicional de universidad que ha imperado en la UES desde su fundación: napoleónico, profesionalista, centrado en las disciplinas y la docencia. Desde el punto de vista epistemológico, la formación de posgrado en la UES ha alimentado y se ha retroalimentado de la especialización, olvidando el componente

14 Al año 2020 el Sistema de Estudios de Posgrado no funciona regularmente, en parte debido a que la Secretaría de Posgrado no cuenta con funcionario al frente de esta unidad.

15 Memoria de Labores de la Universidad de El Salvador del año 2009, p. 82.

de interdisciplinariedad, sobre todo aquellos posgrados orientados a la profesionalización de un área específica del saber.

A partir de lo anterior, el posgrado en la UES se plantea como un objeto de investigación importantísimo para el desarrollo institucional y social. Como afirma Tognó (2001) “un programa de posgrado es una realidad social y como tal está construido por una red de relaciones, con una vida intelectual y social institucionalizada” (p.25), en tal sentido, aspectos como la adecuación eficiente de los programas de posgrado a la normativa que los rige, su eficiencia terminal, su articulación a los procesos de investigación, su financiamiento, la internacionalización, acreditación y homologación de sus programas de estudio, la caracterización de sus actores y los aportes reales que a la sociedad ofrece la UES con esta oferta académica, son solo algunas líneas de investigación que podrían desarrollarse en el futuro cercano.

REFERENCIAS

- Asamblea Legislativa. (1995). *Ley de Educación Superior (1995)*. Diario Oficial No. 236, Tomo No. 329.
- Asamblea Legislativa. (2004). *Ley de Educación Superior (2004)*. Pub. L. No. DECRETO No. 468.
- Ávalos, B. (2010). *Análisis histórico del desarrollo académico de la Universidad de El Salvador 1950-2003* [Tesis de Licenciatura]. Universidad de El Salvador.
- Ávalos, B. (2018). Humanización e industrialización:1950-1962. En *Integración y Reformas 1948-2010*. Imprenta Universitaria.
- Beck, U. (2008). *¿Qué es la globalización?* (1a edición en Colección de Bolsillo). Paidós.
- Castell, M. (1999). *Globalización, identidad y Estado en América Latina*. Chile: PNUD.
- Didriksson, A., & Gazzola, A. L. (2008). *Tendencias de la Educación Superior en América Latina y el Caribe*. IESALC-UNESCO.
- Esquivel, J. (2002). *La Universidad hoy y mañana. El posgrado latinoamericano*. Plaza y Valdés.
- Medina, E. (2015). La investigación en los posgrados académicos y profesionalizantes en Honduras. *Paradigma: Revista De Investigación Educativa*, año 21(35), 33-53.
- Menjivar, P., & Pleites, J. (2006). *Modelo de evaluación para los posgrados de la Universidad de El Salvador, caso específico: Maestría en Administración de Empresas y Consultoría Empresarial (MAECE)* [Maestría]. Universidad de El Salvador.
- Morlesi, V. (2004). *La educación de posgrado en Venezuela, panorama y perspectivas*. IESALC-UNESCO.
- Pacheco, T. (1994). *La organización de la actividad científica en la UNAM*. Miguel Ángel Porrúa.
- Picardo, J. (1999). *La reforma de la historia y la historia de la reforma (La reforma educativa en marcha en El Salvador)*.
- Rama, C. (2006). *La tercera Reforma de la educación superior en América Latina*. Fondo de Cultura Económica.
- Rama, C. (2007). *Los postgrados de América Latina en la sociedad del conocimiento* (1.ª ed.).
- Sánchez, J. (2008). Una propuesta conceptual para diferenciar los programas de postgrado profesionalizantes y orientados a la investigación. Implicaciones para la regulación, el diseño y la implementación de los programas de postgrado. *Ciencia y Sociedad*, XXXIII(3,), 327-341.
- Sol, R. (2003). *Reformas y tendencias de cambio*

en las Instituciones de Educación Superior en Centroamérica". IESALC/UNESCO.

Stigendal, M., & Novy, A. (2018). Founding transdisciplinary knowledge production in critical realism: Implications and benefits. *Journal of Critical Realism*, 17(3), 203-220. <https://doi.org/10.1080/14767430.2018.1514561>

Tognó, E. (2001). El posgrado de la Facultad de filosofía y letras de la UNAM y sus actores. En *Pensar el posgrado. La eficiencia terminal en ciencias sociales y humanidades de la UNAM* (pp. 25-33). Plaza y Valdés.

Tovar, B. (2017). La teoría del capital humano llevada a la práctica en las ciudades de aprendizaje. *Nóesis*, 26(51), 45-56.

UNESCO. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*.

Universidad de El Salvador. (2000). *Memoria de Labores 2000*.

Universidad de El Salvador. (2004). *Memoria de Labores 2004*.

Universidad de El Salvador. (2006). *Memoria de Labores 2006*.

Universidad de El Salvador. (2008). *Memoria de Labores 2008*.

Universidad de El Salvador. (2010a). *Memoria de Labores de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas*.

Universidad de El Salvador. (2010b). *Memoria de Labores de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura*.

Universidad de El Salvador. Secretaría de Planificación. (2017). *Diagnóstico Institucional 2016*. Universidad de El Salvador.



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



La reforma universitaria en El Salvador: contexto social y político 1963-1980

University reform in El Salvador: social and political context 1963-1980

Luis Antonio Tobar-Quintero¹

Correspondencia:
luis.tobar@ues.edu.sv

Presentado: 17 de agosto de 2020
Aceptado: 14 de septiembre de 2020

¹ Sociólogo. Egresado de la Maestría en Estudios de Cultura Centroamericana, Opcion Literatura. Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador.

RESUMEN

El estudio sobre la universidad ha tomado importancia durante los últimos 50 o 60 años en El Salvador y la región. Desde el Cordobazo en 1918, las discusiones sobre la educación pública fueron tema de debates en distintos momentos del siglo XX. El objetivo del presente artículo es examinar los principales aportes de la reforma universitaria a la educación superior en El Salvador en 1963-1968, desde la historia social e institucional de la educación propuesta por el profesor colombiano Reinaldo Rojas, tomando como elementos complementarios, los factores sociales y políticos que influyeron en la misma.

Palabras claves: Reforma universitaria, Educación superior, Guerra fría, factores sociopolíticos, Movimiento estudiantil.

ABSTRACT

The study of the university in the country and region has become important in the last 50 or 60 years. Since the "Cordobazo" in 1918, debates about public education arose at different times in the 20th century. Therefore, the objective of this article is to present the main contributions of the university reform to higher education in El Salvador during 1963-1968, from the social and institutional history of education proposed by the Colombian professor Reinaldo Rojas, taking as complementary elements, the social and political factors that influenced it.

Key words: University reform, Higher education, Cold war, Sociopolitical factors, Student movement.

INTRODUCCIÓN

El estudio sobre la universidad ha tomado importancia durante los últimos 50 o 60 años en El Salvador y la región. Desde el Cordobazo en 1918, las discusiones sobre la educación pública surgieron en distintos momentos del siglo XX, particularmente los cambios en la democratización, acceso de más estudiantes, entre otros, le puso un rumbo distinto al desarrollo del hombre y la mujer, es decir, la formación académica sufrió un cambio sustancial.

El papel de las instituciones y de los intelectuales que surgieron en la Edad Media, fue generando la necesidad de expandir la educación, vinculada a la mejora de las condiciones de las sociedades en que se fundaban. La reforma universitaria de los años sesenta, está vinculada con replantear el papel jugado por la educación superior y sus profesores.

Asimismo, la universidad ha pasado por distintas reformas en su historia, las primeras en fundarse se ocuparon de la docencia. En el siglo XIX y XX da un salto de calidad hacia la investigación y los últimos modelos aparecidos en el XX muestran un viraje a la formación de profesionales. En tal sentido, López (2015), expresa que la educación superior sufrió muchas críticas al volverse un modelo estático, transitando por distintas etapas que la volvieron una institución mercantilista, con muy poca investigación.

El objetivo del presente artículo es examinar los principales aportes de la reforma universitaria a la educación superior en El Salvador en 1963, desde la historia social e institucional de la educación propuesta por el profesor colombiano Reinaldo Rojas, tomando como elementos complementarios, los factores sociales y políticos que influyeron en la misma. Morín (2002), ha planteado que la reforma

dentro de la universidad debe proporcionar profesores actualizados a las nuevas demandas y del mismo modo debe ir más allá de esto, la formación de una actitud investigativa creadora de un pensamiento complejo dentro de la misma.

La Guerra Fría en El Salvador

La Guerra Fría ocurrió en un contexto político ajeno a la realidad latinoamericana y centroamericana, tuvo efectos en la región a través de diversos conflictos políticos. Pettina (2009) plantea:

“El término Cold War, acuñado por el escritor británico George Orwell y retomado por el ensayista estadounidense Walter Lippmann, a quien se debe su popularidad para un público más amplio, fue efectivamente pensado para describir el conflicto que surgió entre Moscú y Washington, después de la Segunda Guerra Mundial, en torno al control de Europa...“(p. 15)

En 1950, cinco años de finalizada, la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos y la Unión Soviética se enfrentan en el primer gran conflicto, la guerra de Corea. Del mismo modo, en América Latina dicho fenómeno se mostró con la lucha por derrocar a muchos caudillos que se habían instalado con las dictaduras militares. El primer gran conflicto que reflejó esa lucha política fue la Revolución Cubana de 1959, encabezada por Fidel Castro y otros guerrilleros los cuales derrocaron a Fulgencio Batista.

Tobar (2017) sostiene que la URSS recobró su interés en América Latina después de la Segunda Guerra Mundial y, sobre todo, del triunfo de la Revolución Cubana. La alianza tomó mucha importancia cuando los cubanos permitieron la instalación de misiles a los soviéticos en 1961, año también en el cual se

divide el mundo, bajo el telón de acero.

En Centroamérica, las dictaduras militares eran muy inestables y el gobierno de los Estados Unidos encontró una forma de enviar ayuda con la intención de borrar la idea del comunismo de la población. Además, dicho contexto estuvo marcado por la política del buen vecino impuesta por los estadounidenses desde principios de la década de 1940, para intervenir en los países bajo la lógica de la doctrina Monroe. Suarez y García (2008) exponen:

“La política del ‘Buen Vecino’ fue sustituida por la ‘política de socios en la guerra’. La imprecisión de esa denominación puede argumentarse, entre otras cosas, con la manera oportunista en que el gobierno estadounidense utilizó ese conflicto bélico con vistas a lograr la aceptación tácita o expresa de la mayor parte de los gobiernos latinoamericanos y caribeños de los principales presupuestos de la doctrina Monroe...” (pp. 73-74)

En la década del 60, en la Universidad de El Salvador se vivía una convulsión social en la que diversos grupos de izquierda buscaban un cambio en el manejo de la institución, lo cual iba a marcar el rumbo de la educación superior hasta la década del 70. Del mismo modo, las ideas de la Revolución Cubana estaban filtrándose en la sociedad, por lo que, Estados Unidos promovió un golpe en la Junta Revolucionaria de Gobierno, debido a que se les consideraba de un orden progresista, influenciado por las ideas comunistas. A la luz del análisis realizado por Ching y Lindo (2017), en este tiempo sucedió un conflicto entre los jóvenes militares y las élites cafetaleras.

Por otro lado, Turcios (2018) establece que la crisis del modelo modernizante ha llegado a una etapa no experimentada desde las elecciones de 1950, cuando el coronel Osorio llegó al poder a través del voto. Las contradicciones

del modelo, planteó la inviabilidad de gobernar poniendo la carga sobre el pueblo salvadoreño. Además, el fenómeno de la Guerra Fría trajo una serie de consecuencias para los países latinoamericanos, bajo la lógica un discurso anticomunista impuesto de los países capitalistas a la dirigencia militar y partidaria.

Al realizar un análisis minucioso sobre la Guerra Fría, Ribera (2006), lo sitúa posterior a la segunda guerra mundial y dentro del conflicto este-oeste, al expresar:

“A pesar de haber sido aliados frente a la Alemania nazi y del acuerdo para un nuevo orden mundial, alcanzado en consecutivas conferencias presidenciales en Teherán, Moscú, Potsdam y Yalta, las potencias vencedoras guardaban una profunda desconfianza mutua. George Kennan, embajador de Estados Unidos en Moscú, envió en 1946 un larguísimo telegrama a su gobierno, donde proponía adoptar una política de ‘contención’ a fin de frenar la “expansión” que, según su apreciación, constituía la estrategia de Stalin ...” (p. 640)

La Alianza para el Progreso fue una respuesta para contrarrestar las ideas comunistas, evitar la llegada de ideas subversivas y apaciguar el descontento de las minorías en El Salvador. Al interior de la Universidad, el ambiente era muy convulso y la necesidad de un sistema educativo crítico era necesario. Toda esta serie de eventos, culminó con la llegada de la guerra civil al país; la toma de la Universidad en 1972 y 1980 expresaba el nivel de polarización de la sociedad salvadoreña.

Contexto socio-político 1970-1980

El año de 1970, en la sociedad salvadoreña fue clave para definir el rumbo del país, es decir, determinó el cambio sociopolítico que ocurriría una década más tarde. Se podría afirmar que fue el final de una *belle époque* causante de

grandes desigualdades. En otras palabras, fue el fin de lo que Guidos (1982), llamó “los frutos de mayor esperanza”, debido a la crisis presentada por la sociedad salvadoreña.

Asimismo, fue una década convulsa, donde las organizaciones de izquierda fueron creando grupos de choque contra el gobierno. En 1970 se fundan las FPL, por parte de ex miembros del Partido Comunista aliado de la doctrina sobre la coexistencia pacífica impuesta por los soviéticos. En 1974 se fundan el Frente de Acción Popular Unificada (FAPU), el Bloque Popular Revolucionario (BPR) en 1975 y las Ligas Populares “28 de febrero” (LP-28) en 1977, entre otras. Esta década y la del ochenta fue catalogada por Menjívar (2007), como “tiempos de locura”, debido a que toda la desestabilización social consecuencia de una historia llena de desigualdades y represión, acabarían con el surgimiento de la guerra civil.

La misma idea es compartida por Torres-Rivas (2008), cuando expone, “nuestra clase dominante ha demostrado desde hace mucho tiempo una incapacidad estructural para resolver adecuadamente los efectos sociales y políticos que produce el tipo de crecimiento económico ...” (p. 126) Es decir, los problemas que genera el estilo de desarrollo impuesto por los intereses de la burguesía local y del gran capital internacional.

Con base a lo anterior, 1980 fue la culminación de décadas de desigualdad social, represión y persecución política por parte de los regímenes militares en El Salvador y Centroamérica. En materia educativa significó el cierre de la Universidad de El Salvador por cuatro años, el asesinato de su rector, Ingeniero Félix Antonio Ulloa y el asesinato de Monseñor Óscar Arnulfo Romero por los escuadrones de la muerte. Esta serie de sucesos desataría la violencia política en el país, hasta la firma de los Acuerdos de Paz en 1992.

De igual manera, sería catalogada como la más violenta por sus implicaciones políticas-ideológicas; el FMLN lanza la primera gran ofensiva, con la intención de que el pueblo se incorporará a la lucha social por cambiar el sistema político existente. Al interior del alma mater se vive un fervor de organización social por parte de los estudiantes, trabajadores y profesores, muchos de los cuales serán parte importante en la guerra. El papel de la Universidad pues, será importante para denunciar las injusticias cometidas durante las décadas anteriores.

La Editorial de la revista “La Universidad” (2013), plasmaría esto al referirse a la época al exponer, “Durante el largo periodo de la Guerra Popular Revolucionaria (1980-1992) la UES asumió su papel como conciencia crítica de la sociedad y como uno de los pilares más sólidos del movimiento y la lucha popular...” (p. 62)

La Educación Superior en El Salvador 1963-1980

Comprender la Educación Superior desde la década de los sesenta hasta los años ochenta, es hablar del periodo de la época de oro de la única universidad pública en El Salvador y consecuentemente de su mayor desarrollo científico-académico. Tampoco se puede ignorar que la década del setenta fue la entrada en crisis del modelo de la reforma universitaria de 1963, impulsada por Fabio Castillo Figueroa. Desde la década de 1930, se empezaba a discutir la necesidad de una reforma profunda en la universidad. Navarrete (1972), quien llegaría al puesto de rector, haría énfasis en dicha necesidad, al mencionar:

“Toda reforma en la enseñanza debe hacerse de verdad, es decir, sobre la realidad, a conciencia y en serio. No importa que esa reforma sea exigua: ella será grande si responde a las posibilidades del momento.

De lo contrario, innovar solo por innovar sería caer en el charlatanismo; todo se volverá farándula, pedantería, exhibicionismo, que en definitiva no conducen a nada sólido y perdurable...” (p. 29)

Lo anterior hace referencia a un cambio de las reformas que se hacía necesario en la institución, ideas que se van a complementar con dos hechos sucedidos en 1948 y que cambiaron el rumbo del país y de la UES, estos son: el primero fue el inicio de la etapa modernizadora y un cambio en el rumbo del autoritarismo militar iniciado con Martínez en 1931 y el segundo la Fundación de la Facultad de Humanidades por el rector Dr. Carlos Llerena, quien había regresado del exilio en 1944. Turcios (2018) expone:

“El 14 de diciembre de 1948 un grupo de jóvenes militares encabezó el Consejo Revolucionario de Gobierno y formó una nueva alianza de poder con intelectuales y empresarios. El golpe de estado del 14 de diciembre proclamó la revolución y las movilizaciones a favor del grupo dirigente fueron casi como las de 1944” (p. 31)

Así también, al explicar los inicios de la Facultad de Humanidades, Álvarez y Prada (2010) expresan que dicha fundación estuvo inspirada en las ideas de Córdoba de 1918, es decir, producto de la ola democratizadora y de las necesidades de formar humanistas en la máxima casa de estudios del país. Las ideas del gobierno para ese momento se habían filtrado en algunos grupos al interior de la universidad, por tal razón, cuando en 1950 Carlos Llerena (1944-1950) buscó la reelección la AGEUS se volcó en contra.

Herrera (2008) plantea una serie de propuestas que conllevó la construcción de la universidad a principios de los años cincuenta, enumerando las principales exigencias de los estudiantes y académicos, entre ellas:

“La reacción contra un positivismo reduccionista de lo humano que, en ese momento, peligraba con fortalecerse bajo concepciones desarrollistas; la concepción de un alma máter integral, donde el estudiantado se convertía en parte constitutiva de su esencia al igual que los catedráticos; la apuesta por la cultura y la crítica a la idea de universidad como «fábrica» de profesiones.” (p. 666)

Esta nueva visión de entender la universidad creció rápido y logró cambios importantes para mejorar la educación superior en El Salvador, hasta llegada la década del sesenta, cuando los ideales de 1950 se cumplieron mediante la llamada “reforma universitaria”. Hasta esta época los gobiernos de turno habían tenido influencias en la elección de las autoridades, la relativa autonomía ganada en 1950 no fue del todo permitida.

La revolución del 48 trajo consigo muchas reformas a la constitución y mejoras sociales; sin embargo, la represión hacia la población estuvo presente de manera sistemática. La universidad se convirtió en el referente de la izquierda salvadoreña, muchos de sus catedráticos y autoridades fueron reprendidas, las ideas de la Guerra Fría y el triunfo de la Revolución Cubana hizo que cualquier manifestación se considerara como una expresión subversiva. Aparecieron en este momento, movimientos estudiantiles vinculados a la izquierda como Acción Estudiantil Universitaria (AEU) y de derecha, Acción Católica Universitaria (ACUS). A este conjunto de ideas expresadas por diferentes movimientos provenientes de la reforma de Córdoba de 1918, se le unió el más grande proyecto de reforma universitaria en El Salvador.

La etapa progresista de la universidad se caracterizó en 1963, por una toma de conciencia sobre el papel de los estudiantes y profesores en la educación y su accionar en la sociedad.

Valle (1993), al ser uno de los protagonistas de la reforma, en su tiempo de estudiante organizado, al referirse al proyecto expresa, “en estas condiciones, hay otro proceso que considero importante mencionar en la evolución del decenio de 1960; es lo que podemos llamar, simplistamente, el Movimiento de Reforma Universitaria...” (p. 68)

La importancia de este decenio significó muchos avances en materia de educación superior en la única universidad pública y del país hasta entonces. La reforma mencionada implementó un modelo de universidad innovador hasta la época en Centroamérica, donde las funciones de la docencia, la investigación y la participación estudiantil en el gobierno universitario tuvo un éxito, entre ellos: la construcción de la Ciudad Universitaria, creación de programas de bienestar estudiantil, intercambios académicos, becas de pregrado y posgrado, creación de facultades, entre otros.

Tomando en cuenta el aporte de los cambios en las facultades, la Facultad de Humanidades sufre una transformación en 1969, cuando esta pasa a llamarse Facultad de Ciencias y Humanidades por acuerdo del Consejo Superior Universitario, en la que se integraron los Institutos de Ciencias Naturales y Matemáticas y el Instituto de Humanidades y Ciencias Sociales. Asimismo, se crea el Departamento de Sociología y la carrera de Filosofía y Letras que era una sola y desde esta fecha se divide en Departamento de Filosofía y Departamento de Letras.

Otro de los aportes y no menos importante, fue la democratización de la Universidad, con la inauguración de nuevos campus en Santa Ana en 1965 y San Miguel en 1966. Esto permitió la aceptación de 1000 estudiantes en 1960 a 3000 en 1965-70. Muchas figuras académicas tomaron la dirección de distintos departamentos y facultades. Así, por ejemplo: Manuel Luis Escamilla, Alejandro Dagoberto

Marroquín, Jorge Arias Gómez, Rafael Menjívar Larín, profesores brillantes de la época que acompañaron a Fabio Castillo. En el caso de Escamilla, citado por Tunnerman (1980), al escribir sobre los principales aportes de la reforma en la institución planteaba:

“La reforma no podría ser definida más que a condición de hacerlo en dos estratos diferentes, uno referido a los sistemas pedagógicos docentes y otro a los estudiantes. El profesor y el estudiante son las dos raíces básicas de la Universidad y a ellas va dirigida la reforma. Pero como la naturaleza de esos dos elementos es completamente diferente, no hay concepto que pueda encerrarlos unívocamente.” (p. 339)

Las ideas anteriores, muestran lo holístico de la reforma y por ello, no se puede ofrecer una definición de la misma. El diseño con que se construyó le dio la categoría de una de las mejores de la época y un modelo digno de seguir en la región. Lo enriquecedor de la formación académica, la producción de conocimiento y el bienestar estudiantil. Flores (1976) enumera los principales programas ejecutados en el periodo de 1963-1967:

1. Reformas académicas
2. Reforma docente
3. Planificación
4. Extensión universitaria y bienestar estudiantil
5. Participación de ayuda internacional y privada

Hasta 1970, el modelo de universidad implementado, había funcionado perfectamente, en esta misma fecha hubo una huelga de las áreas comunes, aunque según Martínez (2010), fue una revuelta de estudiantes. Las principales quejas de los alumnos eran las severas reprobaciones de

estudiantes y la mala práctica pedagógica de los profesores. Casualmente dicha revuelta inició en el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias y Humanidades, cuyo decano era Fabio Castillo.

Asimismo, entre 1971 y 1972 se vivieron otras tensiones dentro del Alma Mater, la crisis de cupos en medicina, cuya medida para solucionarlo fue lo que se llamó las puertas abiertas, es decir, no estableció ningún criterio para aceptar estudiantes. Además, se impugnaron las elecciones de 1971 por carecer de bases legales, por lo que, la Corte Suprema de Justicia las declaró ilegales y esto provocó la intervención militar de 1972.

A partir de esta fecha, muchos profesores fueron expulsados, algunos por las revueltas de 1970 y otros porque fueron acusados de subversivos por el gobierno del coronel Arturo Armando Molina, quien fraudulentamente ganó las elecciones en 1972. Hasta 1974 la universidad fue entregada a las autoridades, pero las condiciones de funcionamiento ya no serían la misma. La llegada de los análisis marxistas a diferentes líderes estudiantiles y académicos, permitió la fundación de algunos frentes guerrilleros, los cuales en 1980 formarían

parte del FMLN histórico.

A esta etapa que vivió la UES, Herrera (2008) le llamó la “crisis del modelo desarrollista”, donde se realizó un análisis amplio del verdadero papel de la universidad, el cual ya no respondía a la situación de una década antes. El sistema educativo era visto por algunos marxistas como una estructura injusta que reproducía su dominación y no liberaba al ser humano. La situación se volvió crítica cuando en 1979, Félix Ulloa toma la rectoría de la institución y es asesinado por los escuadrones de la muerte en 1980.

De aquí en adelante, la calidad del modelo educativo de la UES no volvió a ser el mismo, el conflicto militar que vivió el país, representó el saqueo de los bienes de la institución y lo cual hizo entrar en crisis a la institución. Asimismo, en los años 80 apareció otro concepto formulado por las autoridades de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA), la cultura liberadora. Para concluir, se muestra la tabla que ilustra el éxito del modelo universitario en el periodo 1963-68, el cual debió modernizarse a partir de los setenta y terminó en una revuelta de estudiantes universitarios y el despido de muchos profesores.

Tabla 1. Principales avances de la reforma universitaria

Sector	1963	1968
Estudiantes	3,200	6,500
Docentes tiempo completo	60	350
Metros cuadrados construidos	20,000	60,000
Becarios internos	0	400
Centros regionales	0	2
Docentes, investigadores, administradores becados en el exterior	0	80
Graduados	90	290

Fuente: Elaboración propia tomado de Valle (1991). p. 263.

CONCLUSIONES

El conflicto de la Guerra Fría, fue un fenómeno político externo a la región, pero que tuvo muchas implicaciones sociopolíticas en El Salvador al establecerse la lucha entre dos bandos: capitalistas y socialistas. Esto obligó al gobierno a mantener bajo control a toda la población, incluyendo a la universitaria.

La reforma universitaria marcó un antes y después de la educación superior en el país, debido a que modificó todo lo que se venía haciendo dentro del Alma Mater, durante más de una década la formación de los estudiantes y profesores contó con programas estratégicos para fortalecer la Educación Superior.

El movimiento de reforma universitaria expresó el descontento de la comunidad por una educación autoritaria y desfasada, inspiradas en las ideas de Córdoba, la cual ponía al centro el bienestar estudiantil, la investigación y la formación docente como pilares principales. Por ello, se rechazó a la universidad solo como formadora de profesionales, sin un pensamiento crítico.

La crisis de la reforma se originó a causa de las quejas de estudiantes sobre los métodos de evaluar e impartir clases de los catedráticos. Ello contribuyó a que las autoridades buscaran soluciones inmediatas, pero, las cuales no ayudaron a detener la caída del modelo más exitoso de la UES. Las autoridades no comprendieron que se debió hacer una actualización de la reforma al contexto del momento.

A partir de la década de los setenta y ochenta, la Universidad vivió su peor crisis de la historia. El exilio de muchos profesores brillantes, asesinato de estudiantes, deterioro de infraestructura, laboratorios, el cierre de la misma por los militares, la condenaron a la baja de la calidad académica. El asesinato de

Félix Ulloa y el cierre de la universidad en 1980, desencadenó el descontento universitario.

REFERENCIAS

- Álvarez, M. y Prada, M. (2010). Creación de la Facultad de Ciencias y Humanidades. *Revista La Universidad*, (10-11), pp. 55-61.
- Ching, E. y Lindo, H. (2017). *Modernización, autoritarismo y guerra fría. La reforma educativa en El Salvador*. San Salvador, El Salvador: UCA Editores.
- Flores, M. (1976). *Historia de la Universidad de El Salvador*. En Anuario De Estudios Centroamericanos, 2(1), pp. 107-140.
- Herrera, S. (2008). *Pensamiento universitario latinoamericano*. En García, C. (2008). *Pensamiento universitario latinoamericano. Pensadores y forjadores de la universidad latinoamericana*. (pp. 637-675). Caracas, Venezuela: CENDES, IESALC-UNESCO.
- Guidos, R. (1982). *El ascenso del militarismo en El Salvador*. San Salvador, El Salvador: UCA Editores.
- López, D. (2015). *La construcción histórica de la Educación Superior. Modelos universitarios y docentes*. San salvador, El Salvador: Centro de Investigaciones en Ciencias y Humanidades.
- Martínez, C. (2010). La huelga de áreas comunes. *Revista La Universidad*, (10-11), pp. 13-53.
- Menjívar, R. (2007). *Tiempos de locura*. San Salvador, El Salvador: Índole Editores.
- Navarrete, S. (1977). *En los jardines de academo*. San Salvador, El Salvador: Editorial Universitaria.
- Pettiná, V. (2019). *América Central y la Guerra Fría, apuntes para una historia*. recuperado de: https://www.academia.edu/40651703/Am%C3%A9rica_Central_y_la_Guerra_

Fr% C3% ADa_apuntes_para_una_historia

Ribera, R. (2006). *La guerra fría. Breves apuntes para un debate*. Realidad: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, (110), pp. 637-663.

Suárez, L. y García, T. (2008). *Las relaciones interamericanas: continuidades y cambios*. Buenos Aires, Argentina: CLACSO.

Tobar, L. (2017). *Los estudios sobre América Latina en la Unión Soviética y Rusia*. Revista AKADEMOS, 1(28), pp. 105-114.

Torres-Rivas, E. (2008). *Centroamérica: entre revoluciones y democracia*. Bogotá, Colombia: CLACSO.

Tünnermann, C. (1980). *Pensamiento universitario centroamericano*. San José, Costa Rica: EDUCA.

Turcios, R. (2018). *Autoritarismo y Modernización*. San Salvador, El Salvador: Universidad Evangélica de El Salvador.

Valle, V. (1993). *Siembra de vientos El Salvador 1960-1969*. San José, Costa Rica: CINAS.

Valle, V. (1991). *La educación universitaria en El Salvador. Un espejo roto en los 80's*. Realidad: Revista De Ciencias Sociales Y Humanidades, (19-20), pp. 255-279.

Universidad de El Salvador. (2013). *Bosquejo histórico de la UES*. Revista La Universidad, (20), pp. 11-75.

DIRECTRICES PARA AUTORES

LISTA DE COMPROBACIÓN PARA LA PREPARACIÓN DE ENVÍOS

Como parte del proceso de envío, los autores están obligados a comprobar que su envío cumpla todos los elementos que se muestran a continuación. Se devolverán a los autores aquellos envíos que no cumplan estas directrices.

- El envío no ha sido publicado previamente ni se ha sometido a consideración por ninguna otra revista (o se ha proporcionado una explicación al respecto en los Comentarios al editor/a).
- El archivo de envío está en formato *OpenOffice*, *Microsoft Word*, *RTF* o *WordPerfect*.
- Siempre que sea posible, se proporcionan direcciones URL para las referencias.
- El texto tiene interlineado sencillo; 11 puntos de tamaño, de fuente *Times New Roman*; se utiliza cursiva en lugar de subrayado (excepto en las direcciones URL); y todas las ilustraciones, figuras y tablas se encuentran colocadas en los lugares del texto apropiados, en vez de al final.
- El texto se adhiere a los requisitos estilísticos y bibliográficos resumidos en las Directrices para Autores.

Los artículos deberán ser elaborados siguiendo el formato general para efectos de presentación de los artículos científicos. Los cuales deberán ser entregados al Editor general de la revista Minerva de la Universidad de El Salvador, enviando a la dirección: <https://minerva.sic.ues.edu.sv/index.php/Minerva/about/submissions>.

Una vez que el Consejo Editorial de la Revista Minerva, designado en lo sucesivo como CE-Minerva, de por recibidos los artículos

científicos, estos deberán ser sometidos a un proceso de evaluación de acuerdo a las siguientes consideraciones:

1. Estilo, contenido y novedad científica.
2. Presentación y lenguaje técnico en área específica.
3. Se publicarán únicamente artículos inéditos.
4. En toda correspondencia se designará únicamente a uno de los autores del artículo.
5. La revista acepta artículos científicos en español e inglés.
6. Los autores deben aparecer en orden de importancia, según su contribución al artículo científico que se publica, incluyendo la siguiente información: nombre completo, afiliación, correo electrónico y código ORCID.
7. La versión final del artículo científico, deberá ser enviado a través de la plataforma Open Journal System de la Revista, no se aceptarán envíos por otros medios, ya sean impresos o electrónicos.
8. El CE-Minerva se reserva el derecho de aprobar, rechazar o sugerir correcciones para publicar un artículo científico, apoyándose en el resultado del arbitraje de las evaluaciones externas.
9. Una vez enviadas las correcciones sugeridas por los pares evaluadores al autor principal, éstos tendrán que subsanar las observaciones y luego cargar al sistema el nuevo documento en un plazo máximo de un mes. Existe el derecho de refutación de observaciones, las cuales deben ser enviadas por escrito y sustentadas con bases científicas actualizadas.
10. Los artículos presentados por autores nacionales e internacionales, que no tengan relación directa con la Universidad

de El Salvador, deben contar con el permiso de publicación por parte de la institución financiadora de la investigación, cuando esto aplica.

11. Los autores asumirán la responsabilidad ante posibles conflictos derivados de la autoría de los trabajos o de terceros que se publican en la Revista Minerva.

FORMATO GENERAL PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- Los artículos científicos deberán ser presentados en formato *OpenOffice*, *Microsoft Word*, *RTF* o *WordPerfect*.
- El artículo tendrá un máximo de 8,000 palabras o un máximo de 20 páginas, incluyendo Tablas, figuras y bibliografía.
- El texto deberá escribirse en una columna, con letra Times New Roman normal número 11 a espacio sencillo. El margen izquierdo deberá ser de 3.0 cm. y el derecho, superior e inferior de 2.5 cm. Las páginas se numeran en el lado inferior en el extremo derecho.
- Elaboración de tablas con su correspondiente descripción.

Tablas:

- Tener un título claro y sencillo. Indicar sin dificultad lo que está informando.
- Las siglas y abreviaturas deben escribirse según las normas técnicas internacionales, de lo contrario deberán ser acompañadas de una nota explicativa al pie del mismo.
- Deben tener un tamaño mayor de tres cuartos de la página y no debe contener demasiada información estadística que se torna incomprensible y confusa. Se sugiere usar dos números decimales.

- Deberán ser de alta trascendencia para el artículo científico, todos se tienen que citar en el texto. y se identificarán con números arábigos, según el orden de aparición en el texto, los títulos deberán colocarse arriba de la Tabla.

Figuras:

- Se denominan figuras a los gráficos, diagramas, mapas, fotografías, dibujos manuales e impresiones fotográficas.
- Los títulos deben ser concisos y explicativos y se colocan debajo de las figuras.
- Los mapas y dibujos deberán llevar una escala en el Sistema Internacional de Unidades.
- Las fotografías deben ser de buena calidad (deberán ser adjuntadas al envío, en formato jpg, png o tiff).
- Las figuras deberán ser de alta trascendencia para el artículo científico, y se identificarán con números arábigos, según el orden de aparición en el texto.
- Todas las figuras deben citarse en el texto.

Citaciones

Las citas constituyen una parte importante del artículo científico enviado para publicación en la Revista, no solo por cuidar los créditos científicos de otros autores, sino también porque proporciona las evidencias del diálogo entre saberes. La normativa para citas de la Revista son las **Normas APA 7.^a edición**.

Secciones de la Revista

- Artículos científicos
- Estudio de casos
- Notas técnicas

Contenido de los trabajos enviados

Elementos	Artículo Científico	Estudio de Casos	Notas Técnicas
Título	✓	✓	✓
Autores/Afiliación/Correo electrónico/ Código ORCID	✓	✓	✓
Resumen / Abstract	✓	✓	✓
Introducción	✓	✓	✓
Desarrollo/Contenido	N/A	✓	✓
Metodología	✓	Opcional	N/A
Resultados y Discusión	✓	Opcional	Opcional
Conclusiones	✓	✓	N/A
Agradecimientos	✓	✓	✓
Referencias Bibliográficas	✓	✓	✓

PARTES GENERALES DEL ARTÍCULO CIENTÍFICO

a. **Título, autores, afiliación, correo electrónico (institucional de preferencia) y código ORCID**

- o Título completo del trabajo de investigación. Deberá tener como máximo 15 palabras. Incluir el título con su traducción al idioma inglés.
- o Autores y afiliación. Se colocan inmediatamente debajo del título de la investigación, ordenados según la contribución científica al trabajo y no en orden alfabético o de rango. No se incluyen grados académicos y posiciones jerárquicas.

b. **Resumen y Abstract (en inglés).** Para el resumen se sugieren entre 150 a 250 palabras e incluir una traducción al idioma inglés del mismo (Abstract). Éste debe ser lo suficientemente sucinto e informativo para permitir al lector identificar el contenido e interés del trabajo y poder decidir sobre su lectura. Debe estar escrito en tiempo pasado y hacer referencia al lugar y fecha

de ejecución; además, debe contener el procedimiento metodológico del trabajo, objetivos resumidos, dando pistas únicamente de sus principales resultados y conclusiones.

- c. Al final del resumen deben incluirse una serie de términos denominados **“palabras clave” (Key words)** por las que el artículo será incluido en las bases de datos. El número indicado es de 3 a 6 palabras clave y la primera letra de la primera palabra clave en mayúscula. Ordenarlas según importancia. No usar citas bibliográficas, abreviaciones, figuras y cuadros.

d. **Texto: Constará de lo siguiente:**

- o **Introducción.** Hace las funciones de revisión de literatura; se refiere a los trabajos previos que se han realizado sobre el tema que se investiga, incluyendo las referencias bibliográficas más importantes. Todas las afirmaciones van sustentadas por citas bibliográficas. Describe el interés que tiene el tema en el contexto científico del momento,

así como una breve reseña del estado actual de los conocimientos en este campo. No debe ser muy extensa y debe responder a la pregunta de “porqué se ha realizado este trabajo de investigación”. Hay que tener presente que en el último párrafo se resume el objetivo del estudio de investigación.

- **Metodología.** Debe incluir la ubicación de la investigación en espacio y tiempo, condiciones ambientales, las unidades en estudio, la toma de datos, estudios económicos, el análisis estadístico (variables en estudio, modelos y pruebas estadísticas, si corresponden al tipo de investigación). Los métodos establecidos y bien conocidos se sustentan mediante citas bibliográficas.
- **Resultados y Discusión.** Es la presentación ordenada de los hallazgos, que es la verdadera contribución de la investigación. Se pueden presentar cuadros y figuras. La secuencia de redacción no tiene por qué ser necesariamente cronológica, sino la que permita una exposición más coherente y clara de los resultados obtenidos. Deben expresarse los resultados de los experimentos descritos en Metodología, ser vistos y entendidos de forma rápida y clara. El primer párrafo debe ser utilizado para resumir en una frase concisa, clara y directa, el hallazgo principal del estudio. Esta sección debe ser escrita utilizando los verbos en pasado. Las unidades de medida deben estar claras, según el Sistema Internacional de Unidades y las abreviaciones totalmente explicativas, según las normas internacionales.

La *discusión de los resultados* es el examen de los resultados, su

significado y limitaciones, enfatiza los aspectos nuevos e importantes de la investigación. Determina la coherencia o contradicción de los datos encontrados. Esta sección es la parte medular del artículo científico.

- **Conclusiones.** Deben recapitular en forma lógica los resultados obtenidos. Deben ser independientes, concretas y no redundantes. Deben estar basadas en los hallazgos del trabajo, no ser especulativas, ni provenir de la literatura. Deben de estar en concordancia con los objetivos que se plantearon en la investigación. No deben mencionarse cuadros o figuras. No deben confundirse con recomendaciones. No usar números o viñetas.
- **Agradecimientos.** Es aplicable a instituciones o personas que apoyaron la investigación. Toda publicación financiada por la Universidad de El Salvador, debe tener una mención que diga: “*Esta investigación fue realizada con el apoyo financiero de la Universidad de El Salvador, Centro América*”.
- **Referencias Bibliográficas.** En el artículo científico únicamente se admite relacionar bajo este epígrafe, aquellas referencias bibliográficas que han sido directamente citadas en el texto. Las fuentes citadas deben hacerse de acuerdo a la **normativa APA 7.ª edición**.

PROCESO DE EVALUACIÓN

Una vez realizado el envío, el equipo editorial de la Revista Minerva lo revisa en los siguientes 15 días y si lo considera de interés y cumple

con los criterios de aceptación señalados a continuación, pasa a la siguiente fase de revisión por pares. Así, los trabajos son revisados según el sistema tradicional "peer review" en doble ciego, asegurando el anonimato mutuo entre el revisor y el autor o autores del trabajo. La revista encomienda la revisión a expertos en el tema, miembros del Consejo Asesor de la revista y/o externos al equipo editorial. A la vista de los informes de revisión, el editor de la revista tomará la decisión final de publicar o no el texto.

Tome en consideración que, incluso después de haber sido aceptado en el proceso de revisión por pares, un trabajo enviado todavía puede ser rechazado si la Redacción de la Revista juzga que el texto está mal escrito, con discontinuidades en el discurso, repeticiones, lagunas, afirmaciones inexactas o inapropiadas o fallos en la bibliografía.

El equipo editor comunicará a los autores el resultado de la evaluación y la decisión del editor, tanto si es para aceptar o rechazar el artículo.

POLÍTICAS Y ÉTICA

Política de plagio

Los manuscritos propuestos para su publicación en la Revista Minerva, serán sometidos a revisión por un programa de detección de similitud de texto. Los manuscritos con un porcentaje de similitud de más del 10% no serán aceptados.

Garantías y cesión de derechos de propiedad intelectual

De manera general las publicaciones de la revista se acoplan a una política de propiedad intelectual de acuerdo a los términos de licenciamiento estándar: CC BY. Esta licencia permite que otros mezclen, adapten y

construyan sobre su trabajo para cualquier propósito, incluso comercialmente, y aunque sus nuevos trabajos también deben reconocerlo a usted, no tienen que licenciar sus trabajos derivados en los mismos términos. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Declaración de privacidad

Los nombres y las direcciones de correo electrónico introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines establecidos en ella y no se proporcionarán a terceros o para usos no autorizados.

Periodicidad

Tiene una periodicidad semestral, con dos números publicados anualmente, correspondientes a los períodos de enero - junio y julio - diciembre. Adicionalmente se podrán publicar números especiales en caso fueren solicitados por los miembros de la Comunidad Académica de la Universidad de El Salvador.

Alcance

La Revista Minerva es de acceso abierto. Publica artículos científicos en las áreas del conocimiento de las Ciencias Exactas, Ciencias de la Salud, Humanidades, Ciencias Sociales, Ingeniería y Tecnología y Ciencias Agrícolas.

Su objetivo es difundir investigaciones inéditas y originales, de calidad científica, elaboradas por los miembros de la comunidad académica y profesional nacional e internacional. Todas las conclusiones presentadas en los artículos deben estar basadas en el estado actual del conocimiento y soportadas por un análisis riguroso y una evaluación equilibrada.

La Revista se encuentra dirigida a un público académico que comprenden docentes y estudiantes tanto a nivel nacional como internacional.

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.



SIC-UES

Secretaría de Investigaciones Científicas
de la Universidad de El Salvador

ISSN 2521-8794

