



Revista

# MINERVA

**VOL. 5, NÚM. 2**  
**ENERO / JUNIO 2022**  
**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 5, Número 2  
Enero-junio de 2022  
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](mailto: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

**MVz. María José Vargas Artiga**  
Presidenta 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 TÉCNICO

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

**Editor Gráfico**  
Luis Alberto Sánchez Alfaro  
[luis.alfaro@ues.edu.sv](mailto:luis.alfaro@ues.edu.sv)

**Editor Digital**  
Saúl Antonio Vega Baires  
[saul.vega@ues.edu.sv](mailto:saul.vega@ues.edu.sv)

**Correctores de Estilo**  
Andrea Veraliz Delgado de Martínez  
[andrea.salazar@ues.edu.sv](mailto:andrea.salazar@ues.edu.sv)

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

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

---

## COMITÉ EDITORIAL

### **Brenda Iliana Gallegos**

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

### **Dagoberto Pérez**

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

### **David A. Hernández**

Unidad de Becas de Posgrado para el Exterior, Universidad de El Salvador

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

Secretaria de Posgrados, 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

### **Mario Ernesto Parada Jaco**

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

### **Luis Pineda**

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

## COMITÉ CIENTÍFICO

### **Andrea L. Joyce**

Assistant Professor, University of California, Merced. Estados Unidos

### **Ignacio Aisur Agudo Padrón**

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

### **James Iffland**

Professor in the Languages department at Boston University

### **José Rutilio Quezada**

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

### **Luis A. Mejía**

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

### **Mónica Lara Uc**

Profesora Investigadora, Universidad Autónoma de Baja California Sur, México

### **Paul Almeida**

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

### **Pedro José Toruño**

Profesor, Departamento de Agroecología, Escuela de Ciencia Agraria y Veterinaria, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León

### **Randy Atencio Valdespino**

Entomólogo Instituto de Innovación 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

---

## ARTÍCULOS CIENTÍFICOS | SCIENTIFIC ARTICLES 7

**Origen del perfil de mutaciones presente en las secuencias de SARS-CoV-2 en El Salvador** 9  
 Origin of the mutation profile present in SARS-CoV-2 sequences in El Salvador

Carlos Alexander Ortega Pérez, Noé Rigoberto Rivera, Xochitl Sandoval López, Carlos Enrique Hernández Ávila

**Propiedades físicas y químicas de materiales tipo hidroxiapatita sintetizados a partir de residuos de la industria alimentaria mediante el empleo de un método sol-gel modificado** 23

Physical and chemical properties of hydroxyapatite-based materials synthesized from food industry residues by means of an improved sol-gel method

José Galicia Ayala, José Alfredo Díaz, Marvin Chávez Sifontes

**La concentración de audiencia en la televisión salvadoreña. Una lectura desde la medición de rating** 41

The concentration of audience in Salvadoran television. A reading from the rating measurement

José Roberto Pérez

**Mixomicetes asociados con *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en el manglar del Amatal, El Salvador** 59

Myxomycetes associated with *Avicennia germinans* and *Laguncularia racemosa* in the Amatal mangrove, El Salvador

Ricardo Morales Hernández, Carlos Rojas Alvarado

## ESTUDIO DE CASOS | CASES OF STUDY 67

**Gestión energética y sustentabilidad bioclimática del edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador** 69

Energy management and bioclimatic sustainability of the administrative building of the Faculty of Engineering and Architecture of the University of El Salvador

Carlos Pocasangre, Roberto Ramos, Carlos Cáceres, Juan Cartagena, José Araujo

## INFORMATIVOS ESPECIALES | SPECIAL INFORMATIVES 91

**Memoria del I Congreso Internacional de Educación Ambiental y su impacto sobre la gestión integral de riesgo de desastres y los medios de vida ante el cambio climático** 93

Report of the I International Conference on Environmental Education and its Impact on Integrated Disaster Risk Management and Livelihoods in the Face of Climate Change

Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador



# ARTÍCULOS CIENTÍFICOS







# Revista MINERVA

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



## Origen del perfil de mutaciones presente en las secuencias de SARS-CoV-2 en El Salvador

### Origin of the mutation profile present in SARS-CoV-2 sequences in El Salvador

Carlos Alexander Ortega Pérez<sup>1</sup>  
Noé Rigoberto Rivera<sup>2</sup>  
Xochitl Sandoval López<sup>3</sup>  
Carlos Enrique Hernández Ávila<sup>4</sup>

Correspondencia:  
[noe.rivera@ues.edu.sv](mailto:noe.rivera@ues.edu.sv)

Presentado: 08 de diciembre de 2021  
Aceptado: 23 de febrero de 2022

- 1 Departamento de Microbiología, Facultad de Medicina, Universidad de El Salvador.  
[orcid.org/0000-0003-1612-8386](https://orcid.org/0000-0003-1612-8386)
- 2 Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad de El Salvador.  
[orcid.org/0000-0001-9553-0554](https://orcid.org/0000-0001-9553-0554)
- 3 Dirección, Instituto Nacional de Salud, El Salvador.  
[orcid.org/0000-0002-0988-1313](https://orcid.org/0000-0002-0988-1313)
- 4 Departamento de Gobernanza, Instituto Nacional de Salud, El Salvador.  
[orcid.org/0000-0002-1230-0102](https://orcid.org/0000-0002-1230-0102)

### RESUMEN

**Introducción:** en el presente trabajo se describe el perfil de mutación y se analizan los distintos mecanismos responsables de las mutaciones en las primeras 6 secuencias completas del genoma de SARS-CoV-2 a partir de muestras de pacientes salvadoreños con diagnóstico de COVID-19. **Objetivo:** analizar el perfil de mutaciones de acuerdo a los mecanismos que dan origen a las mutaciones presentes en SARS-CoV-2. **Metodología:** se realizó un análisis de los cambios en las secuencias del genoma de SARS-CoV-2 utilizando como referencia la secuencia Wuhan (NC\_045512.2), una vez conocidas las mutaciones, se procedió a tabular y generar gráficos de los SNPs y los genes afectados, además se analizaron los posibles mecanismos descritos responsables de generar las mutaciones estudiadas. **Resultados:** el análisis reveló que las mutaciones encontradas han sido reportadas a nivel mundial, sin embargo, las secuencias presentan mayor semejanza con los cambios descritos en Norteamérica, sumado a ello, el análisis global permitió clasificarlas en el caldo GISAID GH, y linaje pangolín B.1.2 y B.1.370, ambos linajes con una alta prevalencia en EUA, lo cual refuerza la hipótesis del origen norteamericano de las secuencias salvadoreñas. El patrón de cambios del genoma de SARS-CoV-2 en El Salvador, sugiere que las mutaciones son debidas a la acción de las desaminasas APOBEC (transición C>T) y ADARs (transición A>G), al efecto de especies reactivas de oxígeno (ROS) (transversión G>T), a errores propios del complejo replicación transcripción (RTC) que escapan a la corrección de la actividad exonucleasa de NSP14 y finalmente mutaciones como resultado de mecanismos de recombinación.

**Palabras clave:** SARS-CoV-2, D614G, NGS, 2019-nCoV, COVID-19s

## ABSTRACT

**Introduction:** this paper describes the mutation profile and analyzes the different mechanisms responsible for mutations in the first 6 complete sequences of the SARS-CoV-2 genome from samples of Salvadoran patients diagnosed with COVID-19.

**Objective:** to analyze the mutation profile according to the mechanisms that give rise to the mutations present in SARS-CoV-2. **Methodology:** an analysis of the changes in the genome sequences of SARS-CoV-2 was performed using as reference the Wuhan sequence (NC\_045512.2), once the mutations were known, we proceeded to tabulate and generate graphs of the SNPs and affected genes. The possible described mechanisms responsible for generating the mutations studied were also analyzed. **Results:** the analysis revealed that the mutations found have been reported worldwide, however, the sequences present greater similarity with the changes described in North America, added to this, the global analysis allowed classifying them in the GISAID GH broth, and pangolin lineage B.1.2 and B.1.370, both lineages with a high prevalence in the USA, which reinforces the hypothesis of the North American origin of the Salvadoran sequences. The pattern of changes in the SARS-CoV-2 genome in El Salvador suggests that the mutations are due to the action of APOBEC deaminase (C>T transition) and ADARs (A>G transition), to the effect of reactive oxygen species (ROS) (G>T transversion), to errors in the replication transcription complex (RTC) that escape the correction of the exonuclease activity of NSP14 and finally mutations as a result of recombination mechanisms.

**Key words:** SARS-CoV-2, D614G, NGS, 2019-nCoV, COVID-19s

---

## INTRODUCCIÓN

El primer lugar en el que se identificó oficialmente el SARSCoV-2 fue en un mercado de mariscos en la ciudad de Wuhan, China, en el que existían las condiciones para la

transmisión de patógenos de animales salvajes a humanos (Zhu *et al.*, 2020) (Huang *et al.*, 2020). La secuenciación completa del genoma permitió clasificar a SARSCoV-2, como un nuevo virus dentro del género *Betacoronavirus*, de la subfamilia *Coronavirinae*, junto con SARS-CoV y MERS-CoV, con quienes comparte respectivamente el 79 y 50 % de similitud genómica (Gorbalenya *et al.*, 2020) (Lu *et al.*, 2020) (Zhou *et al.*, 2020). Inicialmente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo denominó nuevo coronavirus 2019 (2019-nCoV) y, posteriormente, el Comité Internacional de Taxonomía de Virus lo denominó como Coronavirus 2 del Síndrome Respiratorio Agudo Grave (SARS-CoV-2) (Gorbalenya *et al.*, 2020).

## Genoma de SARS-CoV-2

El genoma de SARS-CoV-2 está formado por una única cadena de ARN (ácido ribonucleico) monocatenario de polaridad positiva (+ssARN) de 29.82 kb, que codifica para 14 marcos de lectura abiertos. La cadena de ARN se asemeja, estructuralmente a un ARN mensajero (ARNm) de células eucarióticas, ya que, presenta un capuchón metilado en el extremo 5' (5' cap) y una cola poliadenilada (poli-A) en el extremo 3' (Chen *et al.*, 2020).

En el extremo 5' se encuentran los ORF1a y ORF1ab, estos se traducen en poliproteínas que se dividen en proteínas no estructurales (NSP) que forman el complejo replicación-transcripción (RTC) que consta de múltiples enzimas, incluida la proteasa similar a la papaína (NSP3), la proteasa principal (NSP5), el complejo primasa NSP7-NSP8, la ARN polimerasa dependiente de ARN de baja fidelidad o RdRp (NSP12), una helicasa trifosfatasa (NSP13), una exoribonucleasa (NSP14), una endonucleasa (NSP15), N7- y 2'-O- metiltransferasa (NSP10 y NSP16), respectivamente. En el extremo 3' otros ORFs codifican para al menos cuatro proteínas estructurales principales: proteína de espícula

(S), glicoproteína de membrana (M), envoltura (E) y nucleocápside (N) (Chen *et al.*, 2020) (Perlman & Netland, 2009)

## El complejo replicación-transcripción

La replicación y la transcripción de los coronavirus ocurre en el citoplasma de las células infectadas y están mediados por el complejo replicación-transcripción (RTC). Dicho complejo se asocia con endosomas derivados del retículo endoplásmico rugoso que finalmente se convierten en “estructuras” virales de replicación (Snijder *et al.*, 2020). El anclaje del RTC a la membrana es mediado por NSP3 junto con proteínas transmembrana NSP4 y NSP6 (Angelini *et al.*, 2013). Las proteínas virales consideradas como el centro del complejo RTC son la ARN polimerasa dependiente de ARN (RdRp; gen NSP12), la helicasa NSP13 y los factores de procesividad NSP7 y NSP8 (Sola *et al.*, 2015).

## Replicación y transcripción del genoma de SARS-CoV-2

Igual que otros virus ARN de hebra con sentido positivo, la replicación del genoma de los coronavirus incluye la síntesis de una hebra de ARN complementaria con sentido negativo que sirve de molde complementario de tamaño completo para la subsiguiente copia del templete en múltiples genomas con sentido positivo. La replicación está mediada por NSP12 o ARN polimerasa dependiente de ARN (RdRp) junto con otras enzimas replicativas codificadas por ORF1b que forman el complejo replicación-transcripción (RTC) (Subissi *et al.*, 2014). Existe evidencia que tanto el extremo 5´ como el 3´ del ARN genómico son indispensables para la producción de las hebras hijas de ARN con sentido positivo a partir del molde de ARN hebra negativa, lo anterior indica que la interacción de los extremos 5´ y 3´ del genoma

contribuyen a la replicación (Sola *et al.*, 2011). La replicación del ARN comienza con la unión de la RdRp al extremo 3´ de la hebra de ARN de sentido negativo, a estructuras secundarias de ARN y a secuencias específicas del genoma molde (Sola *et al.*, 2015).

## Transcripción del genoma viral

La transcripción de la región proximal al extremo 3´ y los genes codificantes de proteínas accesorias es un proceso discontinuo que resulta en la producción de un set de mARN subgenómico (sgmARN). Los sgmARN de coronavirus poseen una secuencia líder en el extremo 5´ de cada genoma viral fusionado al extremo 5´ de cada mARN producido en la transcripción. Secuencias reguladoras de transcripción (TRSs) localizadas en el extremo 3´ de las secuencias líder (TRS; líder) y las TRS de cada gen (TRS-B; cuerpo) poseen secuencias complementarias que hibridan durante la transcripción y promueven la unión de las “TRS líder” y las “TRS cuerpo”, la presencia de las secuencias líder en cada transcrito protege a las moléculas de mARN viral de ser degradadas por la proteína NSP1 que promueve la degradación del mARN del hospedador (Sola *et al.*, 2015).

## Mecanismos de corrección genética en coronavirus

Los coronavirus y otros del orden nidoviridae poseen los genomas ARN más grandes y complejos conocidos (Saberri *et al.*, 2018). La replicación de virus ARN típicamente presenta una alta tasa de error (o baja fidelidad) lo cual resulta en la existencia de una diversa población de genomas mutantes o “cuasiespecies” (Kuljić-Kapulica & Budisin, 1992). Si bien la baja fidelidad de la replicación permite a los virus ARN adaptarse y superar la presión de selección en diferentes entornos, también incrementa la posibilidad de errores

catastróficos que conlleven a la extinción viral. Lo anterior sugiere la necesidad de un equilibrio finamente ajustado entre la diversidad de las "cuasiespecies" y la tendencia hacia mutaciones que proporcionen mayor ventaja evolutiva y virulencia (Smith & Denison, 2012). La proteína NSP14 está altamente conservada entre los coronavirus, ya que su actividad exonucleasa correctora de errores es fundamental para la estabilidad y conservación de su complejo e inusualmente largo genoma (Gorbalenya *et al.*, 2006). La proteína NSP14 es una enzima bifuncional con un dominio N-terminal exonucleasa (ExoN) implicado en la fidelidad de la replicación y un dominio C-terminal con actividad N-metiltransferasa (N7-MTasa) implicado en la protección del mARN viral a través de la incorporación de un capuchón metilado en el extremo 5' (5' cap) del ARN (Chen *et al.*, 2009). Además, NSP14 está implicada en muchos procesos del ciclo de vida viral y patogenicidad, incluyendo la respuesta inmune innata y la recombinación del genoma viral (Becares *et al.*, 2016). El dominio N7-Metiltransferasa de NSP14 o dominio C-terminal N7-MTasa contiene un motivo de unión a DxG S-adenosil-L-metionina (SAM), este motivo es conservado entre los coronavirus y está implicado en la protección del mARN y la evasión de la respuesta inmune. Las mutaciones en el motivo de unión a DxG S-adenosil-L-metionina (SAM) de NSP14 de SARS-CoV-2 (mutación G333A) eliminan la actividad N7-MTasa afectan la replicación sin alterar la actividad ExoN (Case *et al.*, 2016).

La actividad exonucleasa de NSP 14 reside en el extremo o dominio N-terminal (Chen *et al.*, 2009). El dominio ExoN corrige los errores de la RdRp al remover los nucleótidos erróneamente apareados en el extremo 3' de la hebra de ARN en crecimiento (Ferron *et al.*, 2017). Además, reportes recientes demuestran que el dominio ExoN de NSP14 juega un rol en la frecuencia

de recombinación de sgRNA y el patrón de recombinación en células infectadas y viriones. La inactivación del dominio ExoN en NSP14 conlleva a una disminución de sgARN e incremento de genomas virales defectuosos (DVGs) (Gribble *et al.*, 2021).

## Variación genética de SARS-CoV-2

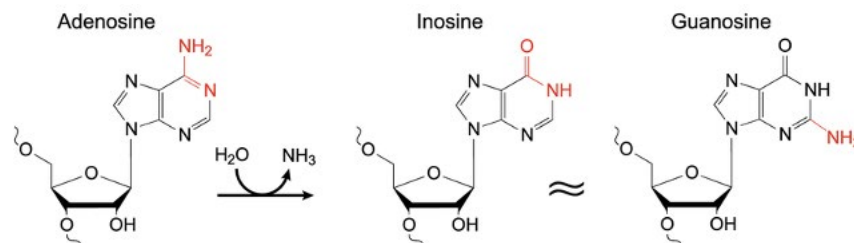
Los virus son parásitos intracelulares estrictos, debido a ello los organismos han desarrollado mecanismos especializados en la detección y control viral (mecanismos de restricción viral). Entre los mecanismos de restricción viral encontramos la edición de ARN y ADN mediado por desaminasas endógenas que proveen una potente defensa contra virus específicos. Dos desaminasas están presentes en células de mamíferos: **ADARs** (ARN de doble cadena específicos de adenosina desaminasas) que actúan sobre ARN de doble cadena (dsARN) desaminando adeninas y generando inosina (A>I) que finalmente culmina en el cambio permanente A > G (Figura 1) (Eisenberg & Levanon, 2018) y **APOBEC** (Harris & Dudley, 2015) que desaminan citosinas a uracilo (C>U; C>T en ADN) en ácidos nucleicos de cadena sencilla (ssADN y ssARN) (Salter & Smith, 2018).

Durante la infección viral **ADARs** actúan directamente a través de la hipermutación del ARN viral o indirectamente a través de la edición de transcritos que modulan la respuesta celular (Taylor *et al.*, 2005) (Zahn *et al.*, 2007).

Se han reportado evidencias que ambos mecanismos de restricción viral (ADARs y APOBEC) están implicados en la edición del genoma de coronavirus, procesos que están implicados en la mutagénesis viral (Di Giorgio *et al.*, 2020). APOBECs actúa sobre el genoma viral, ya sea a través de la hipermutación C>U (Figura 2) o a través de una vía no enzimática que interfiere con la transcripción inversa (Pollpeter *et al.*, 2018).

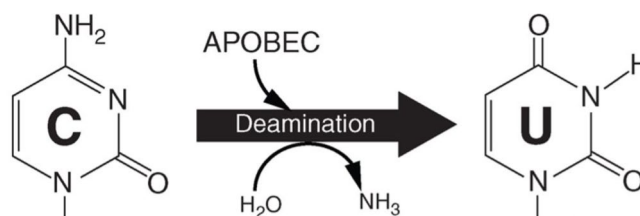
### Figura 1.

Generación de guanosina por acción de las desaminasas ADARs sobre el genoma viral.



### Figura 2.

Generación de uracilo por acción de las desaminasas APOBEC sobre el genoma viral.



Otro mecanismo indirectamente implicado en la mutagénesis es la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) relacionada con la actividad de APOBEC. ROS induce daño oxidativo de ácidos nucleicos transformando guanina en oxoguanina, está última se aparea con adenina y conlleva a la sustitución G> U (G>T en ADN) (Niocel *et al.*, 2019).

Un mecanismo no menos importante que los anteriores es la recombinación, que constituye una característica importante y particular del proceso evolutivo de los Coronavirus, resultados de algunos estudios han revelado una naturaleza en mosaico de la glicoproteína SARS-CoV-2 S que se le había restado importancia previamente, sin embargo, la evidencia indica que ocurrieron varios eventos de recombinación, involucrando linajes ancestrales Pangolin-CoV-2019, Bat-CoV-RaTG13 y Bat-CoV-RmYN02; a pesar de lo anterior, el muestreo limitado de Coronavirus en la vida silvestre puede complicar la inferencia definitiva del linaje parental de cada fragmento, incluso para segmentos genéticos como el RBD, donde existe una gran similitud entre Pangolin-CoV-2019 y SARS-CoV-2. Uno de estos eventos de recombinación condujo

a la adquisición de los residuos de unión a ACE2 que se encuentran en el linaje SARS-CoV-2 que circula actualmente en El Salvador, la nueva escisión similar a la furina en la unión S1/S2 también se encuentra dentro de uno de los posibles fragmentos de recombinación, esta característica de SARS-CoV-2 no estaba presente en los otros Coronavirus estrechamente relacionados o en los SARS-CoV que circulaban anteriormente (Tagliamonte *et al.*, 2021).

A la fecha han sido publicadas en GISAID 818,874 secuencias de genomas completos de SARS-CoV-2 (18/03/2021). A medida que más secuencias completas del genoma de SARS-CoV-2 se encuentran disponibles en las plataformas virtuales (GISAID, Nextstrain y otras), se va definiendo un patrón genético que permitirá establecer una relación directa entre el patrón de las mutaciones en el genoma de SARS-CoV-2 con regiones geográficas específicas (Mercatelli & Giorgi, 2020). El 22 de enero de 2021 se publican las primeras 6 secuencias del genoma de SARS-CoV-2 en El Salvador (números de Identificación GISAID EPI\_ISL\_672570, EPI\_ISL\_672572, EPI\_ISL\_672573, EPI\_ISL\_671974, EPI\_ISL\_671978 y



EPI\_ISL\_672012) (Hernandez Avila *et al.*, 2021).

Por otro lado, aún no está 100 % clara la base que explique las diferencias en virulencia, patogenicidad y mortalidad observados en diferentes países; todo indica que el análisis de más datos epidemiológicos y variación genómica permitirán conocer la razón de dichas diferencias (Brufsky, 2020). La información aportada por el análisis genómico, permitirá orientar el manejo farmacológico y eficacia de las vacunas (Wu *et al.*, 2020) y permitirá diseñar y aplicar estrategias de prevención y vigilancia epidemiológica más objetivas y eficientes (Zhao & Chen, 2020).

## METODOLOGÍA

Para la determinación de las variantes por mutaciones con sentido erróneo y sinónimas se utilizó la plataforma bioinformática SOPHiA-DDMV5.7.10. En la verificación de las mutaciones, las secuencias fueron analizadas en la plataforma GISAID y Nexclade beta v0.8.1. Una vez obtenidos los informes de las mutaciones, se procedió a tabular y generar gráficos de los SNPs asociados al gen afectado y el respectivo cambio de aminoácido.

## Consideraciones éticas

El protocolo de investigación fue sometido y aprobado por el Comité Local de Ética del INS; los investigadores no tuvieron acceso a la identidad de los pacientes u otros datos sensibles. Las muestras fueron manejadas por un número de referencia. Los datos de la secuenciación están disponibles en la plataforma GISAID bajo los siguientes registros: EPI\_ISL\_671974, EPI\_ISL\_671978, EPI\_ISL\_672012, EPI\_ISL\_672570, EPI\_ISL\_672572, EPI\_ISL\_672573.

## RESULTADOS

Se analizaron las alteraciones genéticas

presentes en 6 secuencias del genoma completo de SARS-CoV-2 reportadas en El Salvador (Hernandez Avila *et al.*, 2021), las cuales están disponibles en GISAID.

Los resultados reflejan un total de 48 mutaciones diferentes al compararlas con el genoma de referencia Wuhan (NC\_045512.2). Entre las más frecuentes, 7 mutaciones están presente en todas las secuencias analizadas (A23403G, C14408T, C3037T, C241T, G25563T, C1059T, C27964T) y 4 están presente en 5 secuencias (C26164T, G13617T, C27509T, G28899A), el resto de mutaciones **únicamente** está presente en una secuencia (Figura 3).

7 mutaciones están presente en todas las secuencias analizadas (A23403G, C14408T, C3037T, C241T, G25563T, C1059T, C27964T) y 4 están presente en 5 secuencias (C26164T, G13617T, C27509T, G28899A), otras mutaciones se encuentran en 2 y otras en 1 secuencia.

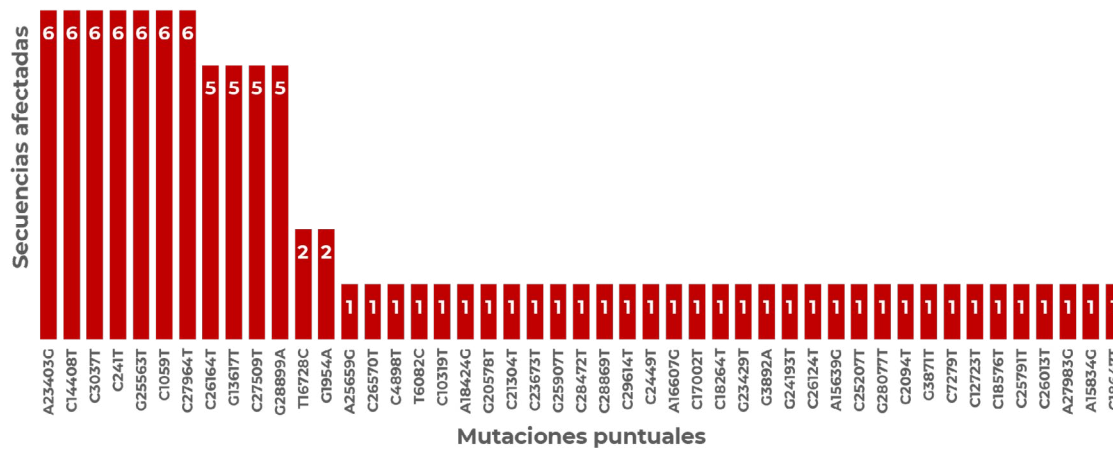
Únicamente se han encontrado cambios debido a polimorfismo de nucleótido simple (SNPs); no se evidenciaron inserciones ni deleciones. El 56.25% (27 diferentes mutaciones) provocan cambios en la secuencia de las proteínas (mutaciones con sentido erróneo), el 44.75 % (21 mutaciones) no generan cambios (mutaciones silenciosas) y el 2.08 % (1 mutación) se encuentran en la región reguladora 5´UTR (Figura 4).

En las secuencias analizadas, se detectaron 48 mutaciones, de las cuales el 56.25 % (27 cambios) son SNPs con sentido erróneo, 43.75 % (21 cambios) son mutaciones silenciosas. El 2.05 % ocurren en la región 5´UTR, no se encontraron mutaciones en el extremo 3´UTR, deleción ni inserciones. Las diferentes secuencias presentan un rango entre 15 y 19 mutaciones, mostrando un promedio de 16.7 mutaciones por secuencia (Figura 5).

Se reportan entre 15 y 19 mutaciones por aislado. El promedio de mutaciones por aislado es 16.7.

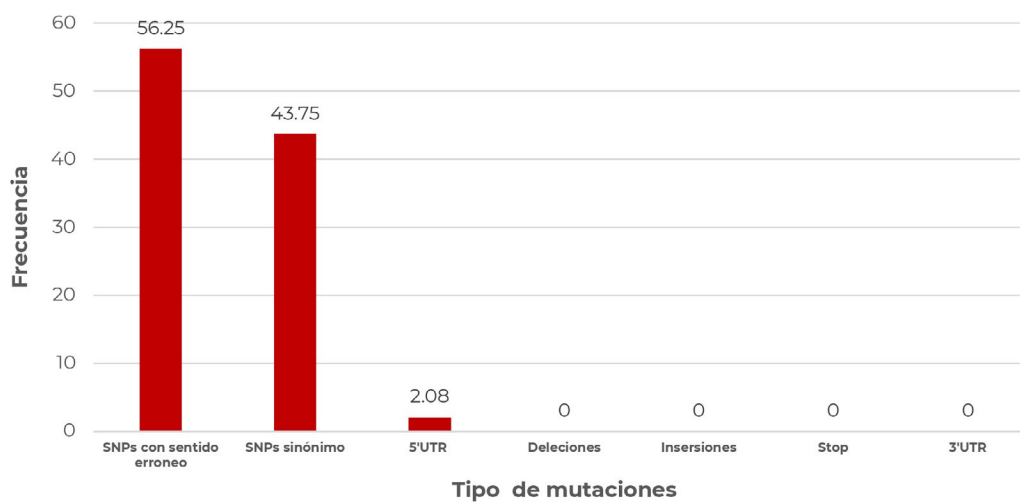
**Figura 3.**

Mutaciones reportadas a nivel de ácidos nucleicos en el geoma de SARS-CoV-2 en El Salvador.



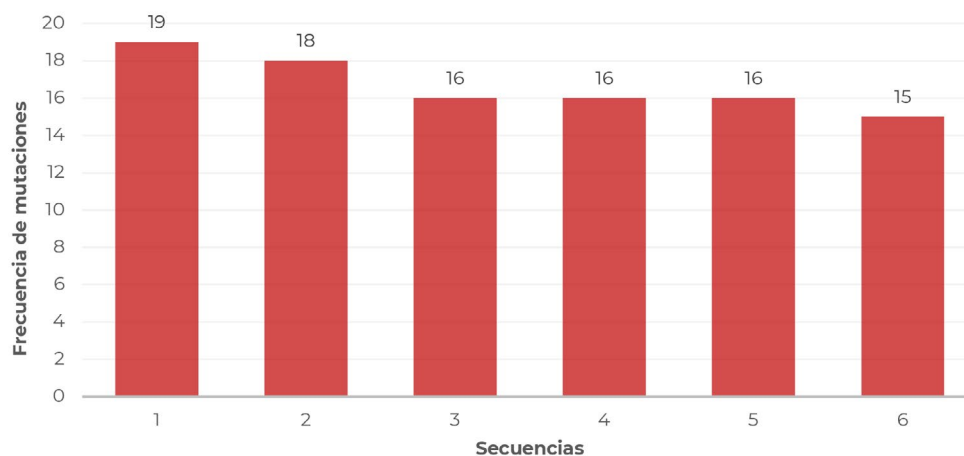
**Figura 4.**

Tipos de mutaciones encontradas en las secuencias de SARS-CoV-2 de El Salvador.



**Figura 5.**

Número de mutaciones por secuencia.

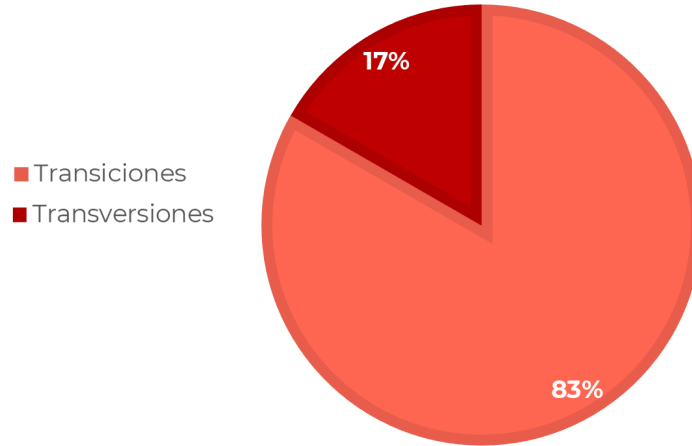


Las transiciones representan el 83 % del total de mutaciones encontradas, mientras que las

transversiones el 17 %. La única transversión encontrada es la sustitución G>T (Figura 6).

**Figura 6.**

*Tipos de sustituciones presentes en las secuencias analizadas.*



Predominan las transiciones (83 %) sobre transversiones (17 %).

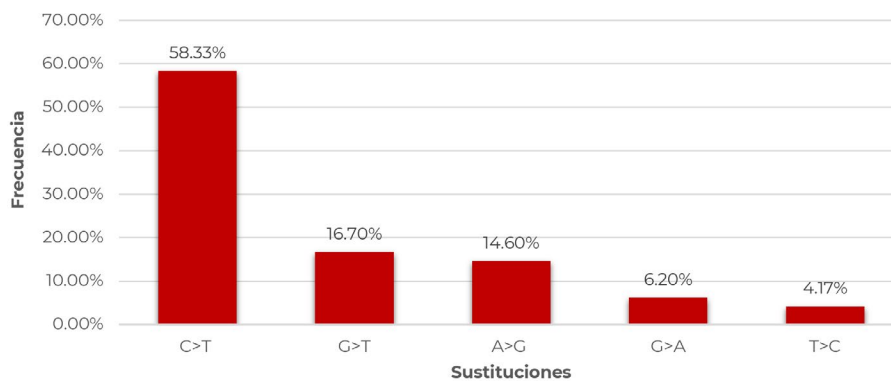
De mayor a menor porcentaje las sustituciones encontradas son C>T (58.3 %), G>T (16.7 %), A>G (14.6 %), G>A (6,2 %) y T>C (4.17 %) (Figura 7).

Los genes afectados con mayor número de mutaciones con sentido erróneo (3 cambios) son, **S** (D614G, A623S y S704L), **NS3** (P258S, Q57H y G172V), **NSP2** (S430L, T85I, T265) y N (N R209K, N P67S, NP199L); \con 2 mutaciones los genes NS8, NSP12, NSP3 y NSP13 y con una mutación los genes NSP5, NSP9, NSP15 y NS7a (Figura 8).

Entre las mutaciones con sentido erróneo 6 (S<sup>D614G</sup>, NS8<sup>S24L</sup>, NS3<sup>Q57H</sup>, NSP2<sup>T85I</sup>, NSP2<sup>T265I</sup>, NSP12<sup>P323L</sup>) están presentes en el 100 % de las secuencias (6 de 6 aislados); 4 mutaciones (NS7a<sup>T39I</sup>, NSP12<sup>K59N</sup>, N<sup>R209K</sup> y NS3<sup>P258S</sup>) están presentes en el 83.3 % de las muestras (5 de 6) y otras mutaciones se encuentran únicamente en una (Figura 9). En ninguna de las secuencias se observaron mutaciones propias de las variantes del Reino Unido, Sudáfrica, Brasil y California que presentan mayor transmisibilidad e infectividad.

**Figura 7.**

*Tipos de sustituciones encontradas en los genomas analizados.*

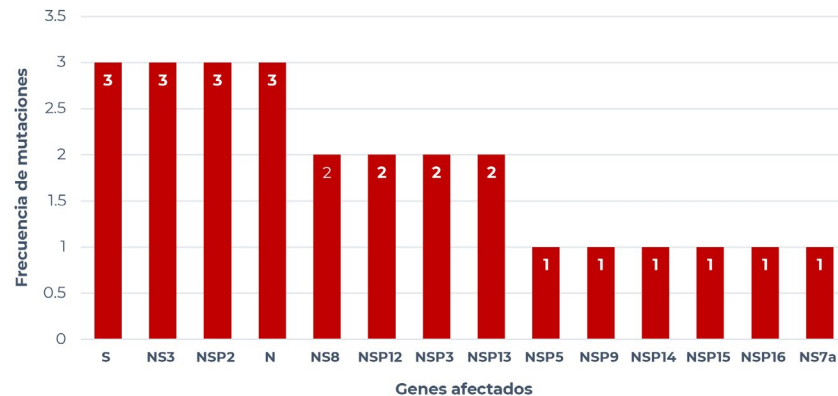


*Nota.* Existe un predominio de transiciones sobre transversiones. Entre las transiciones el cambio C>T representa el 58.33 % de todos los cambios encontrados. Únicamente se encontró la transversión G>T.



**Figura 8.**

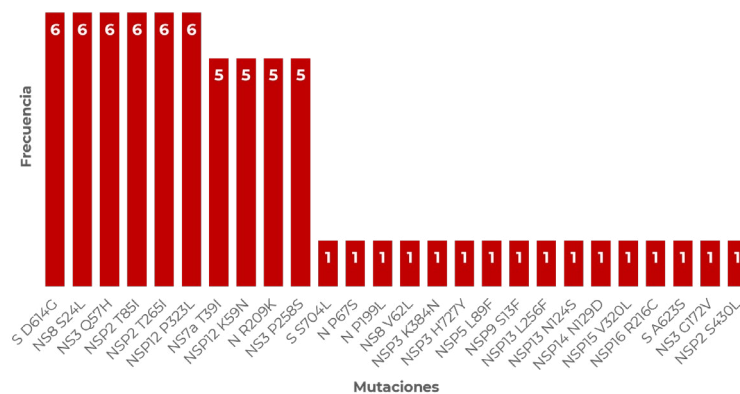
*Genes afectados por mutaciones.*



Nota. Los genes afectados con mayor número de mutaciones con sentido erróneo son el gen **S** (D614G, A623S y S704L), **NS3** (P258S, Q57H y G172V) y **NSP2** (S430L, T85I, T265I) y N (R209K, P67S y P199L). Con 2 mutaciones los genes NS8, NSP12, NSP3 y NSP13 y con una mutación los genes NSP5, NSP9, NSP15 Y NS7a.

**Figura 9.**

*Frecuencia de mutaciones con sentido erróneo encontradas en las secuencias publicadas en El Salvador.*



Nota. 6 mutaciones (S<sup>D614G</sup>, NS8<sup>S24L</sup>, NS3<sup>Q57H</sup>, NSP2<sup>T85I</sup>, NSP2<sup>T265I</sup> y NSP12<sup>P323L</sup>) están presente en el 100 % de los aislados (6 de 6 aislados); 4 mutaciones (NS7a<sup>T39I</sup>, NSP12<sup>K59N</sup>, N<sup>R209K</sup> y NS3<sup>P258S</sup>) están presente en el 83.3 % de las muestras (5 de 6) y otras mutaciones se encuentran únicamente en una muestra.

## DISCUSIÓN

A nivel mundial se ha encontrado un promedio de 7.23 mutaciones por secuencia (Mercatelli & Giorgi, 2020); en El Salvador el promedio es de 16.7 mutaciones por secuencia. En relación a las mutaciones en regiones codificantes, es semejante a lo reportado a nivel global, ya que en El Salvador predominan los SNPs con sentido erróneo (55.3 %) sobre las mutaciones sinónimas (44.68 %). En El Salvador las regiones reguladoras presentan la mutación 5'UTR 241C>T, dicha mutación también está presente

en el 100 % de las secuencias analizadas a nivel mundial. Actualmente, se está acumulando evidencia sobre el efecto de la mutación 5'UTR 241C>T sobre la replicación, la transcripción y el plegamiento de los ssRNA virales, lo cual continúa en estudio (Sola *et al.*, 2011) and the transcription of sgRNAs by a discontinuous mechanism. Both processes are regulated by RNA sequences such as the 5' and 3' untranslated regions (UTRs. En las 6 secuencias analizadas no se evidencia ninguna deleción, inserción, o codones de parada reportadas en otras regiones.

El perfil de sustitución de El Salvador es semejante al encontrado a nivel mundial; muestra un predominio de las transiciones (Alouane *et al.*, 2020), en particular las transiciones C>T (58.3 %) y A>G (14.6 %). En el caso de las transversiones, solo se detectó el cambio G>T (16.7 %).

Este patrón de cambios en el genoma de SARS-CoV-2 en El Salvador, sugiere que el origen de las mutaciones observadas en las secuencias de El Salvador incluye los errores propios del complejo replicación transcripción (RTC) que escapan a la corrección de la actividad exonucleasa de NSP14 (Ferron *et al.*, 2017) y mayoritariamente a la participación de los mecanismos de restricción viral del sistema inmune humano, mediado por las desaminasas APOBEC (Harris & Dudley, 2015) que desaminan citosinas a uracilo y se refleja en el ADN como el cambio C>T, ADARs que desamina adeninas y finalmente culmina en el cambio permanente A > G (Eisenberg & Levanon, 2018) y a la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) relacionada con la actividad de APOBEC, la cual induce daño oxidativo de ácidos nucleicos que conlleva a la transversión G> U (G>T en ADN) (Niocel *et al.*, 2019).

A pesar que la mayoría de las mutaciones encontradas en El Salvador han sido reportadas en todo el mundo, la proporción de cada uno de los cambios a nivel de ácidos nucleicos, los genes más afectados y las mutaciones con sentido erróneo, indica que el patrón de mutaciones en las secuencias de El Salvador tiene mayor semejanza con las secuencias publicadas en Norteamérica, lo que sugiere que fueron importadas de dicha región. Por otro lado, al analizar las 6 secuencias en las plataformas virtuales Nextstrain y GISAID todas fueron clasificadas en el clado Nextstrain 20C, caracterizado por la mutación A23403G, C1059T y G25563T y según GISAID pertenecen al clado

GH, linaje pangolín B.1.2 y B.1.370 (Hernandez Avila *et al.*, 2021), ambos linajes con una alta prevalencia en EUA.

## CONCLUSIONES

Podemos asegurar que las mutaciones encontradas en El Salvador coinciden con mutaciones que ya habían sido reportadas a nivel mundial y por tanto no se pudo determinar si algunas se originaron de manera autóctona. Las secuencias presentan mayor semejanza con los cambios descritos en Norteamérica, sumado a ello, el análisis global permitió clasificarlas en el clado GISAID GH, y linaje pangolín B.1.2 y B.1.370, ambos linajes con una alta prevalencia en EUA, lo cual refuerza la hipótesis del origen norteamericano de las secuencias salvadoreñas. El patrón de cambios del genoma de SARS-CoV-2 en El Salvador, sugiere que las mutaciones se deben a la acción de las desaminasas APOBEC (transición C>T) y ADARs (transición A>G), al efecto de especies reactivas de oxígeno (ROS) (transversión G>T), a errores propios del complejo replicación transcripción (RTC) que escapan a la corrección de la actividad exonucleasa de NSP14 y finalmente mutaciones como resultado de mecanismos de recombinación. Respecto a los eventos de recombinación que conducen a la adquisición de los residuos de unión a ACE2 que se encuentran en algunos linajes de SARS-CoV-2 que circulan a nivel mundial y en nuestro país, en donde la escisión similar a la furina en la unión S1/S2 también se encuentra dentro de uno de los posibles fragmentos afectados, será necesario más estudio y análisis del fenómeno de recombinación en SARS-CoV2 de secuencias de El Salvador que se dará en una próxima entrega.

Es necesario continuar secuenciando más genomas de SARS-CoV-2 aislados de pacientes de El Salvador, con el objetivo de verificar si se detectan patrones de mutaciones típicos

de otras regiones geográficas; tales como las variantes inglesa, sudafricana, brasileña y de California; además, vigilar el apareamiento de mutaciones no reportadas en otros países y analizar sus posibles efectos sobre la infectividad y transmisibilidad, la eficacia farmacológica (antivirales y vacunas) y el efecto en las regiones utilizadas para la detección y diagnóstico.

## CONFLICTO DE INTERÉS Y FINANCIAMIENTO

Los autores certifican que no existe ningún conflicto de interés que afecte el presente trabajo. Todos los experimentos se realizaron con equipos y reactivos de la Universidad de El Salvador en el marco del proyecto de secuenciación de SARS-CoV2 en El Salvador y el proyecto 15-04 que se realizan actualmente en la Sección de Virología y Microbiología Molecular del Departamento de Microbiología de la Facultad de Medicina, Universidad de El Salvador.

Todos los experimentos para obtener las secuencias de SARS-CoV2 se realizaron en las instalaciones de la Sección de Virología y Microbiología Molecular del Departamento de Microbiología de la Facultad de Medicina, Universidad de El Salvador.

## AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Microbiología de la Facultad de Medicina por contribuir a generar las condiciones en Laboratorio de Virología para la realización de este trabajo. A las autoridades de la Universidad de El Salvador y de la Facultad de Medicina por el apoyo logístico y demás recursos de laboratorio necesarios para la realización de la presente investigación. Al Consejo de Investigaciones

Científicas de la Universidad de El Salvador (CIC-UES) en particular por el apoyo decidido a la investigación científica en El Salvador.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alouane, T., Laamarti, M., Essabbar, A., Hakmi, M., Bendani, H., Laamarti, R., Ghrifi, F., Allam, L., Aanniz, T., Mentag, R., Sbabou, L., Nejari, C., Amzazi, S., & Belyamani, L. (2020). *SARS-CoV-2 Genomes: Moving Toward a Universal Vaccine for the "Confined Virus"?* 1-19.
- Angelini, M. M., Akhlaghpour, M., Neuman, B. W., & Buchmeier, M. J. (2013). Severe acute respiratory syndrome coronavirus nonstructural proteins 3, 4, and 6 induce double-membrane vesicles. *MBio*, 4(4), 1-10. <https://doi.org/10.1128/mBio.00524-13>
- Becares, M., Pascual-iglesias, A., Nogales, A., Sola, I., Enjuanes, L., & Zuñiga, S. (2016). Mutagenesis of Coronavirus nsp14 Reveals Its Potential Role in. *Journal of Virology*, 90(11), 5399-5414. <https://doi.org/10.1128/JVI.03259-15>. Editor
- Brufsky, A. (2020). Distinct viral clades of SARS-CoV-2: Implications for modeling of viral spread. *Journal of Medical Virology*, 92(9), 1386-1390. <https://doi.org/10.1002/jmv.25902>
- Case, J. B., Ashbrook, A. W., Dermody, T. S., & Denison, M. R. (2016). Mutagenesis of S -Adenosyl-I-Methionine-Binding Residues in Coronavirus nsp14 N7-Methyltransferase Demonstrates Differing Requirements for Genome Translation and Resistance to Innate Immunity. *Journal of Virology*, 90(16), 7248-7256. <https://doi.org/10.1128/jvi.00542-16>
- Chen, Y., Cai, H., Pan, J., Xiang, N., Tien, P.,

- Ahola, T., & Guo, D. (2009). Functional screen reveals SARS coronavirus nonstructural protein nsp14 as a novel cap N7 methyltransferase. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *106*(9), 3484–3489. <https://doi.org/10.1073/pnas.0808790106>
- Chen, Y., Liu, Q., & Guo, D. (2020). Emerging coronaviruses: Genome structure, replication, and pathogenesis. *Journal of Medical Virology*, *92*(4), 418–423. <https://doi.org/10.1002/jmv.25681>
- Di Giorgio, S., Martignano, F., Torcia, M. G., Mattiuz, G., & Conticello, S. G. (2020). Evidence for host-dependent RNA editing in the transcriptome of SARS-CoV-2. *BioRxiv*, June, 1–8. <https://doi.org/10.1101/2020.03.02.973255>
- Eisenberg, E., & Levanon, E. Y. (2018). A-to-I RNA editing—Immune protector and transcriptome diversifier. *Nature Reviews Genetics*, *19*(8), 473–490. <https://doi.org/10.1038/s41576-018-0006-1>
- Ferron, F., Subissi, L., De Morais, A. T. S., Le, N. T. T., Sevajol, M., Gluais, L., Decroly, E., Vornrhein, C., Bricogne, G., Canard, B., & Imbert, I. (2017). Structural and molecular basis of mismatch correction and ribavirin excision from coronavirus RNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *115*(2), E162–E171. <https://doi.org/10.1073/pnas.1718806115>
- Gorbalenya, A. E., Baker, S. C., Baric, R. S., de Groot, R. J., Drosten, C., Gulyaeva, A. A., Haagmans, B. L., Lauber, C., Leontovich, A. M., Neuman, B. W., Penzar, D., Perlman, S., Poon, L. L. M., Samborskiy, D. V., Sidorov, I. A., Sola, I., & Ziebuhr, J. (2020). The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: Classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nature Microbiology*, *5*(4), 536–544. <https://doi.org/10.1038/s41564-020-0695-z>
- Gorbalenya, A. E., Enjuanes, L., Ziebuhr, J., & Snijder, E. J. (2006). Nidovirales: Evolving the largest RNA virus genome. *Virus Research*, *117*(1), 17–37. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2006.01.017>
- Gribble, J., Stevens, L. J., Agostini, M. L., Anderson-Daniels, J., Chappell, J. D., Lu, X., Puijssers, A. J., Routh, A. L., & Denison, M. R. (2021). The coronavirus proofreading exoribonuclease mediates extensive viral recombination. *PLoS Pathogens*, *17*(1), 1–28. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009226>
- Harris, R. S., & Dudley, J. P. (2015). APOBECs and virus restriction. *Virology*, *479*–*480*, 131–145. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2015.03.012>
- Hernandez Avila, C. E., Ortega Perez, C. A., Rivera, N. R., & López, X. S. (2021). Primeras seis secuencias del genoma completo de SARS-CoV-2 por NGS en El Salvador. *Alerta, Revista Científica Del Instituto Nacional de Salud*, *4*(1), 61–66. <https://doi.org/10.5377/alerta.v4i1.10682>
- Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., Zhang, L., Fan, G., Xu, J., Gu, X., Cheng, Z., Yu, T., Xia, J., Wei, Y., Wu, W., Xie, X., Yin, W., Li, H., Liu, M., ... Cao, B. (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet*, *395*(10223), 497–506. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)
- Kuljić-Kapulica, N., & Budisin, A. (1992). Coronaviruses. *Srpski Arhiv Za Celokupno Lekarstvo*, *120*(7–8), 215–218. <https://doi.org/10.4161/rna.8.2.15013>
- Lu, R., Zhao, X., Li, J., Niu, P., Yang, B., Wu, H., Wang, W., Song, H., Huang, B.,

- Zhu, N., Bi, Y., Ma, X., Zhan, F., Wang, L., Hu, T., Zhou, H., Hu, Z., Zhou, W., Zhao, L., ... Tan, W. (2020). Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: Implications for virus origins and receptor binding. *The Lancet*, 395(10224), 565–574. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30251-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30251-8)
- Mercatelli, D., & Giorgi, F. M. (2020). Geographic and Genomic Distribution of SARS-CoV-2 Mutations. *Frontiers in Microbiology*, 11(July), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01800>
- Niocol, M., Appourchaux, R., Nguyen, X. N., Delpeuch, M., & Cimarelli, A. (2019). The DNA damage induced by the Cytosine Deaminase APOBEC3A Leads to the production of ROS. *Scientific Reports*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40941-8>
- Perlman, S., & Netland, J. (2009). Coronaviruses post-SARS: Update on replication and pathogenesis. *Nature Reviews Microbiology*, 7(6), 439–450. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2147>
- Phuphuakrat, A., Kraiwong, R., Boonarkart, C., Lauhakirti, D., Lee, T.-H., & Auewarakul, P. (2008). Double-Stranded RNA Adenosine Deaminases Enhance Expression of Human Immunodeficiency Virus Type 1 Proteins. *Journal of Virology*, 82(21), 10864–10872. <https://doi.org/10.1128/jvi.00238-08>
- Pollpeter, D., Parsons, M., Sobala, A. E., Coxhead, S., Lang, R. D., Bruns, A. M., Papaioannou, S., McDonnell, J. M., Apolonia, L., Chowdhury, J. A., Horvath, C. M., & Malim, M. H. (2018). Deep sequencing of HIV-1 reverse transcripts reveals the multifaceted antiviral functions of APOBEC3G. *Nature Microbiology*, 3(2), 220–233. <https://doi.org/10.1038/s41564-017-0063-9>
- Saber, A., Gulyaeva, A. A., Brubacher, J. L., Newmark, P. A., & Gorbalenya, A. E. (2018). A planarian nidovirus expands the limits of RNA genome size. In *PLoS Pathogens* (Vol. 14, Issue 11). <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1007314>
- Salter, J. D., & Smith, H. C. (2018). Modeling the Embrace of a Mutator: APOBEC Selection of Nucleic Acid Ligands. *Trends in Biochemical Sciences*, 43(8), 606–622. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2018.04.013>
- Smith, E. C., & Denison, M. R. (2012). Implications of altered replication fidelity on the evolution and pathogenesis of coronaviruses. *Current Opinion in Virology*, 2(5), 519–524. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2012.07.005>
- Snijder, E. J., Limpens, R. W. A. L., de Wilde, A. H., de Jong, A. W. M., Zevenhoven-Dobbe, J. C., Maier, H. J., Faas, F. F. G. A., Koster, A. J., & Bárcena, M. (2020). A unifying structural and functional model of the coronavirus replication organelle: Tracking down RNA synthesis. *PLoS Biology*, 18(6), 1–25. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000715>
- Sola, I., Almazán, F., Zúñiga, S., & Enjuanes, L. (2015). Continuous and Discontinuous RNA Synthesis in Coronaviruses. *Annual Review of Virology*, 2, 265–288. <https://doi.org/10.1146/annurev-virology-100114-055218>
- Sola, I., Mateos-Gomez, P. A., Almazan, F., Zúñiga, S., & Enjuanes, L. (2011). RNA-RNA and RNA-protein interactions in coronavirus replication and transcription. *RNA Biology*, 8(2), 237–248. <https://doi.org/10.4161/rna.8.2.14991>
- Subissi, L., Imbert, I., Ferron, F., Collet, A., Coutard, B., Decroly, E., & Canard, B. (2014). SARS-CoV ORF1b-encoded nonstructural



- proteins 12-16: Replicative enzymes as antiviral targets. *Antiviral Research*, 101(1), 122–130. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2013.11.006>
- Tagliamonte, M. S., Abid, N., Borocci, S., Sangiovanni, E., Ostrov, D. A., Kosakovsky Pond, S. L., Salemi, M., Chillemi, G., & Mavian, C. (2021). Multiple recombination events and strong purifying selection at the origin of SARS-CoV-2 spike glycoprotein increased correlated dynamic movements. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/ijms22010080>
- Taylor, D. R., Puig, M., Darnell, M. E. R., Mihalik, K., & Feinstone, S. M. (2005). New Antiviral Pathway That Mediates Hepatitis C Virus Replicon Interferon Sensitivity through ADAR1. *Journal of Virology*, 79(10), 6291–6298. <https://doi.org/10.1128/jvi.79.10.6291-6298.2005>
- Wu, C., Liu, Y., Yang, Y., Zhang, P., Zhong, W., Wang, Y., Wang, Q., Xu, Y., Li, M., Li, X., Zheng, M., Chen, L., & Li, H. (2020). Analysis of therapeutic targets for SARS-CoV-2 and discovery of potential drugs by computational methods. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 10(5), 766–788. <https://doi.org/10.1016/j.apsb.2020.02.008>
- Zahn, R. C., Schelp, I., Utermöhlen, O., & von Laer, D. (2007). A-to-G Hypermutation in the Genome of Lymphocytic Choriomeningitis Virus. *Journal of Virology*, 81(2), 457–464. <https://doi.org/10.1128/jvi.00067-06>
- Zhao, S., & Chen, H. (2020). Modeling the epidemic dynamics and control of COVID-19 outbreak in China. *MedRxiv*, 1–9. <https://doi.org/10.1101/2020.02.27.20028639>
- Zhou, P., Yang, X. Lou, Wang, X. G., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., Si, H. R., Zhu, Y., Li, B., Huang, C. L., Chen, H. D., Chen, J., Luo, Y., Guo, H., Jiang, R. Di, Liu, M. Q., Chen, Y., Shen, X. R., Wang, X., ... Shi, Z. L. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*, 579(7798), 270–273. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>
- Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., Zhao, X., Huang, B., Shi, W., Lu, R., Niu, P., Zhan, F., Ma, X., Wang, D., Xu, W., Wu, G., Gao, G. F., & Tan, W. (2020). A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *New England Journal of Medicine*, 382(8), 727–733. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2001017>



# Revista MINERVA

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




## Propiedades físicas y químicas de materiales tipo hidroxiapatita sintetizados a partir de residuos de la industria alimentaria mediante el empleo de un método sol-gel modificado

### Physical and chemical properties of hydroxyapatite-based materials synthesized from food industry residues by means of an improved sol-gel method

José Galicia Ayala<sup>1</sup>  
José Alfredo Díaz<sup>1</sup>  
Marvin Chávez-Sifontes<sup>1,2</sup>

Correspondencia:  
[marvin.chavez@ues.edu.sv](mailto:marvin.chavez@ues.edu.sv)

Presentado: 19 de octubre de 2021  
Aceptado: 8 de febrero de 2022

<sup>1</sup> Escuela de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad de El Salvador  
<sup>2</sup>  [orcid.org/0000-0001-8264-291X](https://orcid.org/0000-0001-8264-291X)

### RESUMEN

El aprovechamiento de residuos industriales es parte fundamental del paradigma de la economía circular. El presente trabajo muestra que pueden ser sintetizados materiales sólidos tipo hidroxiapatita a partir de residuos de la industria alimentaria (i.e. cascarón de huevo y concha de molusco) empleando una metodología experimental basada en el método sol-gel modificado. Para este trabajo han sido utilizadas materias primas menos tóxicas y menos costosas que las empleadas en las síntesis clásicas. También, se ha propuesto el uso de una sustancia natural como agente generador de porosidad para preparar materiales con distintas propiedades físicas y químicas. Mediante el empleo de distintas técnicas analíticas fueron caracterizados los materiales sintetizados, confirmando que la fase mayoritaria es hidroxiapatita acompañada por una fase secundaria de fosfato tricálcico, además, se identificaron residuos de carbonato de calcio y óxido de calcio, como producto de descomposición del carbonato. La temperatura de envejecimiento y la temperatura de calcinación son parámetros que otros autores han reportado que influyen sobre las propiedades físicas y químicas de los materiales sintetizados, en este trabajo se ha confirmado que la relación entre la cantidad de agente generador de porosidad y la cantidad de sol (Sol. C) influye sobre las propiedades de los materiales sintetizados; por ejemplo, determina como se ve afectado el porcentaje de fase de hidroxiapatita.

**Palabras clave:** hidroxiapatita, método sol-gel, residuos industriales, economía circular, propiedades físicas, propiedades químicas.

### ABSTRACT

The utilization of industrial wastes is a fundamental part of the circular economy paradigm. The present work shows that solid hydroxyapatite-type

materials can be synthesized from food industry residues (*i.e.* eggshells and mollusk shells) utilizing an experimental methodology based on the modified sol-gel method. For this work, less toxic and less expensive raw materials than those used in classical syntheses have been used. It has also been proposed the use of a natural substance as a porosity generating agent to prepare materials with different physical and chemical properties. Through the use of different analytical techniques, the synthesized materials were characterized. It was confirmed the main phase as hydroxyapatite, in addition to a secondary phase of tricalcium phosphate, calcium carbonate residues of calcium oxide were also identified as residues. Aging temperature and calcination temperature are parameters that other authors have reported influencing the physical and chemical properties of the synthesized materials, in this work it has been confirmed the relationship between the amount of porosity generating agent and the amount of Sol. C also influences the properties of hydroxyapatite-type materials, as an example was determined how is modified the percentage of hydroxyapatite phase.

**Keywords:** hydroxyapatite, sol-gel method, industrial residues, circular economy, physical properties, chemical properties.

---

## INTRODUCCIÓN

La hidroxiapatita (HAp)  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  es un compuesto inorgánico de similar composición a la de huesos y dientes humanos, presenta excelente biocompatibilidad, y es termodinámicamente estable en el fluido corporal para ser utilizada como un material en diversas aplicaciones en el campo biomédico (Szcześ et al., 2017). Las características específicas de la HAp como baja solubilidad en agua y alta estabilidad en condiciones oxidantes y reductoras, hacen que este material sea adecuado como adsorbente en la

purificación de aguas residuales y eliminación de una variedad de metales pesados tales como,  $\text{As}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ , y  $\text{Cd}^{2+}$  (Chen et al., 2010).

La hidroxiapatita ha sido utilizada en reacciones catalíticas para sintetizar compuestos con diversas aplicaciones, estos tipos de materiales han sido ensayados en reacciones de acoplamiento (*i.e.* Suzuki-Miyaura, Mizoroki-Heck), en reacciones de condensación (*i.e.* Claisen-Schmidt, Knoevenagel), así como también en reacciones de oxidación. Las moderadas propiedades ácido-base de estos materiales minimizan la generación de sub-productos; además, el intercambio de iones calcio por cationes divalentes o trivalente permite modificar las propiedades catalíticas (Fihri et al., 2017).

Se han desarrollado diversos métodos para sintetizar HAp: métodos químicos húmedos, hidrólisis, irradiación con microondas o métodos hidrotermales, etc. Sin embargo, la mayoría de metodologías requieren diseños experimentales complicados, sistemas de reflujo o autoclave que implican altas temperaturas, presiones y reactivos como nitrato de calcio, óxido de calcio, fosfato de calcio, pentóxido de fósforo (V), ácido hexafluorofosfórico, trietilfosfito, que no únicamente son nocivos para el medio ambiente sino implican costos elevados (Mohd Pu'ad et al., 2019).

La sustitución de iones  $\text{PO}_4^{3-}$  por iones hidrogeno fosfato  $\text{HPO}_4^{2-}$  permite que la relación atómica Ca/P oscile entre valores 9/6 y 10/6 generando hidroxiapatitas deficientes de calcio,  $\text{Ca}_{10-x}(\text{PO}_4)_{6-x}(\text{HPO}_4)_x(\text{OH})_{2-x}$ . Hidroxiapatitas deficientes de calcio pueden ser obtenidas mediante precipitación por métodos convencionales en fase acuosa y descomposición en una mezcla de HApCa y  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  mediante calcinación a  $\geq 700$  °C. Esto permite producir materiales cerámicos bifásicos HApCa/ $\beta$ -TCP (beta-fosfato tricálcico) evitando la etapa de mezcla física de polvos (Mostafa, 2005).



El método sol-gel consiste en varias etapas que involucran procesos físicos y químicos tales como hidrólisis, polimerización, envejecimiento, secado y calcinación. En la práctica, el proceso se puede iniciar a partir de la gelificación de disoluciones coloidales o a partir de la hidrólisis y condensación de sales inorgánicas o precursores organometálicos en agua o disolventes orgánicos.

Esta investigación trabaja con en el método sol-gel pero con modificaciones que lo vuelven un método alternativo para materiales tipo hidroxiapatita de calcio (HApCa). Se propone el uso de residuos de la industria alimentaria (*i.e.* cascarón de huevo y concha de molusco) como fuente de carbonato de calcio y ácido fosfórico como precursor de fosfato. Todo lo anterior tiene como objetivo el minimizar la cantidad de contaminantes generados y reducir los costos económicos que implica la síntesis por métodos convencionales. Además, se propone el uso de una sustancia de origen natural como agente generador de porosidad para generar materiales con distintas propiedades físicas y morfológicas. Se caracterizaron los materiales mediante distintas técnicas de análisis (*i.e.* FT-IR, DRX, SEM, ICP, etc.), lo que permitió validar los resultados y comparar las características y propiedades de los materiales tipo hidroxiapatita sintetizados a partir de dos materias primas provenientes de residuos de la industria alimentaria.

## METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

### Procedimiento para la síntesis de materiales tipo hidroxiapatita utilizando residuos de la industria alimentaria y ácido fosfórico

En este trabajo se utilizaron reactivos químicos del proveedor Merck, se trabajó con los reactivos directamente del frasco sin previo tratamiento

o purificaciones,  $\text{HNO}_3$  CAS 7697-37-2 (70 % grado reactivo ACS),  $\text{H}_3\text{PO}_4$  CAS 7664-38-2 (85 % grado reactivo ACS).

Los materiales tipo hidroxiapatita fueron sintetizados con base en el procedimiento experimental descrito por Sánchez-Salcedo, S. et al. (Sánchez-Salcedo et al., 2016), y una serie de modificaciones propuestas para este trabajo. Las materias primas precursoras de carbonato de calcio (cascarón de huevo y concha de molusco) fueron lavados varias veces con agua del grifo, y con disolución de peróxido de hidrógeno a temperatura ambiente para eliminar la materia orgánica, después fue lavado varias veces con agua destilada y secados en atmósfera de aire a 50-60 °C durante 12 horas. Finalmente, las materias primas fueron trituradas y tamizadas a un tamaño partícula  $\phi=0.25 \mu\text{m}$ .

Disolución A (Sol. A): 4 gramos de cáscara de huevo o concha de molusco ( $\phi=0.25 \mu\text{m}$ ) fueron disueltos en 5.54 mL de  $\text{HNO}_3$  (70 % ACS) y 25 mL de agua destilada, la mezcla fue agitada a temperatura ambiente durante el tiempo necesario hasta conseguir disolución completa (2-3 horas tiempo de agitación). Fue obtenida una disolución de nitrato de calcio de concentración  $\approx 1.2 \text{ M}$ .

Disolución B (Sol. B): 1.45 mL de ácido fosfórico (85 % ACS) fueron mezclados con 25 mL de agua destilada. Esta disolución fue agitada a 30 °C durante 0.5 horas.

Disolución C (Sol. C): la disolución de nitrato de calcio (Sol. A) fue adicionada a la disolución de ácido fosfórico (Sol. B) a una velocidad  $2.5 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ , la mezcla se mantuvo en agitación a 30 °C durante 0.5 horas. Luego, esta disolución fue envejecida en un horno a 60 °C durante 6 horas para obtener un sol.

La disolución C (Sol. C) fue mezclada con un volumen de albúmina de huevo (como agente generador de porosidad) en diferentes

proporciones, según: 0/5, 1.25/5, 2.5/5, y 5/5 (mL albúmina de huevo/mL Sol. C). La mezcla fue agitada vigorosamente para combinar el sol con la albúmina de huevo, durante la agitación se favoreció la formación de una espuma. Luego la espuma generada fue sometida a un proceso de secado en microondas casero durante 8 minutos registrado según el control automatizado del equipo. Finalmente, la espuma después de secar fue calcinada en mufla y atmósfera de aire a 700 °C durante 3 horas, tiempo estimado para calcinar toda la materia orgánica.

### **Caracterización de los materiales sintetizados**

Los principales grupos funcionales presentes en los materiales tipo hidroxiapatita fueron identificados mediante análisis infrarrojo FT-IR en un equipo Thermo Scientific modelo Nicolet Is5 equipado con accesorio modelo iD7 para análisis por ATR. Los espectros fueron analizados mediante el programa OMNIC™ Specta™, para identificar las bandas de vibración y correlacionar con los distintos grupos funcionales.

Los análisis de difracción de rayos (XRD) fueron realizados en un equipo CUBIX de PANalytical con un detector PANalytical X'Celerator utilizando geometría Bragg-Bretano. Como fuente de radiación de rayos X  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda_1 = 1.5406 \text{ \AA}$ ,  $\lambda_2 = 1.5444 \text{ \AA}$ ,  $I_2/I_1 = 0.5$ ), 45 kV y 40 mA como voltaje e intensidad de tubo, respectivamente. El programa de análisis registró datos en el rango  $2\theta$  desde  $2.0^\circ$  hasta  $90^\circ$  cada  $0.04^\circ$  (velocidad 35 s). La identificación se realizó por comparación con bases de datos reportadas en referencias (*i.e.* ICDD) y el análisis de fases se realizó mediante el programa X'Pert HighScore Plus v2.1.

El área superficial y porosidad de los materiales

sintetizados fue determinado a partir de los datos de isoterma de adsorción de nitrógeno, realizadas en un equipo Micromeritics ASAP-2040 a  $-196 \text{ }^\circ\text{C}$ . Previo al análisis las muestras (masa  $\approx 300 \text{ mg}$ , tamaño de partícula: 0.4-0.8 mm) fueron sometidas a vacío utilizando una bomba turbo-molecular Micromeritics Edwards E2M0.7 durante 24 horas a  $250 \text{ }^\circ\text{C}$ . Las propiedades texturales fueron determinadas a partir de los datos de isoterma adsorción/desorción, el área superficial fue calculada utilizando la ecuación BET (Brunauer-Emmett-Teller) en el rango  $P/P_0$  desde 0.1 hasta 0.25, el volumen total de poro (poros menores a  $3407 \text{ \AA}$  diámetro a  $P/P_0 = 0.994$ ) fue determinado mediante la ecuación de adsorción de punto único.

Las micrografías de los materiales sintetizados fueron hechas en un microscopio electrónico de barrido (SEM) modelo JEOL JSM-6300 que opera a un voltaje de aceleración de 20 keV y con una resolución de 65 keV. El microscopio está acoplado con un detector de electrones secundarios que permite realizar fotografías en escala de blanco y negro. También tiene acoplado otro detector de rayos X (EDX) a partir del cual puede obtenerse información cualitativa y cuantitativa de la composición de elementos presentes en la muestra. La información fue obtenida mediante análisis de distintas regiones del sólido, aplicando distintas magnificaciones.

Para determinar la composición química de cada elemento se realizaron análisis de espectroscopía de emisión óptica mediante plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES) en un equipo Varian 715-ES. Las muestras sólidas (30-40 mg) fueron disgregadas en 5 mL de agua regia ( $\text{HNO}_3/\text{HCl}$ : 1/3 volumen) y posteriormente aforadas con agua destilada hasta un volumen de 50 mL, las muestras fueron analizadas por duplicado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

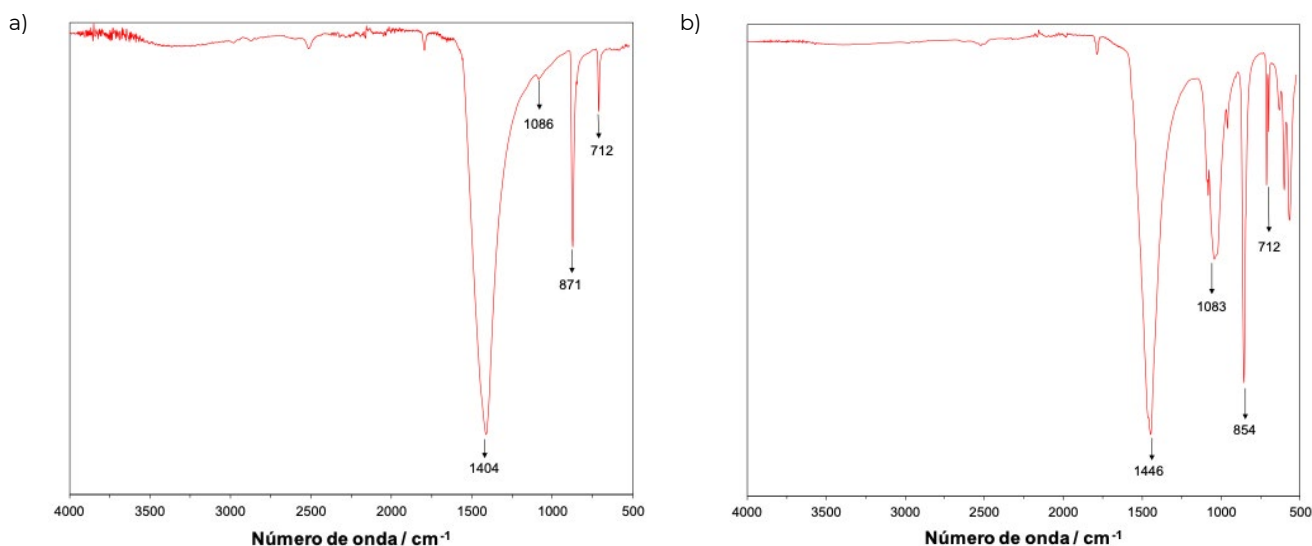
### Espectros infrarrojos (FT-IR/ATR) de las materias primas fuente de carbonato de calcio, cascarón de huevo y de la concha de molusco

Los espectros infrarrojos de las materias primas (cascarón de huevo y de la concha de molusco) mostraron bandas características que corresponden a cuatro modos vibracionales de los iones carbonato ( $\text{CO}_3$ )<sup>2-</sup> ( $\nu_1$ ,  $\nu_2$ ,  $\nu_3$ , y  $\nu_4$ ) presentes en las muestras como carbonato de calcio. Así el espectro infrarrojo del cascarón de huevo (Figura 1a) evidenció bandas de acuerdo

con el tipo calcita, una banda intensa a 1404  $\text{cm}^{-1}$  que corresponde al modo de vibración  $\nu_3$ , y dos bandas de intensidad media a 871 and 712  $\text{cm}^{-1}$  que corresponden a los modos  $\nu_2$  y  $\nu_4$ , respectivamente (Sow, 2016). El espectro infrarrojo de la concha de molusco (Figura 1b) mostró bandas de acuerdo con el tipo aragonito, una banda intensa a 1446  $\text{cm}^{-1}$  que corresponde al modo de vibración  $\nu_3$ , y dos bandas de media intensidad a 854 and 712  $\text{cm}^{-1}$  que corresponde al modo  $\nu_2$  y el modo  $\nu_4$ , respectivamente. Se puede evidenciar que la banda correspondiente al modo de vibración  $\nu_1$  resultó más intensa en la concha de molusco (1083  $\text{cm}^{-1}$ ) que en el cascarón de huevo (1086  $\text{cm}^{-1}$ ) (Sow, 2016).

#### Figura 1.

Espectros FT-IR/ATR para las materias primas fuente de carbonato de calcio. a) cascarón de huevo y b) concha de molusco



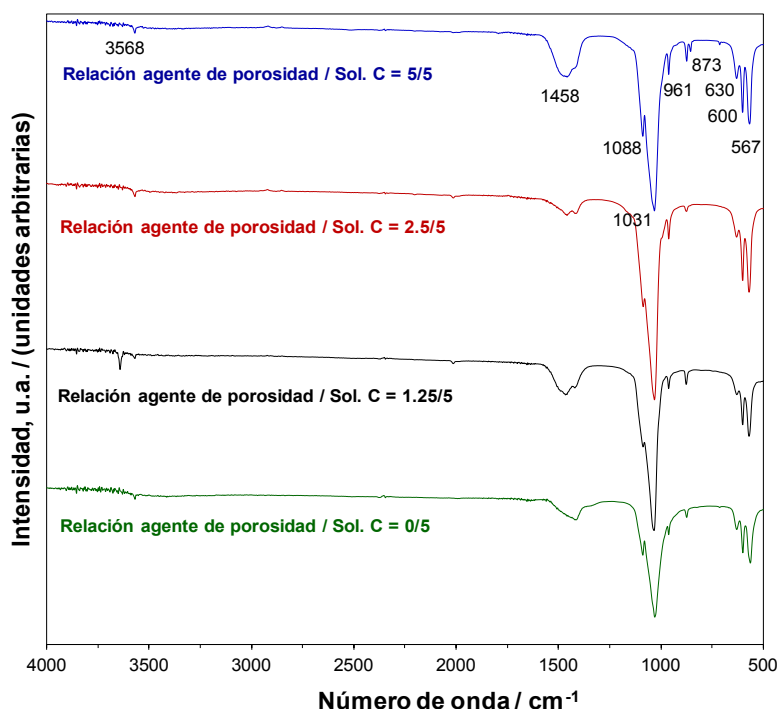
### Espectros infrarrojos (FT-IR/ATR) de los materiales tipo hidroxiapatita sintetizados a partir de cascarón de huevo y concha de molusco

La siguiente figura muestra los espectros de análisis infrarrojo para los materiales sólidos preparados a partir de carbonato de calcio

presente en el cascarón de huevo. En la figura 2 se muestra la comparación de los distintos espectros infrarrojos para los materiales sintetizados a partir de distintas relaciones de cantidad de agente generador de porosidad (albúmina de huevo) vs. Sol. C. Por ejemplo, 5/5 se refiere a 5 mL de agente generador de porosidad vs. 5 mL de Sol. C.

**Figura 2.**

Espectros FT-IR/ATR para los materiales sintetizados a partir de carbonato de calcio presente en el cascarón de huevo.



Nota. Diferentes relaciones de agente generador de porosidad vs. Sol. C, 0/5, 1.25/5, 2.5/5, y 5/5

Como puede observarse en la figura previa, los espectros infrarrojos muestran bandas principales a 3568 y 630  $\text{cm}^{-1}$  para grupo hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ), estas bandas corresponden a vibraciones tipo estiramiento y flexión. Las bandas respectivas a grupos fosfato ( $\text{PO}_4$ )<sup>3-</sup> se identifican entre 1030, 961, 600 y 565  $\text{cm}^{-1}$  debido a estiramiento y cambios de ángulo de enlace. Además, son identificables bandas a 1465  $\text{cm}^{-1}$  tipo flexión asignadas a iones carbonato ( $\text{CO}_3$ )<sup>2-</sup> resultado del intercambio entre iones hidroxilo ( $\text{HO}^-$ ). También, fueron identificadas señales asignadas a iones hidrogenofosfato ( $\text{HPO}_4$ )<sup>2-</sup> a 875  $\text{cm}^{-1}$  bandas de tipo estiramiento (Ozhukil Kollath et al., 2015).

La Figura 3 muestra los espectros infrarrojos de los materiales sólidos preparados a partir de carbonato de calcio presente en la concha de molusco. En la siguiente figura se muestra

la comparación de los distintos espectros infrarrojos para los materiales sintetizados a partir de distintas relaciones de cantidad de agente generador de porosidad (albúmina de huevo) vs. Sol. C. Por ejemplo, 5/5 se refiere a 5 mL de agente generador de porosidad vs. 5 mL de Sol. C.

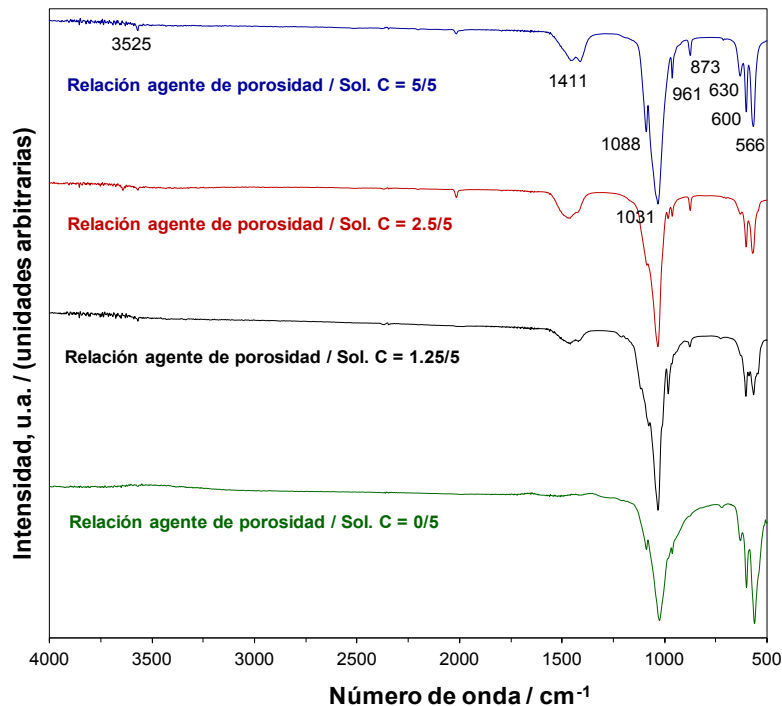
Este grupo de materiales sintetizados a partir de concha de molusco igualmente presentó bandas que corresponden a vibraciones tipo estiramiento y flexión que correlacionan a grupos hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ), 3600, 3578, and 633  $\text{cm}^{-1}$ . Bandas de vibración relativas a grupos fosfato ( $\text{PO}_4$ )<sup>3-</sup>, 566, 604, 630, 1032  $\approx$  1087, 1092, 1040  $\text{cm}^{-1}$ , y bandas características a grupos carbonato ( $\text{CO}_3$ )<sup>2-</sup>, 1480, 1420, and 870  $\text{cm}^{-1}$ , fueron también identificadas. El análisis de los desplazamientos, de cada una de las bandas, permitió identificar que correlacionan con

espectros de hidroxiapatita tipo B, en que la estructura cristalina muestra sustitución parcial de grupos fosfato por grupos carbonato

(Pham Minh et al., 2014).

### Figura 3.

Espectros FT-IR/ATR para los materiales sintetizados a partir de carbonato de calcio presente en la concha de molusco



Nota. Diferentes relaciones de agente generador de porosidad vs. Sol. C, 0/5, 1.25/5, 2.5/5, y 5/5.

### Difracción de rayos X (DRX) de las materias primas fuente de carbonato de calcio, cascarón de huevo y de la concha de molusco

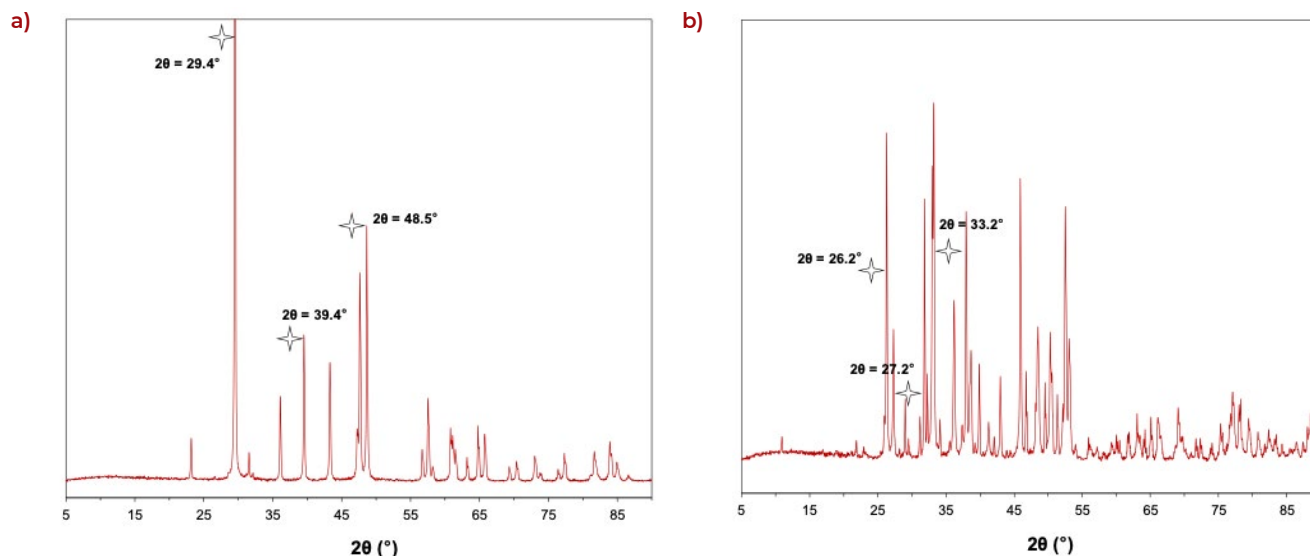
El análisis de difracción de rayos X de polvos fue utilizado para estudiar las características estructurales de los precursores e identificar el tipo de carbonato de calcio presente. En la Figura 4a se muestra el difractograma de rayos X para el cascarón de huevo, en el cual se evidenciaron picos a  $2\theta = 29.4, 39.4, 48.5^\circ$ , comparados con datos de referencias se pudo identificar como carbonato de calcio en su polimorfo calcita (Choudhary et al., 2015; Wu et

al., 2016).

La calcita presenta un sistema cristalográfico trigonal-hexagonal, con parámetros de celda  $a = b = 4.9896 \text{ \AA}$ , y  $c = 17.0610 \text{ \AA}$ , volumen de celda:  $367.85 \text{ \AA}^3$ , y volumen molar:  $36.93 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$  (Crystallographic and Crystallochemical Database for Minerals and Their Structural Analogues, n.d.). Para la muestra de cascarón de huevo se realizó el cálculo del porcentaje relativo de fase calcita, utilizando los picos de mayor intensidad para las especies mayoritarias, calcita ( $2\theta=29.4^\circ$ ), y aragonito ( $2\theta=26.6^\circ$ ). Basado en la siguiente fórmula,  $\% \text{ calcita} = \frac{I_{\text{calcita}}}{(I_{\text{calcita}} + I_{\text{aragonito}})}$  se calculó un porcentaje relativo de 97% de calcita y 3% de aragonito.

**Figura 4.**

Evaluación de los difractogramas de rayos X de polvos para a) el cascarón de huevo, b) concha de molusco



Nota. Los picos más importantes identificados de acuerdo con el patrón de rayos X para calcita y aragonito, respectivamente.

En la Figura 4b se presenta el difractograma de la concha de molusco, en el que se identificaron picos a  $2\theta = 26.6, 27.2, 33.1^\circ$ . Estos valores correlacionan con los reportados previamente para el polimorfo de carbonato de calcio tipo aragonito, pudiendo diferenciar de otros como calcita y vaterita.

Para la muestra de concha de molusco se calculó la composición de fase de aragonito empleando la intensidad de los picos de especies mayoritarias, aragonito ( $2\theta=26.6^\circ$ ) y calcita ( $2\theta=29.4^\circ$ ). La aragonito presenta un sistema cristalográfico y parámetros de celda,  $a = 4.9611, b = 7.9672, c = 5.7404$ , volumen de celda:  $226.90 \text{ \AA}^3$  y, volumen molar:  $34.17 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ . (Crystallographic and Crystallochemical Database for Minerals and Their Structural Analogues, n.d.) Basado en la siguiente fórmula,  $\% \text{aragonito} = I_{\text{aragonito}} / (I_{\text{aragonito}} + I_{\text{calcita}})$  se calculó un porcentaje relativo de 92 % de aragonito y 8 % de calcita.

**Difracción de rayos X (DRX) para los materiales tipo hidroxiapatita sintetizados a partir de carbonato de calcio de cascarón de huevo y concha de molusco**

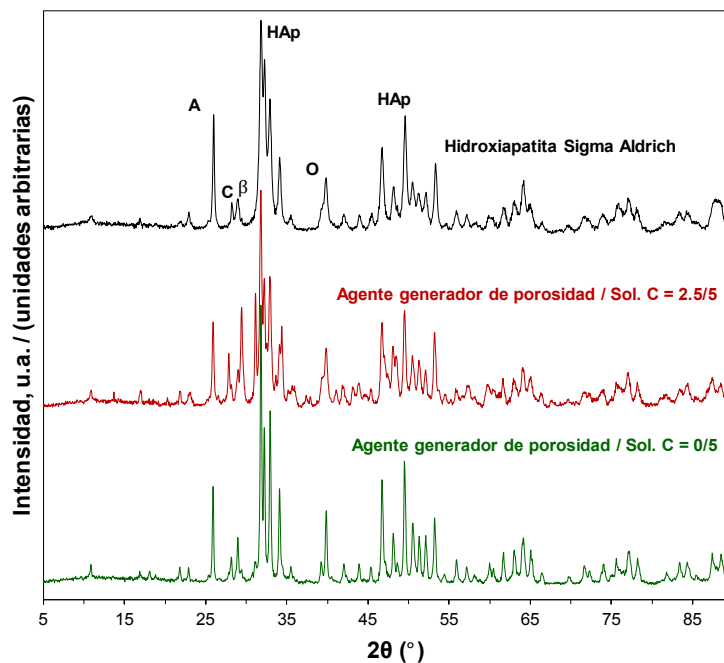
En la siguiente figura se muestran dos difractogramas que corresponden a materiales sintetizados empleando dos relaciones entre agente generador de porosidad (albúmina de huevo) vs. Sol. C (0/5 y 2.5/5). Por ejemplo, 2.5/5 se refiere a 2.5 mL de agente generador de porosidad vs. 5 mL de Sol. C. Los difractogramas de los materiales sintetizados son comparados con el difractograma de una hidroxiapatita sintetizada por método clásico (HAp) disponible a través de Sigma Aldrich.

Como se puede observar, los difractogramas resultaron muy similares. Estos se caracterizan por un pico intenso a  $2\theta=31.7^\circ$  correspondiente al plano (2 1 1) y un pico de intensidad media a  $2\theta=25.8^\circ$  que corresponde al plano (0 0 2), estos picos resultan útiles para identificar la fase de hidroxiapatita en los materiales sintetizados



**Figura 5.**

Difractograma de rayos X de polvos para los materiales sintetizados a partir de carbonato de calcio presente en el cascarón de huevo



Nota. Los picos de mayor intensidad respectivos a especies, A: aragonito, C: calcita,  $\beta$ :  $\beta$ - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , HAp: hidroxiapatita, y O: CaO.

(JCPDS 09-0432), además de otros picos de menor intensidad también representativos de HAp,  $2\theta=33$  and  $49^\circ$  (Castro et al., 2020). En los difractogramas fue posible identificar picos principales correspondientes a fases de carbonato de calcio residual (calcita y aragonito), fosfato tricálcico ( $\beta$ -TCP), y óxido de calcio. La composición de las distintas fases resultó dependencia de la relación entre cantidad de agente generador de porosidad vs. Sol. C. (ver Sección 3.7)

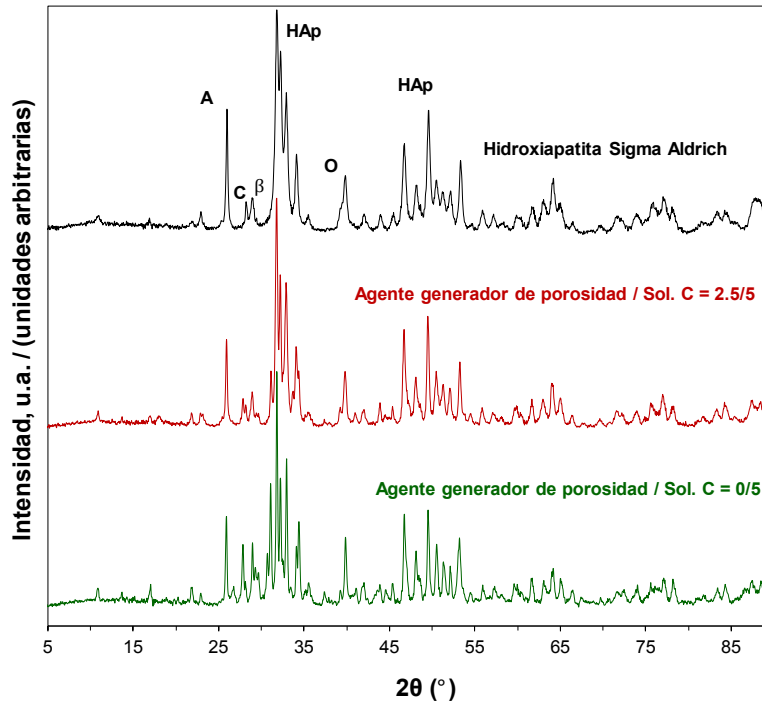
A continuación, se muestra una figura con difractogramas que corresponden a materiales sintetizados empleando dos relaciones entre agente generador de porosidad (albúmina de huevo) vs. Sol. C (0/5, y 2.5/5). Por ejemplo, 2.5/5 se refiere a 2.5 mL de agente generador de porosidad vs. 5 mL de Sol. C. De manera similar a los materiales sintetizados a partir de cascarón de huevo, los difractogramas de los materiales sintetizados son comparados con el difractograma de una hidroxiapatita

sintetizada por método clásico (HAp) y disponible comercialmente a través de Sigma Aldrich.

Similar al grupo de difractogramas de los materiales obtenidos a partir de cascarón de huevo, los difractogramas de estos materiales muestran muchas similitudes entre ellos. Ha sido posible identificar el pico intenso a  $2\theta=31.7^\circ$  que corresponde al plano (211) y un pico menos intenso a  $2\theta=25.8^\circ$  correspondiente al plano (0 0 2) acorde con la fase de hidroxiapatita (JCPDS 09-0432). Además, los picos de menor intensidad fueron identificados a  $2\theta = 33$  and  $49^\circ$  (Castro et al., 2020). Así mismo, fue posible identificar picos principales asignados a fases de carbonato de calcio residual (calcita y aragonito), fosfato tricálcico ( $\beta$ -TCP), y óxido de calcio, se encontró distinta composición para estas fases en función de la relación de agente generador de porosidad vs. Sol. C. (ver Sección 3.8)

**Figura 6.**

Difractograma de rayos X de polvos para los materiales sintetizados a partir de carbonato de calcio presente en la concha de molusco



Nota. Los picos de mayor intensidad respectivos a especies, A: aragonito, C: calcita,  $\beta$ :  $\beta$ - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , HAp: hidroxiapatita, y O:  $\text{CaO}$ .

### Microscopia electrónica de barrido (SEM) de las materias primas fuente de carbonato de calcio, cascarón de huevo y de la concha de molusco

A continuación, se presentan las imágenes obtenidas por microscopia electrónica de barrido para las muestras de materia prima utilizadas como fuente de carbonato de calcio: a) cascarón de huevo y b) concha de molusco.

Como puede observarse, ambas micrografías presentan partículas con una morfología compacta, los tamaños de partícula variados, en las partículas pueden apreciarse una serie de bordes y esquinas irregulares como resultado del método físico utilizado para pulverizar dichas materias primas. En ninguna de las materias primas resulta evidente la presencia de porosidad de ningún tipo, en esta misma

línea tampoco existe evidencia de cavidades interpartículas.

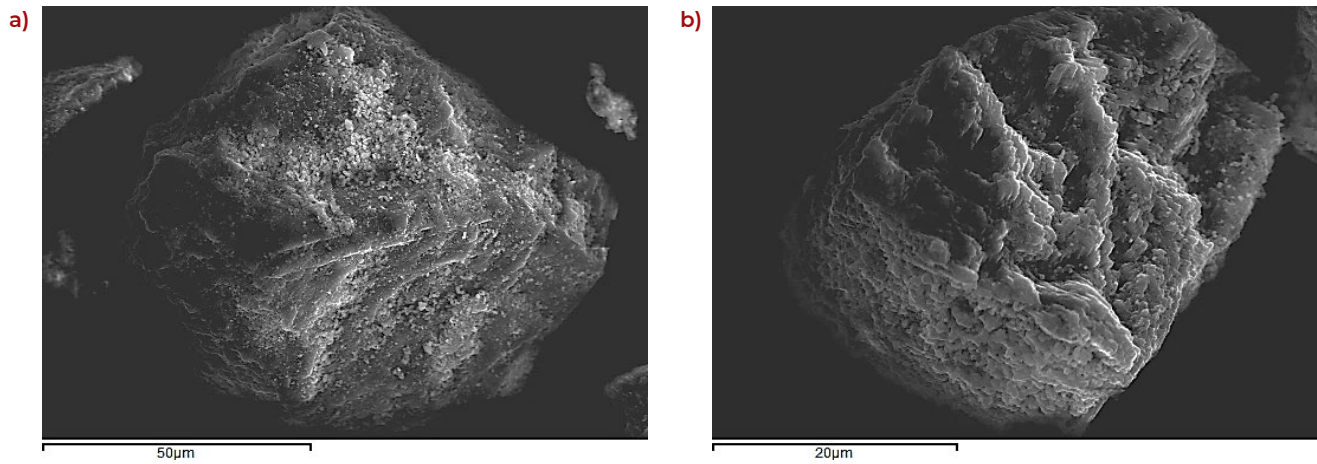
A continuación, se muestran imágenes obtenidas por microscopia electrónica de barrido para una muestra de hidroxiapatita (HAp) disponible comercialmente (proveedor Sigma-Aldrich).

Al observar las micrografías resulta evidente que la muestra de HAp comercial está conformada por partículas muy bien definidas de forma esférica con tamaños entre 10-20  $\mu\text{m}$ . Las partículas son sólidas sin poros evidentes, tanto a nivel de partícula como a nivel interpartícula. Se realizó un mapeo químico aplicando la técnica de espectroscopia de dispersión de rayos X (EDX) lo que permitió identificar una distribución homogénea para los elementos de fósforo, calcio y oxígeno. Y también identificar los anteriores como únicos



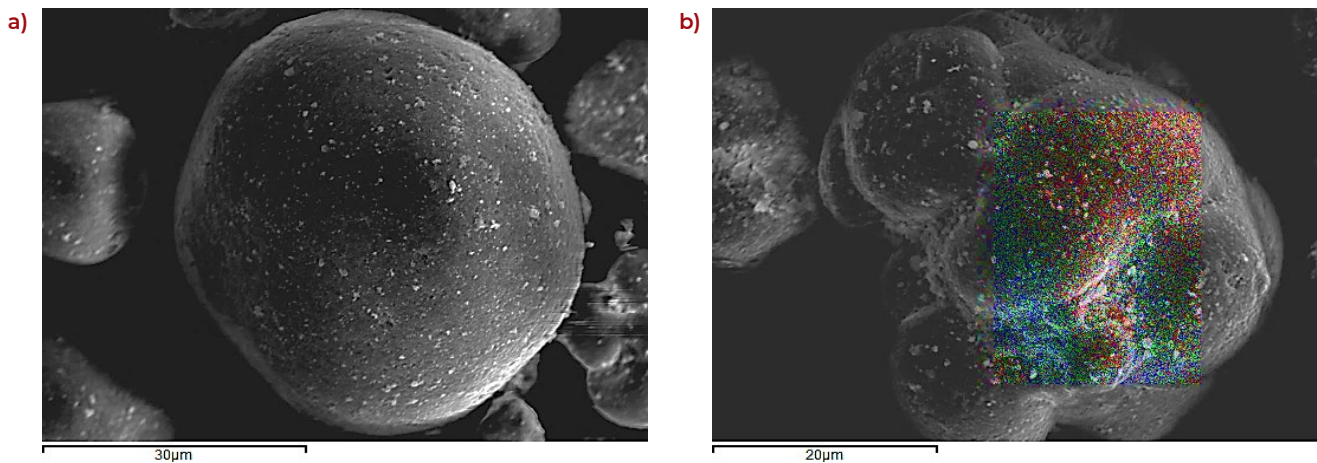
**Figura 7.**

Micrografías SEM para las materias primas utilizadas como fuente de carbonato de calcio, a) cascarón de huevo, y b) concha de molusco.



**Figura 8.**

Micrografías SEM para una muestra HAp comercial (proveedor Sigma Aldrich)



Nota. Mapeo químico por SEM-EDX permite identificar los elementos, fósforo (verde), calcio (azul), y oxígeno (rojo)

elementos presentes en la muestra.

**Microscopía electrónica de barrido (SEM) para los materiales tipo hidroxiapatita sintetizados a partir de carbonato de calcio de cascarón de huevo y concha de molusco**

En la siguiente figura se muestran las micrografías para las muestras de HAp preparadas a partir de cascarón de huevo como fuente de carbonato calcio, resulta evidente la

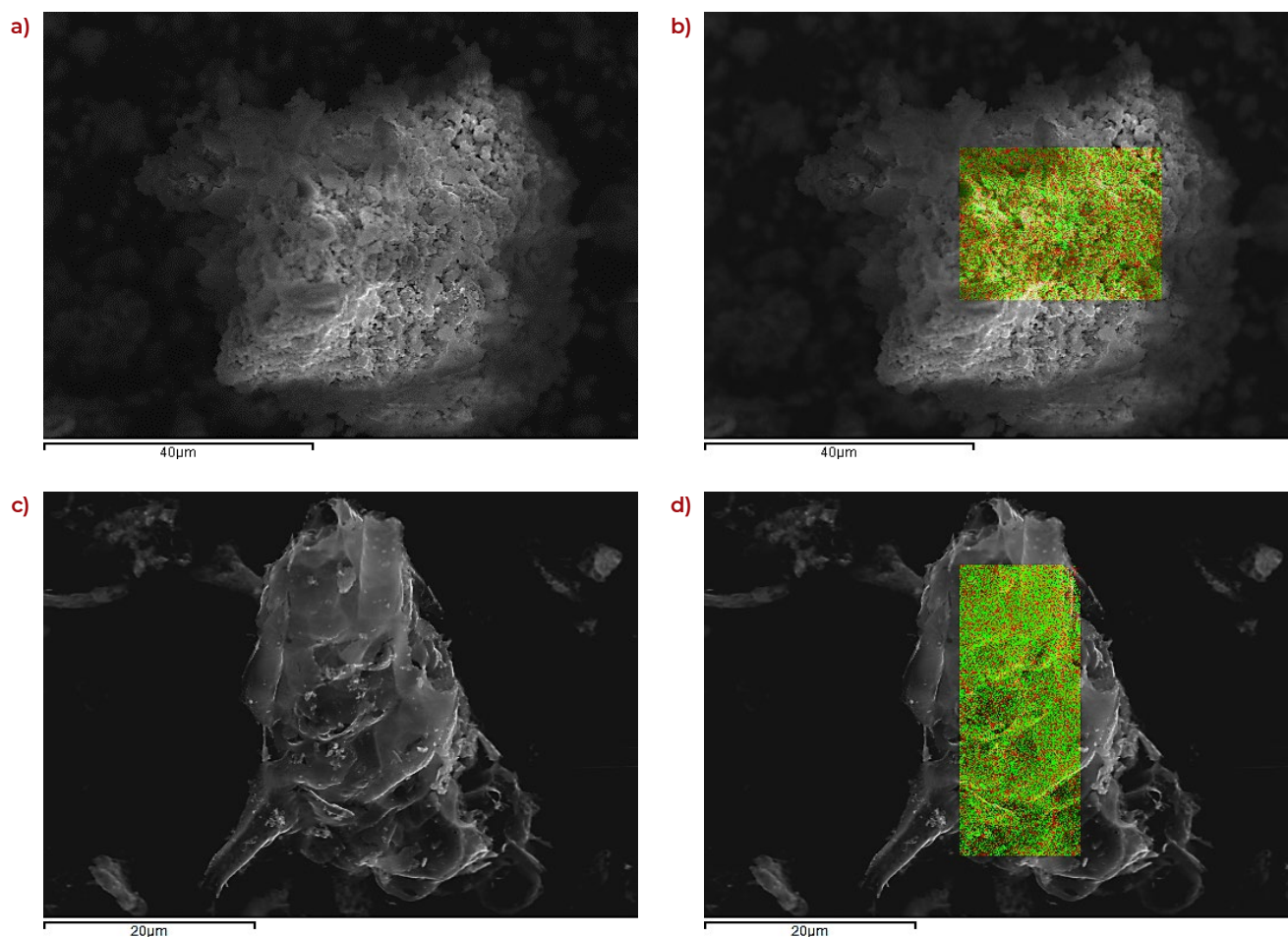
morfología compacta de la muestra de HAp sintetizada sin utilizar agente generador de porosidad (Figura 9 a y b). Es posible apreciar que utilizar agente generador de porosidad (Figura 9 c y d) ayuda a generar porosidad en los materiales aquí preparados. Las imágenes obtenidas muestran aglomerados de partículas en su mayoría con tamaños entre 10 y 50 µm, estos aglomerados de partículas exhiben una morfología globular con poros de tamaño y forma irregular, la formación de estos poros es atribuida al mecanismo de pirólisis del

agente espumante. Debido a que la pirólisis del agente generador de porosidad es un proceso no controlado, la porosidad observada en estas muestras es de tipo irregular, y con una distribución arbitraria. También, resulta evidente la diferencia morfológica entre el material sintetizado sin utilizar agente generador de porosidad (Relación agente

generador de porosidad vs. Sol. C: 0/5) y uno de los materiales utilizando agente generador de porosidad (Relación agente generador de porosidad vs. Sol. C: 2.5/5), se evidencia coalescencia de las partículas del sólido reduciendo así el área superficial y el volumen de poro del material.

**Figura 9.**

*Micrografías SEM para los materiales sintetizados a partir de carbonato de calcio de cascarón de huevo.*



*Nota.* Relación agente generador de porosidad vs. Sol. C: 0/5 (a y b) y 2.5/5 (c y d). Mapeo químico por SEM-EDX permite identificar elementos, fósforo (rojo), y calcio (verde).

El microanálisis por espectroscopia de dispersión de rayos X (EDX) reveló la presencia de fósforo, calcio y oxígeno como elementos principales, y la presencia de sodio y magnesio como elementos secundarios. Finalmente, la

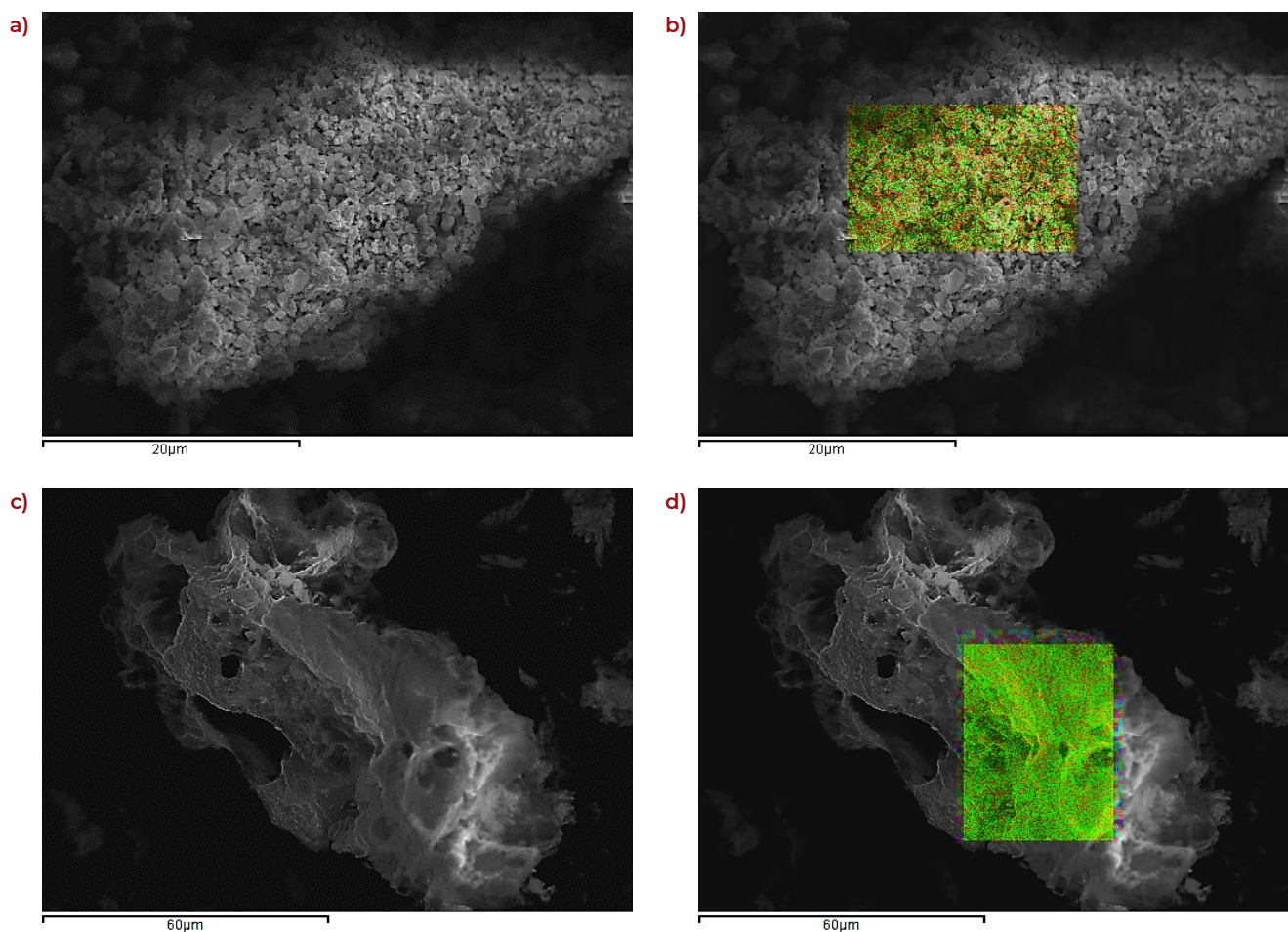
aplicación de la técnica de mapeo químico mediante EDX muestra la distribución de la composición química de las muestras, las cuales revelaron ser homogéneas (fósforo: color rojo y calcio: color verde).

Las siguientes micrografías corresponden a los análisis realizados para las muestras de HAp preparadas a partir de concha de molusco como fuente de carbonato de calcio. Puede evidenciarse una diferencia significativa en la morfología entre el material sintetizado sin utilizar agente generador de porosidad (Figura 10 a y b) y uno de los materiales utilizando agente generador de porosidad (Figura 10 c y d), el material sólido muestra coalescencia de las partículas reduciendo así el área superficial y un sólido con menor porosidad a nivel de partícula e interpartícula.

De manera análoga a lo sucedido con las muestras de HAp preparadas a partir de cascarón de huevo, resulta evidente que el uso de albúmina de huevo como agente espumante genera un efecto de porosidad en los materiales preparados. Las muestras de HAp de forma mayoritaria presentan una serie de aglomerados de partículas con tamaños 10-50  $\mu\text{m}$ , una morfología de tipo globular es destacable en las muestras, y con poros formados debido a las cavidades generadas producto de la pirolisis del agente generador de porosidad.

### Figura 10.

Micrografías SEM para los materiales sintetizados a partir de carbonato de calcio de concha de molusco. Relación agente generador de porosidad vs. Sol. C: 0/5 y 2.5/5



Nota. Mapeo químico por SEM-EDX permite identificar elementos, fósforo (rojo), y calcio (verde).



Mediante microanálisis por espectroscopia de dispersión de rayos X (EDX) se confirmó la presencia de elementos principales fósforo, calcio y oxígeno, y la presencia de elementos secundarios como, sodio y magnesio. Finalmente, la aplicación de la técnica de mapeo químico mediante EDX muestra la distribución de la composición química de las muestras, las cuales revelaron ser homogéneas (fósforo: color rojo, calcio: color verde).

### Propiedades físicas y propiedades químicas de los materiales tipo hidroxiapatita sintetizados a partir de carbonato de calcio de cascarón de huevo

Por medio de un análisis cualitativo de los difractogramas fue posible apreciar diferencias relativas a la definición y anchura de picos entre las muestras de hidroxiapatita sintetizada a partir de cascarón de huevo. Esto generalmente se relaciona con propiedades como el tamaño de cristal, y que a su vez influyen en el área superficial de los materiales sólidos. Mediante cálculos aplicando la ecuación de Scherrer y utilizando el programa X'pert Highscore

Plus se determinó el tamaño de partícula de las muestras de hidroxiapatita sintetizadas. Se complementó mediante análisis por isoterma de adsorción de  $N_2$  para calcular área superficial y volumen de poro. En la siguiente tabla pueden observar los valores para las distintas propiedades físicas de las muestras de hidroxiapatita sintetizada.

En la tabla 2 se muestran los porcentajes relativos para las distintas fases identificadas en las muestras de HAp sintetizada. El porcentaje relativo para las distintas fases fue calculado con base a los datos de los difractogramas de las distintas muestras de hidroxiapatita sintetizada, se tomaron en cuenta los picos de mayor intensidad para cada especie según, aragonito  $2\theta=26.6^\circ$ ; calcita  $2\theta=29.4^\circ$ ;  $\beta$ -TCP  $2\theta=30.7^\circ$ ; hidroxiapatita (HAp)  $2\theta=31.7^\circ$ ; y CaO  $2\theta=37.9^\circ$ . La presencia de  $\beta$ -TCP ha sido considerada como una posible descomposición de la HAp a la temperatura de calcinación ( $700^\circ\text{C}$ ). (Guo et al., 2013; Toibah et al., 2019). Además, el bajo contenido de CaO en las muestras es una ventaja ya que este compuesto reduce la biocompatibilidad de la HAp pues resulta ser soluble en medio acuoso (Pokhrel, 2018).

**Tabla 1.**

*Propiedades físicas y superficiales para las HAp sintetizadas a partir de cascarón de huevo*

Relación agente generador de porosidad vs. Sol. C (mL/mL)	Tamaño de partícula (nm) <sup>a</sup>	Área superficial BET (m <sup>2</sup> /g) <sup>b</sup>	Volumen de poro (cm <sup>3</sup> /g) <sup>b</sup>
0.0 (0/5)	116	6	0.09
0.25 (1.25/5)	37	24	0.15
0.5 (2.5/5)	39	16	0.11
1.0 (5/5)	815	8	0.06
HAp comercial	200	9	---

*Nota.* Se comparan en función de distintas relaciones de agente generador de porosidad vs. Sol. C. **a.** Calculada utilizando el programa X'pert Highscore Plus y la ecuación de Scherrer, **b.** Calculada a partir de datos de isoterma de adsorción de  $N_2$  aplicando la ecuación de Brunauer-Emmett-Teller (BET) y la ecuación de punto único, respectivamente.

**Tabla 2.**

Composición de fases para las hidroxiapatitas sintetizadas a partir de carbonato de calcio proveniente de cascarón de huevo

Relación agente generador de porosidad vs. Sol. C (mL/mL)	Porcentaje de fase (%Relativo)				
	Hidroxiapatita HAp	CaCO <sub>3</sub> Aragonito	CaCO <sub>3</sub> Calcita	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> β-TCP	CaO
0.0 (0/5)	91.5	1.1	3.9	3.0	0.4
0.25 (1.25/5)	74.8	1.1	19.1	2.2	2.8
0.5 (2.5/5)	63.4	3.0	28.8	2.2	2.6
1.0 (5/5)	83.9	0.5	13.3	0.8	1.5

### Propiedades físicas y propiedades químicas de los materiales tipo hidroxiapatita sintetizados a partir de carbonato de calcio de concha de molusco

Las hidroxiapatitas sintetizadas a partir de concha de molusco mostraron características similares a las hidroxiapatitas sintetizadas a partir de cascarón de huevo. En función de la relación entre cantidad de agente generador de

porosidad vs. Sol. C se evidenciaron diferencias en la definición de los difractogramas, así como también en la anchura de picos. Para confirmar estas diferencias se realizó el cálculo del tamaño de cristal utilizando la ecuación de Scherrer y el programa X'pert Highscore Plus. También, a partir de los datos de las isoterms de adsorción de N<sub>2</sub> se calcularon valores para área superficial y volumen de poro. Los resultados son presentados en la siguiente tabla.

**Tabla 3.**

Propiedades físicas y superficiales para las HAp sintetizadas a partir de concha de molusco

Relación agente generador de porosidad vs. Sol. C (mL/mL)	Tamaño de partícula (nm) <sup>a</sup>	Área superficial BET (m <sup>2</sup> /g) <sup>b</sup>	Volumen de poro (cm <sup>3</sup> /g) <sup>b</sup>
0.0 (0/5)	101	3	0.06
0.25 (1.25/5)	43	14	0.09
0.5 (2.5/5)	63	17	0.11
1.0 (5/5)	815	5	0.04
HAp comercial	200	9	---

Nota. Se comparan en función de distintas relaciones de agente generador de porosidad vs. Sol. C. **a.** Calculada utilizando el programa X'pert Highscore Plus y la ecuación de Scherrer, **b.** Calculada a partir de datos de isoterms de adsorción de N<sub>2</sub> aplicando la ecuación de Brunauer-Emmett-Teller (BET) y la ecuación de punto único, respectivamente.

Para los materiales sintetizados fueron cuantificadas (porcentaje relativo) las distintas especies basándose en datos de los difractogramas. Se establecieron los picos de

mayor intensidad como referencia para cada una de las especies según, aragonito  $2\theta=26.6^\circ$ ; calcita  $2\theta=29.4^\circ$ ;  $\beta$ -TCP  $2\theta=30.7^\circ$ ; hidroxiapatita (HAp)  $2\theta=31.7^\circ$ ; y CaO  $2\theta=37.9^\circ$ . Se identificó

la presencia de  $\beta$ -TCP como impureza y se considera debido a descomposición de la HAp a la temperatura de calcinación (700 °C) (Guo et al., 2013; Toibah et al., 2019). Además,

el bajo contenido de CaO en las muestras es una ventaja ya que este compuesto reduce la biocompatibilidad de la HAp pues resulta ser soluble en medio acuoso (Pokhrel, 2018).

**Tabla 4.**

*Composición de fases para las hidroxiapatitas sintetizadas a partir de carbonato de calcio proveniente de concha de molusco*

Relación agente generador de porosidad vs. Sol. C (mL/mL)	Porcentaje de fase (%Relativo)				
	Hidroxiapatita HAp	CaCO <sub>3</sub> Aragonito	CaCO <sub>3</sub> Calcita	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> $\beta$ -TCP	CaO
0.0 (0/5)	95.4	0.2	2.1	2.4	0.0
0.25 (1.25/5)	63.0	8.4	18.4	6.5	3.6
0.5 (2.5/5)	62.6	2.9	28.4	3.7	2.5
1.0 (5/5)	67.4	5.6	9.5	15.1	2.4

## CONCLUSIONES

Partiendo del método sol-gel modificado ha sido posible sintetizar materiales sólidos bifásicos tipo HApCa/ $\beta$ -TCP (fase mayoritaria HApCa) utilizando residuos de la industria alimentaria, cascarón de huevo y concha de molusco, como fuente de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), y ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) como fuente de fosfato, además de utilizar albúmina de huevo como agente generador de porosidad.

Este proceso resulta novedoso, menos contaminante y más económico en comparación a los procesos tradicionales para la síntesis de HAp. El proceso propuesto se basa en el paradigma de la economía circular y permite aprovechar residuos de la industria alimentaria para preparar materiales tipo HApCa.

Los espectros infrarrojos de los materiales sintetizados a partir de ambos tipos de materias primas evidenciaron bandas que corresponden a vibraciones de tipo estiramiento y flexión del grupo OH<sup>-</sup>; las bandas debido a vibraciones tipo estiramiento y cambio en el ángulo de enlace relativas a grupos fosfato (PO<sub>4</sub>)<sup>3-</sup> y carbonato

(CO<sub>3</sub>)<sup>2-</sup>. Dichos resultados indican que todos los materiales sintetizados son del tipo B, que se refieren a la hidroxiapatita carbonatada en la cual los grupos carbonato (CO<sub>3</sub>)<sup>2-</sup> se encuentran sustituyendo parcialmente al grupo fosfato en la estructura cristalina.

Los materiales sintetizados a partir de ambas materias primas evidenciaron picos en DRX característicos para distintas fases: CaCO<sub>3</sub>-aragonito, CaCO<sub>3</sub>-calcita, fosfato tricálcico ( $\beta$ -TCP), hidroxiapatita (HAp), y CaO. Resulta necesario controlar las variables como el tiempo de envejecimiento y temperatura de calcinación (Zhu et al., 2011). Además, en este trabajo se comprobó que la relación entre la cantidad de agente generador de porosidad vs. la cantidad de Sol. C también afecta las propiedades físicas y químicas de los materiales sintetizados.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la SIC-UES por el financiamiento para los proyectos P-17.04 y P-16.18, y a la Facultad CIMAT por el apoyo a las actividades de investigación. También, los autores agradecen al Dr. Marcelo E.

Domine (Científico Titular ITQ/CSIC-UPV) por las facilidades brindadas para desarrollar la caracterización de los materiales sintetizados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castro, M. A. M., Oliveira, T. P., Correia, G. S., Oliveira, M. M., Rangel, J. H. G., Rodrigues, S. F. & Mercury, J. M. R. (2020). Synthesis of hydroxyapatite by hydrothermal and microwave irradiation methods from biogenic calcium source varying pH and synthesis time. *Boletín de La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*.

Chen, S. B., Ma, Y. B., Chen, L. & Xian, K. (2010). Adsorption of aqueous  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  ions by nano-hydroxyapatite: Single and multi-metal competitive adsorption study. *Geochemical Journal*, 44(3), 233–239.

Choudhary, R., Koppala, S. & Swamiappan, S. (2015). Bioactivity studies of calcium magnesium silicate prepared from eggshell waste by sol-gel combustion synthesis. *Journal of Asian Ceramic Societies*, 3(2), 173–177.

*Crystallographic and Crystallochemical Database for Minerals and their Structural Analogues*. (n.d.). Russian Academy of Sciences. <http://database.iem.ac.ru/mincryst/index.php>

Fihri, A., Len, C., Varma, R. S. & Solhy, A. (2017). Hydroxyapatite: A review of synthesis, structure and applications in heterogeneous catalysis. *Coordination Chemistry Reviews*, 347, 48–76.

Guo, X., Yan, H., Zhao, S., Li, Z., Li, Y. & Liang, X. (2013). Effect of calcining temperature on particle size of hydroxyapatite synthesized by solid-state reaction at room temperature. *Advanced Powder Technology*, 24(6), 1034–1038.

Mohd Pu'ad, N. A. S., Abdul Haq, R. H., Mohd Noh, H., Abdullah, H. Z., Idris, M. I. & Lee, T. C. (2019). Synthesis method of hydroxyapatite: A review. *Materials Today: Proceedings*, 29(November 2018), 233–239.

Mostafa, N. Y. (2005). Characterization, thermal stability and sintering of hydroxyapatite powders prepared by different routes. *Materials Chemistry and Physics*, 94(2–3), 333–341.

Ozhukil Kollath, V., Van Den Broeck, F., Fehér, K., Martins, J. C., Luyten, J., Traina, K., Mullens, S. & Cloots, R. (2015). A Modular Approach to Study Protein Adsorption on Surface Modified Hydroxyapatite. *Chemistry - A European Journal*, 21(29), 10497–10505.

Pham Minh, D., Nzihou, A. & Sharrock, P. (2014). Carbonated hydroxyapatite starting from calcite and different orthophosphates under moderate hydrothermal conditions: Synthesis and surface reactivity in simulated body fluid. *Materials Research Bulletin*, 60, 292–299.

Pokhrel, S. (2018). Hydroxyapatite: Preparation, Properties and Its Biomedical Applications. *Advances in Chemical Engineering and Science*, 08(04), 225–240.

Sánchez-Salcedo, S., Vila, M., Diaz, A., Acosta, C., Barton, I., Escobar, A. & Vallet-Regí, M. (2016). Synthesis of HA/ $\beta$ -TCP bioceramic foams from natural products. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 79(1), 160–166.

Sow, P. Y. (2016). *IR-spectroscopic investigations of the kinetics of calcium carbonate precipitation*. Universität Konstanz.

Szczęś, A., Hołysz, L. & Chibowski, E. (2017). Synthesis of hydroxyapatite for

biomedical applications. *Advances in Colloid and Interface Science*, 249(April), 321–330.

Toibah, A. R., Misran, F., Shaaban, A. & Mustafa, Z. (2019). Effect of pH condition during hydrothermal synthesis on the properties of hydroxyapatite from eggshell waste. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 13(2), 4958–4969.

Wu, S. C., Hsu, H. C., Hsu, S. K., Chang, Y. C. & Ho, W. F. (2016). Synthesis of hydroxyapatite from eggshell powders through ball milling and heat treatment. *Journal of Asian Ceramic Societies*, 4(1), 85–90.

Zhu, J., Kong, D., Zhang, Y., Yao, N., Tao, Y. & Qiu, T. (2011). The influence of conditions on synthesis hydroxyapatite by chemical precipitation method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 18(3), 6–10.





# Revista MINERVA

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



## La concentración de audiencia en la televisión salvadoreña. Una lectura desde la medición de rating

The concentration of audience in Salvadoran television. A reading from the rating measurement

José Roberto Pérez<sup>1</sup>

Correspondencia:  
[roberto.perez@ues.edu.sv](mailto:roberto.perez@ues.edu.sv)

Presentado: 3 de noviembre de 2021  
Aceptado: 2 de marzo de 2022

<sup>1</sup> Departamento de Periodismo, Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador

### RESUMEN

Este artículo forma parte de las investigaciones sobre la concentración de la radio y la televisión en El Salvador y sus efectos en la construcción de lo nacional. Frente a la dependencia cultural, la televisión en El Salvador experimenta cambios en los flujos de su programación. Cada vez existe una tendencia a incrementar la producción local frente a la internacional; sin embargo, las mediciones de rating demuestran que la concentración de audiencia sigue favoreciendo a las industrias creativas globales en alianzas con las locales. En un escenario de transformaciones de los consumos de la televisión, emerge la necesidad de competir con más horas de producción propia, pero los datos demuestran que las posibilidades de una propuesta con identidad, frente a la foránea, se encuentran en la periferia de las corporaciones nacionales, lo que también pone en evidencia lo que en otros estudios identifican como la falta de políticas públicas para la radio y la televisión.

**Palabras claves:** El Salvador, televisión, rating, economía política, concentración, poder.

### ABSTRACT

This article is part of the research on the concentration of radio and television in El Salvador and its effects on the construction of the national. Faced with cultural dependence, television in El Salvador is experiencing changes in the flows of its programming. There is an increasing tendency to increase local production compared to international production; however, ratings measures show that audience concentration continues to favor global creative industries in partnerships with local ones. In a scenario of transformations of television consumption, the need to compete with more hours of own production emerges, but the data show that the possibilities of a proposal with identity, compared to the foreign one, are in the periphery

of national corporations, which also highlights what other studies identify as the lack of public policies for radio and television.

**Keywords:** El Salvador, television, rating, political economy, concentration, power.

---

## INTRODUCCIÓN

Las investigaciones sobre la televisión se han dividido en tres grandes grupos: los estudios centrados en la producción, principalmente en los dueños de los medios de producción del sector infocomunicacional; los centrados en los contenidos del discurso, y los enfocados en la recepción de las audiencias. De esta forma los estudios de la economía política de la información y la comunicación prestan atención a las desigualdades, resultado de la relación entre las grandes industrias de producción de los contenidos y las asimetrías, en cuanto al consumo dependiente entre dos relaciones: las internas que configuran la estructura social entre emisores y receptores que marcan la línea del acceso a medios; y las externas relacionadas entre Estados, que resulta en lo que autores como Schiller (1976) denominaron imperialismos culturales; es decir “moldear las instituciones sociales para que correspondan con los valores y estructuras del centro dominante del sistema o para hacerse su promotor”.

Al centrarse en la dependencia cultural a través de la televisión, se pueden evidenciar diversos estudios desde los años 70; en el caso de Europa con los trabajos de Nordenstreng y Varis (1974) y Hamelink (1977). La televisión en su máxima expansión, a partir de esa década, motivó diversas reflexiones sobre los efectos nocivos en la democracia a través de los flujos de información, enfocados en el derecho a la libertad comercial, principalmente desde

Estados Unidos (EE.UU.), cuyo modelo de comunicación estaba diseñado con prevalencia del sector privado.

En la década de los 70, en Latinoamérica, los debates no se encontraban propiamente en el imperialismo cultural, pero sí formaban parte de la dependencia cultural, como los estudios centrados en el desarrollo, punto de referencia sobre las asimetrías norte/sur o los países centrales en alianzas entre las burguesías locales y las dictaduras militares del momento dentro de los países periféricos. Aunque fue la radio el punto central de las discusiones sobre la comunicación (Beltrán, 1985, Díaz Bordenave 1974, Freire 1984) para repensar una comunicación liberadora.

Las posteriores décadas devienen hacia un deterioro de la investigación crítica en Latinoamérica, debido a la influencia del planteamiento de la posmodernidad y el neoliberalismo frente al fin de la guerra fría que conducen a una irreflexión de la televisión, como un determinismo propio del sistema. Así, el avance de la televisión especializada satelital, por cable, y la reconfiguración de la desregularización de la televisión norteamericana, se abrió paso a través de la «economía de oferta» para fomentar la concentración, la economía de escala, reducir los impuestos a fin de ofrecer un producto más adquisitivo para fomentar el consumo, como lo planteo Wanniki (1978)

La fusión de las corporaciones norteamericanas, como modelo para el resto del mundo, extendió los procesos de desregularización al resto de países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE. En Estados Unidos, la Federal Communications Commission, FCC, en la Deregulation of Radio of 1981, ya contemplaba la propiedad cruzada de medios entre Radio y TV; en 1984 se aplicó la Multiple Ownership: 12-12-12 Reconsideration que permitía a un grupo poseer hasta doce

emisoras y estableció un tope de 25 % de la audiencia total; aunque esta regla podía considerarse hasta un 14-14-14 con un 30 % de concentración de audiencia en la medida que se fue desarrollada la frecuencia UHF. El resultado con la ley de telecomunicaciones en 1996 fue la fusión de los grupos mediáticos como The Walt Disney Company y ABC; Viacom y CBS; Aol y TimeWarner (Bagdikian 2004). Este modelo sirvió también para reconfigurar el escenario global de las mass media y el poder, reorganizando nuevas y reforzadas elites mediáticas a nivel global.

### **La concentración de medios en Latinoamérica**

Una mirada a los estudios sobre la concentración de medios en Latinoamérica muestra su diversidad; la mayoría están enfocados en las consecuencias de los tratados de libre comercio que determinaron los flujos de exportación e importación de contenidos cinematográficos, principalmente en México (Sánchez Ruiz, E; 2012). Así también los relacionados a la televisión y la concentración de medios en Latinoamérica, en el caso de México con Televisa y en Brasil con O Globo (Sinclair 1999). Además, la concentración de mercado en México de señal abierta con relación a la redundancia de contenidos (Sanchez N.; 2010) y la asimetría en cuanto a la balanza comercial de importación de contenidos entre Estados Unidos y México (Sánchez Ruiz, E; 2004). La falta de políticas públicas que favorecen la concentración de la televisión abierta en Brasil (Demarchi C.; 2015), en Argentina, los orígenes de la concentración y privatización en beneficio del sector privado (Califano B; 2015), y “la hegemonía de los grupos de comunicación norteamericanos en la televisión en Puerto Rico, el crecimiento de los canales religiosos y la infrarrepresentación de los canales públicos en la distribución del

espectro radioeléctrico” (Albert L. 2007). Un estudio transversal latinoamericano es el de Mastrini y Becerra (2001) sobre un panorama de los 50 años de televisión latinoamericana desde los grupos emergentes en la región y el desarrollo de esas industrias, separadas del modelo norteamericano. Desde esta perspectiva las grandes industrias O Globo (Brasil), Televisa (México) Grupo Sisneros (Venezuela), Clarín (Argentina), ven en la región lingüística una oportunidad de expansión de sus economías. De la misma manera en que en Estados Unidos se consolida un subsector de la televisión hispana «Latino televisión» en alianza con estos grupos mediáticos (Wilkinson y Contreras 2014; Gómez 2016)

La mayoría de las investigaciones centran su atención en la explotación del espectro radioeléctrico como un bien demencial o de carácter público, y como consecuencia su mercantilización en detrimento del servicio público. También exploran esa misma concentración hacia la televisión especializada en cable y satelital. Sin embargo, poco se ha discutido sobre el consumo de la televisión a través de la medición de rating en las audiencias. Para Murdock (2006) significa «una plusvalía del tiempo de visionado», en relación a lo que Dallas Smythe (1981) denominaba «propensión al consumo» para referirse a la mediación entre sistema de medios y la audiencia a través de los anunciantes. De esta manera los ciudadanos son reducidos a audiencia para ser vendidos a cambio de su atención.

En las discusiones de la televisión en El Salvador, también han estado presentes estos temas, principalmente el grado de concentración y la dependencia a la producción internacional se ven reflejadas en las audiencias, quienes hacen una comparación con la producción nacional. Este estudio pretende responder tres preguntas: ¿cuál es la concentración de audiencia de los sectores de la industria

infocomunicacional televisiva en El Salvador?, ¿cuál es la relación nacional, global en la economía infocomunicacional de la televisión nacional frente a la propuesta de producción nacional?, ¿existen espacios de producción nacional en cuya programación pueda fomentarse el consumo de una industria local, plural con identidad?

Para la investigación se tomó la base de datos de la empresa privada Rivera y Rivera Research, que realiza las mediciones de rating en radio y televisión nacional. El trabajo se efectuó del 11 al 17 de octubre de 2018 y contempló el territorio nacional, a través de llamadas telefónicas en casa. La encuesta reporta datos de las televisoras de señal abierta: canales 2, 4, 6, 8, 10, 12, 19, 21 y 33. Como se explicará; la muestra permite crear un mapa para los objetivos de estudio, pese a la falta de información cuantitativa de otros canales de señal abierta o cables, ni la presencia de audiencia en modalidades *streamming*.

## La investigación sobre la televisión en El Salvador

El Salvador es un país de la región centroamericana con una extensión de 21,041 km<sup>2</sup>, con 5, 744,113 habitantes, según el censo de población 2007. Los datos más recientes del porcentajes de televisores entre la población fluctúa desde el inicio del siglo en un rango de 81.8 % en 2006, hasta 87.9 % en 2019; pese a los altibajos, la tendencia ha sido ascendente (EHPM 2019, p. 173). El dato es comparable cuando se analiza la tenencia de energía eléctrica con un escaso 87.7 % de hogares, pero con acceso, a través de conexiones vecinales alcanza el 97.6 %. Grande J. (1999) cita que en 1997 un 92.20 % de salvadoreños ven televisión,

siendo un 80.33 % quienes lo hacen todos los días; para 1999, su estudio reflejaba un incremento de 99.1 % (p. 147).

La estructura del sistema de medios en televisión se configuró hace más de 60 años cuando comienzan a adjudicarse al sector privado las frecuencias destinadas al espectro de la televisión VHF. El mismo grupo de élites mediáticas vinculadas a la radio migraron al nuevo negocio, como sucedió en la mayoría de casos de Latinoamérica. Desde entonces, el escenario no ha cambiado. Actualmente, se integran otros actores al sistema en un modelo nuevo de negocios transregional (Segovia 2005). Es una convivencia entre élites mediáticas nacionales en competencia con élites mediáticas latinoamericanas y regionales. También la apertura gradual desde los años 90 de la banda UHF que abrió un escenario a nuevos grupos económicos nacionales en disputa por el poder económico, político, sumándose, en general, a la posibilidad de la captura del Estado (Pérez 2018). La televisión, como expresión de la industria infocomunicacional, tiende a la desregulación, por lo mismo, se expresa en la ausencia de políticas públicas para un fomento del sistema de medios plural y diverso, pese a que en 2016 el Estado reconoció los medios comunitarios y otros operadores sin fines de lucro en la Ley de Telecomunicaciones. Hasta este momento nada ha cambiado, aunado a ello, el Estado no ha avanzado en la transición hacia la televisión digital, lo que puede constituir una oportunidad para la democratización de la comunicación, como lo exponen Pérez, R; Hernández, D; Pérez O; (2021)<sup>1</sup>

La Tabla 1 expone las relaciones de poder y la concentración de espectro y el nivel de concentración de audiencia de cada grupo.

<sup>1</sup> Este artículo presenta una propuesta de política pública para la transición a la televisión digital con un enfoque de derechos humanos. Parte de las reformas al art. 6, de la Ley de Telecomunicaciones que reconoce los medios comunitarios y otros operadores sin fines de lucro. En la exposición del problema reconoce la alta concentración de espectro radioeléctrico en manos de grupos mediáticos que limita la pluralidad de contenidos, pero también evidencia que sin políticas públicas difícilmente los contenidos obedecerán a un proyecto cultural y político que fomente lo nacional y los diversos.

Si bien, Telecorporación Salvadoreña (TCS) sigue siendo un grupo dominante, también se evidencia una constante en las asimetrías en la recepción de las audiencias. Según A.M. asesores de mercado (1997) la participación de audiencia de TCS era de 64.0 %. Los datos se han mantenido constantes, de tal manera que el Grupo Megavisión le ha disputado más

audiencia a la Red Salvadoreña de Medios (RSM), antes TV Azteca, quien indicaba en el mismo estudio un 21 %. Aunque es difícil afirmar la tendencia, pues estudios como los de Rockwell & Janus, (2002), citados por Benítez (2003) hablan de un nivel de concentración del 90 % de audiencia a favor de TCS.

**Tabla 1.**

*Estructura de poder mediático en la televisión salvadoreña 2014*

Grupo	Elite	Canales	% Espectro 2014	% Audiencia 2014
TCS	Nacional Histórica (Esterski)	2, 4,6, 31, 35	28	65.99
Megavisión	Nacional emergente (Safie)	21,19,15	18	21.37
RSM	Internacional (Ángel González)	11,12	8	5.93

Fuente: Elaboración propia de Pérez R. 2013; Pérez R. 2018; Greco. E. 2015

La distribución del resto de frecuencias tiene una tendencia a la transmisión desde la capital hacia las periferias, 18 en total; y poca participación de televisoras locales. El resto, 6 frecuencias, se encuentran en la señal UHF, ubicadas en las principales ciudades del occidente, y 7 de estas en el oriente del país (Pérez R. 2016, p. 160 – 161). Su participación en contenidos tiene que ver con producción nacional de programas de videos musicales, deportes, revistas de entretenimiento, noticieros, eventos religiosos, y pocos programas internacionales. Es desde lo local en donde existe más participación de producción nacional.

En Grande J. (1999) los 10 programas con más rating de los canales de mayor transmisión de recepción son internacionales, citando a MULTIMEX, S. A. Todos del grupo TCS y vinculados a las corporaciones de Estados Unidos. De hecho, la relación en 1999 de contenido internacional de toda la televisión alcanza el 89.89 %, mientras el nacional apenas un 10.11 %; aunque con el inconveniente de no establecer la muestra de canales analizados.

La relación de producción de consumo de programas internacionales frente a los nacionales ha venido cambiando con el tiempo, pese a las diferencias en las muestras de análisis. En Carballo (2013), quien retoma 11 canales de transmisión nacional, el 55.9 % es programación extranjera, el 44.1 % producción nacional; en el estudio, también cita a Benítez (2003) para hacer la comparación. Benítez retoma 10 canales de estudio y divide los datos en paquetes entre los días de la semana y separa el sábado y domingo. El fin de semana es donde más se evidencian los contenidos internacionales frente a los nacionales; sin embargo, el resultado global es de un “18.1 % de programación local, y un 91.9 % internacional” (Benítez 2003, p. 14).

Las diferencias entre las cantidades comparadas de programación nacional e internacional, puede verse alterada al considerar las muestras. Mientras más televisoras locales o que no forman parte de los tres grupos principales citados, el porcentaje tenderá a aumentar a favor de la programación nacional. No es suficiente considerar el dato cuantitativo

sobre la pauta programada, sino conocer el grado de rating que cada programa marca a fin de conocer el consumo de contenidos. De esta manera, las razones del incremento de contenido nacional se deben por la necesidad de llenar horas de programación, pero que no indica un nivel aceptable de recepción. Esta hipótesis no descarta: primero, la importancia del incremento de contenido nacional; y segundo, que el dato cuantitativo de la recepción no es indicativo del sentido que los televidentes dan al contenido visionado.

## METODOLOGÍA

De los tres principales grupos se retoman los de mayor audiencia (Tabla 2).

**Tabla 2.**

*Grupo de canales incluidos y excluidos en la investigación*

Grupo	Canales incluidos	Se excluye
TCS	2, 4,6	31, 35
Megavisión	21,19	15
RSM	12	11
Estatal	10	9
Iglesia Católica	8	57
Universidad Privada	33	

Durante el registro elaborado por Rivera Research en la semana del jueves 11 al miércoles 17 de octubre de 2018, se hicieron dos informes separando los días de semana y los fines de semana, a fin de hacer una comparación entre las horas y los días de más recepción en casa. Durante la semana, los datos límite en rating son de 0.3 a 25.8, con un rango de 25.5. El fin de semana los límites son 0.4 a 24.2, con un

rango de 23.8. Las horas de transmisión están registradas desde las 6:00 h a. m. hasta las 22:00 h p. m. Las categorías de análisis son: día, hora, tipo de programa, nacional o internacional y corporación. A partir de estos datos se hizo el análisis estadístico.

## Concentración del consumo de televisión

Durante la semana se registran 198 horas de transmisión entre los programas que marcaron un rating > 0.3. Los dos días del fin de semana indican 85.5 horas con programas que registraron > 0.4. Un promedio 13.5 horas de transmisión de programación compartida en su modelo horizontal de economía de escala, entre canales del mismo grupo. Por el contrario, los medios de un solo canal mantienen una programación más comprometida y exclusiva nacional (Tabla 3).

Se evidencia que TCS sigue siendo el grupo mediático con mayor porcentaje de audiencia con el 64.53 % entre semana; sin embargo, tiene un descenso de casi 2 % de audiencia los fines de semana, en donde todos registran un incremento, a diferencia de los canales 8 y 10. En Greco (2014)<sup>2</sup> los datos comparados demuestran una reducción en el caso de TCS, y una constante del Grupo Megavisión, lo que indica que son el resto de canales quienes están incrementando su recepción.

Según los resultados de este estudio, la RSM está siendo desplazada de la tercera posición por el canal 33, salvo los fines de semana. No se puede descartar que, si bien los grupos en disputa están incrementando sus indicadores de audiencia, TCS sigue siendo un grupo con un rango de 21.4 de rating de audiencia relativa, un índice bastante alto. La brecha sobre su principal competidor está por encima del doble de diferencia y 3 veces en el porcentaje

<sup>2</sup> El informe de la Superintendencia de Competencia «Condiciones de Competencia en la Televisión Abierta en El Salvador» en 2014 registra a TCS con un porcentaje de rating acumulado de 65.99 % y a Megavisión 21.37 %, acumulando en los dos grupos 87.37, disminuye en relación a 2013 con 90.42. El dato permite comparar una tendencia a la baja.



de audiencia acumulada. A través del índice económico de Herfindahl e Hirschman, IHH, sobre grados de concentración, evidencia una

tendencia a la acumulación en un solo grupo, también en disminución en relación a estudios previos (Tabla 4).

**Tabla 3.**

*Concentración de audiencia acumulada de lunes a viernes*

Posición	Grupo	Canales	Rango Rating	Porcentaje Audiencia
1	TCS	2, 4,6	21.4	64.53
2	Megavisión	21,19	9.2	20.43
3	Universidad Privada	33	4.8	4.51
4	Iglesia Católica	8	2.6	4.48
5	RSM	12	3.4	4.29
6	Estatad	10	2.7	1.79
(TCS) Índice de concentración IHH				4.164

*Nota.* Elaboración propia, según datos del estudio.

**Tabla 4.**

*Concentración de audiencia acumulada sábado y domingo*

Posición	Grupo	Canales	Rango Rating	Porcentaje Audiencia
1	TCS	2, 4,6	21.2	62.47
2	Megavisión	21,19	12.2	21.78
3	RSM	12	6.0	5.81
4	Universidad Privada	33	7.5	5.61
5	Iglesia Católica	8	2.5	4.26
6	Estatad	10	0.4	0.07
(TCS) Índice de concentración IHH				3.902

*Nota.* Elaboración propia, según datos del estudio

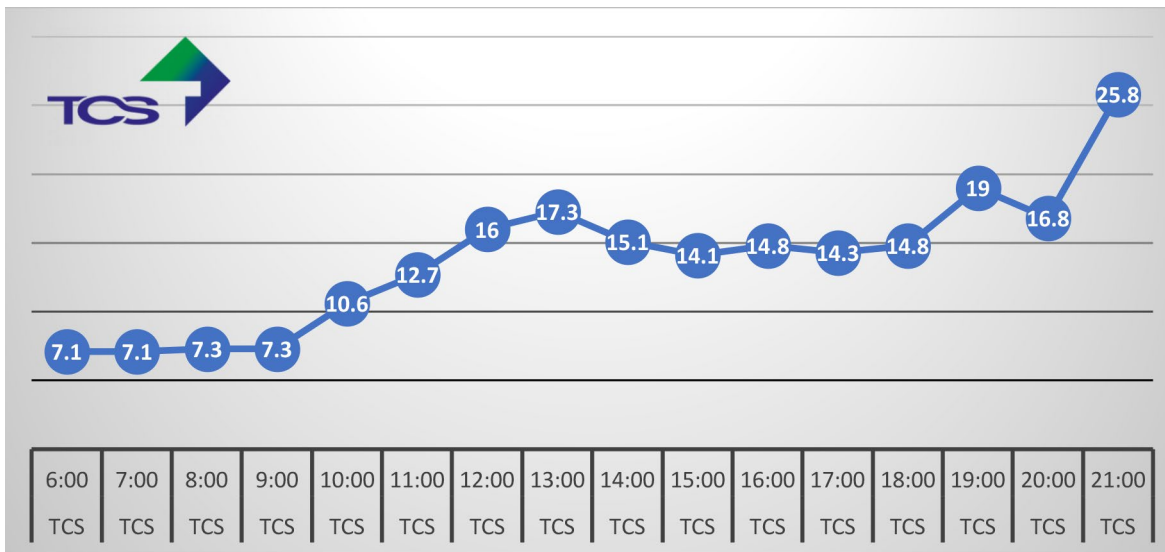
La tendencia de las horas prime time en la curva de audiencia es constante en relación con el nivel mundial. En los horarios nocturnos es cuando los picos de audiencia son más altos, en comparación con la mañana. Visto de esta manera, pueden apreciarse los rangos y la influencia del grupo TCS. La Figura 1 demuestra la medición más alta en cada hora establecida en un rango > 7.1.

### **Concentración del consumo de televisión internacional**

La configuración del consumo de programas internacionales ha sido uno de los principales debates de la televisión nacional en Latinoamérica. Se trata de la influencia cultural simbólica que la televisión reproduce en los receptores. Los gobiernos de países

**Figura 1.**

Rating franja de grupo TCS



Nota. Elaboración propia, según datos del estudio

centrales hacia las periferias, desde una lectura del sistema mundo, “utilizan el poder de la información y la influencia cultural para mantener las hegemonías de las empresas nacionales en el exterior” (Chaparro; 2016; p.195). Sin embargo, la identidad lingüística y cultural de las regiones ha sido una punta de lanza para las grandes industrias mundiales, a fin de adaptar sus mensajes a relatos más próximos a la idiosincrasia local. Las migraciones latinoamericanas hacia Estados Unidos han permitido reconfigurar el sistema de medios dominantes, al emerger un subsistema de medios como se apuntaba al inicio de este artículo.

Desde Estados Unidos, las cadenas concentradas de televisión han incursionado en un mercado hispano local y desde ahí hacia el resto de Latinoamérica, en algunas ocasiones vinculadas con grupos mediáticos latinoamericanos como México, con Televisa y Azteca América; o Colombia con RCN y Caracol, en ambos países con tratado de libre comercio. Los contenidos de corte hispano han marcado la pauta de la televisión y tal como

dice Hesmondhalgh (2013) no proporcionan un modelo de producción cultural emancipadora. De hecho podría hablarse de una modalidad transnacional de neocolonialismo cultural que arrastra sutilmente a las audiencias latinoamericanas a estereotipos de estéticas occidentales. Sobre todo cuando se reflexiona que la conceptualización de las industrias culturales se desplaza hacia la de industrias creativas, para referirse al reposicionamiento económico de las economías creativas de cara a la globalidad (Trembray 2011) y que tiene un gran impacto en las identidades, al producir contenidos sin origen (Zallo 2016), sobre todo cuando se trata de países periféricos.

Las tensiones en la televisión nacional tienen dos vertientes: la primera es el capital para adquirir programación extranjera, sobre todo telenovelas, talk show, reality show, películas y deportes, no sólo por la capacidad adquisitiva, sino por la forma de replantear el modelo de negocios y producción de altos costos a través de la reventa. TCS ha creado sus propias empresas offshore en Panamá para autovenderse programación televisiva, se

especula que para evadir impuestos (Alvarado y Castro 2016). Resulta sospechoso que en Pérez (2016) los balances de TCS reportan costos de operación con cifras muy cercanas a la pauta publicitaria. Por ejemplo, en 2014, canal 4, el principal canal en deportes y telenovelas, pagó \$14,608,133.32 y tuvo costos de operación por casi el mismo monto \$14,114,156.35, esto implica un limitado margen de ganancia o costo de oportunidad para su modelo de negocio. La segunda vertiente es la necesidad de producir contenidos propios frente a la emergencia de la convergencia, el streaming TV de las principales cadenas internacionales que disponen de contenidos en línea, a veces gratuitos. La necesidad de reconvertir su modelo en la industria creativa ha llevado a TCS a adquirir derechos de producción de reality show y concursos, lo que le han permitido reconfigurar los equipos de producción.

De esta manera la parrilla de programación de la televisión nacional está dominada por TCS con noticieros, entrevistas, revistas de

entretenimiento, deporte nacional y reality show. Esa reconfiguración durante la semana indica un incremento de la producción nacional por encima de la internacional (Tabla 5). De 674.5 horas de programación que alcanzaron una medición de rating, 462 horas fueron nacionales y 212.5 horas internacionales; es un 68.50 % a 31.50 % de horas respectivamente. No obstante, no constituye una proporción similar en cuanto a audiencia. El rating de programación nacional es de 51.9 % e internacional es de 48.1 %, más audiencia con menos programas foráneos. Por el contrario, los fines de semana la proporción cambia a favor de lo internacional. De 301.5 horas de transmisión sábado y domingo, 119 horas, 29.61 % de audiencia nacional, mientras son 182.5 horas, 70.24 % de audiencia de programas internacionales. La diferencia está marcada por el entretenimiento, el deporte y la disminución de programas informativos como se explicará en el apartado de los contenidos y la identidad.

**Tabla 5.**

*Comparación de programación nacional e internacional entre semana y fin de semana*

<b>Programación</b>	<b>Horas</b>	<b>% Rating</b>
Nacional (semana)	462.0	51.9
Internacional (semana)	212.5	48.1
Nacional (fin de semana)	119.0	29.61
Internacional (fin de semana)	182.5	70.24

*Nota.* Elaboración propia, según datos del estudio

El análisis de relación de los programas nacionales e internacionales no puede hacerse sin dejar de considerar la relación vertical entre los grupos en competencia de cada sector en la muestra. Así se observa que la cantidad de producción nacional está en las apuestas de los grupos menos dominantes del sector, de acuerdo a la posición, según audiencia acumulada. De esta manera, la mayoría de contenido nacional incrementa en la misma

medida en que ocupa posiciones inferiores. Así, en la escala TCS producirá menos programas nacionales con más rating y canal 8 producirán más programas nacionales, con menos rating, a excepción del estatal canal 10 con rating superior en programación internacional. Esta relación se agudiza los fines de semana, en donde los 3 primeros grupos incrementan su programación internacional con una acumulación de audiencia superior. Pero se

debe hacer notar que el resto de canales tienen mayor número de horas de programación nacional y con una tendencia superior de

audiencia acumulada. Los datos deben leerse en relación a la concentración de audiencia de cada grupo (Tabla 6).

**Tabla 6.**

*Comparación rating nacional e internacional por grupo*

Transmisión	Semana		Fin de semana	
	Horas	% Rating acumulado	Horas	% Rating acumulado
TCS				
Nacional	121	39.72	20.5	16.06
Internacional	124.5	60.28	108	83.88
Megavisión				
Nacional	108	74.49	29	48.05
Internacional	36.5	25.51	33	51.95
Canal 12				
Nacional	53	55.86	5	30.11
Internacional	32	44.13	25.5	69.87
Canal 33				
Nacional	71.5	91.68	33	68.33
Internacional	6	8.32	11	31.16
Canal 8				
Nacional	88.5	83.88	27	81.60
Internacional	8.0	16.12	5	18.39
Canal 10				
Nacional	20	45.31	4.5	100
Internacional	5.5	54.69	0	0

*Nota.* Elaboración propia, según datos del estudio

La compra de programación es asimétrica, lo cual podría significar que para los canales de menor poder adquisitivo, resulte más asequible la producción nacional. Esta interrogante se puede responder al analizar qué programas producen para qué sector de audiencia con relación a la política del canal. Por ahora, veremos la relación de la producción internacional y su dependencia respecto a los grupos mediáticos dominantes.

### Los grupos mediáticos dominantes

La reconfiguración de la televisión en Estados Unidos tiende a la concentración. Para los años 90, el grupo de los «cinco grandes» estaba conformado por las emisoras originarias de la radiodifusión: NBC, CBS, ABC, estas tres siguen siendo el referente más importante para medición de recepción de noticias, según Advertising Age. Y se suman los dos grupos New Fox y The Channel Warner. Como se

comentaba al inicio, la desregularización de las políticas antimonopólicas ha provocado cambios de reagrupaciones con sectores de las telecomunicaciones. De esta manera, en diciembre de 2009 la fusión CONCAST, filial de medios de comunicación de General Electric, adquiere los derechos de NBC, en una operación de 30,000 millones de dólares estadounidenses. Luego de ajustes financieros, la separación de CBS y Viacom en 2005, se reagrupan nuevamente en diciembre de 2019 para formar ViacomCBS. Otro giro en la redistribución de la industria televisiva, fue la fusión de 21th Century Fox, propietaria de los estudios cinematográficos y Fox Network, por The Walt Disney Company y ABC, en una operación de 71.300 millones de dólares, el 20 de marzo de 2019. En el caso de AT&T WarnerMedia, AT&T disuelve a WarnerMedia en dos divisiones de contenidos: los canales Turner y HBO; las noticias y deportes a través de CNN y Turner sport. El resultado es que a partir del 2019 son 4 grandes grupos mediáticos en Estados Unidos y por sus operaciones también a nivel Mundial: The Walt Disney Company, CONCAST, AT&T WarnerMedia, ViacomCBS. Estos grupos mantienen programación regular a través de las alianzas con TCS en El Salvador.

El caso de Latino Televisión está principalmente identificado por el grupo UNIVISIÓN, quien se mantiene como un grupo independiente, sujeto en el futuro a ser absorbido por alguno de los grandes conglomerados de medios, siempre y cuando pueda sortear las leyes antimonopólicas (Gómez 2016). Su principal competidor Telemundo fue adquirido en octubre de 2001 por NBC, ahora CONCAST. The Walt Disney Company opera a través de The Walt Disney Company Latin America, con

sedes en Argentina, México, Colombia y Brasil, y en los deportes a través de ESPN desde 1988. AT&T WarnerMedia, opera en Latinoamérica a través de la cadena de noticias CNN en español, pero desde 2010 adquiere Chilevisión por un valor estimado de 157 millones de dólares, con una programación como el «Festival de Viña del Mar». Una de las principales operaciones en Latinoamérica fue la adquisición del excanal federal argentino, en propiedad de Telefónica, Telefe en marzo de 2017 a través de ViacomCBS, la principal operación de compra directa de capital transnacional en Latinoamérica por 345 millones de dólares desde donde opera la producción y expansión de contenidos para el resto de Latinoamérica.

Otra de las cadenas que no se identifican con participación en la televisión salvadoreña es Estrella TV, parte importante de la Latino TV en Estados Unidos, que no debe confundirse con Las Estrellas TV, propiedad de Televisa, grupo mediático mexicano que participa con producciones para la audiencia latina en Estados Unidos a través de un acuerdo con Univisión, ambas en alianza con TCS; de la misma manera, México participa con Azteca América, en alianza con Canal 12 y Megavisión. Un grupo mediático poco reconocido en Estados Unidos, pero que tiene impacto en El Salvador es SBS, conocido por Mega TV, es propiedad de capital puertorriqueño y venezolano, y opera desde Miami, en El Salvador vinculado con Megavisión. Otra influencia que emerge en la programación de El Salvador es Voz de América, VOA, medio estatal de Estados Unidos, que nació durante la segunda guerra mundial, no permitía la transmisión de contenidos en su propio territorio y fue hasta la modernización de la Ley Smith-Mundt<sup>3</sup>, en 2013,

<sup>3</sup> Ley de Modernización Smith-Mundt de 2012: enmienda la Ley de Intercambio de Información e Intercambio Educativo de EE.UU. de 1948 para autorizar al Secretario de Estado y a la Junta de Gobernadores de Radiodifusión a proporcionar la preparación y difusión de información destinada a audiencias en el extranjero sobre EE.UU. incluso sobre su gente, su historia y las políticas del gobierno federal, a través de la prensa, publicaciones, radio, películas, Internet y otros medios de información, incluidas las redes sociales, y a través de centros de información e instructores. (Según la ley actual, dicha autoridad está restringida a la información difundida en el extranjero, con una excepción nacional limitada. En <https://www.congress.gov/bill/112th-congress/house-bill/5736>, recuperado septiembre de 2020.

que se transmite en el territorio, y comienza a registrarse programación en El Salvador.

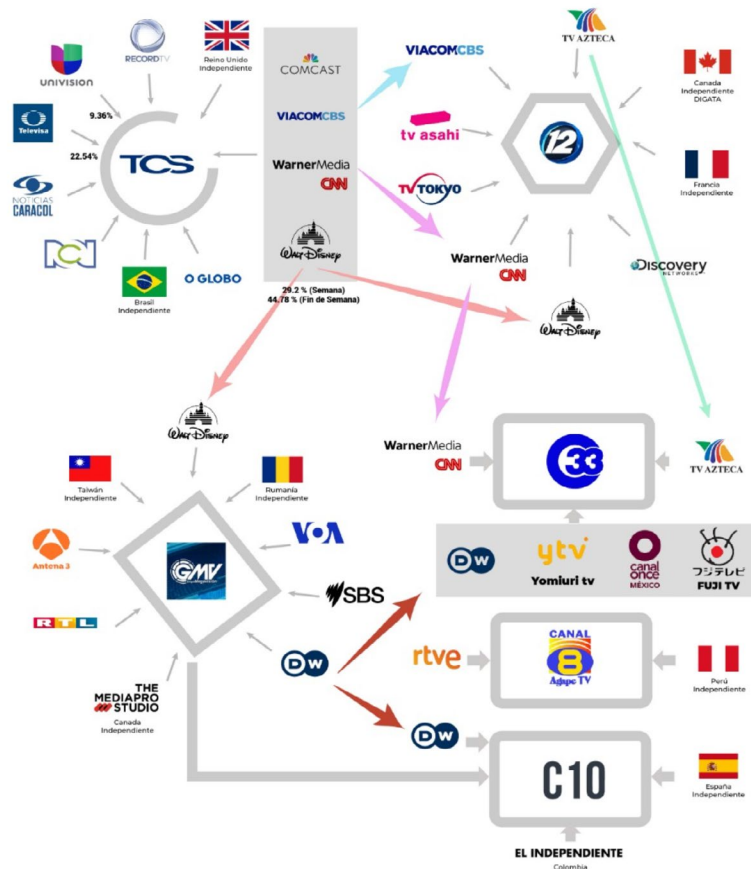
La televisión latina también aparece con los canales brasileños O Globo y Record TV en alianzas con TCS; RCN y Caracol de Colombia, esta última propiedad del grupo PRISA de España. De la misma manera, aparece la cadena pública de radio y televisión española RTVE, junto a otras producciones independientes de España, Perú, Colombia, Francia y Canadá, con una participación mínima. Otra cadena pública que aparece con una importante participación es Deutsche Welle, DW, en alianza con Canal

10, Canal 33 y Megavisión, siendo la cadena pública con más presencia en todo el sistema.

Otra influencia la representa la televisión japonesa con TV Ashi, TV Tokio, Fuji TV, Yomiuri TV, todas corporaciones privadas, en alianza (en el caso de las primeras dos) con Canal 12, y las últimas con canal 33; pero su participación es pequeña en programas y audiencia. De la misma manera la televisión independiente de Turquía con telenovelas en alianza con canal 12 y producciones de Rumania con telenovelas, en alianza con Megavisión (Figura 2).

**Figura 2.**

*Mapa de alianzas con televisión nacional*



**Participación de audiencia de medios internacionales**

El análisis de audiencia en cuanto a recepción de contenido va en la misma dirección de las

diferencias entre los días de la semana y el fin de semana (Tabla 7). Durante la semana, la participación de la TV internacional es de 48.1 % divididos entre 22 grupos mediáticos internacionales. El grupo de los 4 conformado



por AT&T Warnermedia, The Walt Disney company, CONCAST, ViacomCBS, suman el 29.26 % del total de audiencia acumulada durante la semana. Mientras el fin de semana, la cifra sube a un 41.78 %. AT&T Warnermedia ocupa el primer lugar entre semana, los fines de semana es desplazada por The Walt Disney Company. Sin embargo es la TV latina la que puede competir con estos grupos, como es el caso de TELEVISA que ocupa el primer lugar con 22.54 % de audiencia acumulada entre semana y el fin de semana disminuye a un 18.53 %. El grupo mediático UNIVISIÓN tiene un

9.36 % y decae hacia 1.27 los fines de semana. Esos cambios obedecen a la presencia de una parrilla de programación cargada de dibujos animados y películas frente a la programación de *reality show* y novelas durante la semana.

También en los fines de semana, emergen más grupos mediáticos internacionales llegando hasta los 31, entre ellos los grupos japoneses con 1.53 %, pero sobre todos, la presencia del canal público DW que alcanza un 7.33 % de audiencia en comparación con el 4.85 % en la semana. De ahí la tendencia está por debajo de los 2 puntos porcentuales.

**Tabla 7.**

*Participación de audiencia por los principales grupos mediáticos internacional.*

No.	Grupo	% Audiencia	
		Semana	Fin de semana
1	TELEVISA	22.54	18.53
2	AT&T WarnerMedia	9.57	19.3
3	The Walt Disney Company	10.97	17.7
4	CONCAST	6.48	17.0
5	ViacomCBS	2.22	10.0
6	UNIVISIÓN	9.36	1.27
7	DW	4.85	7.63
8	O Globo	4.73	0.0
9	SBS	3.04	0.83
10	Caracol	2.81	2.15
11	Azteca	2.13	0.65
12	Telesur	0.0	2.75

Nota. Elaboración propia, según datos del estudio

### **Producción nacional: la industria local, plural y con identidad**

Pensar la televisión salvadoreña desde la identidad y una industria que la reproduzca es complejo, por la alta dependencia simbólica de la televisión global. Una especie de exportación de imaginarios globales que se rentabilizan económicamente en una industria local.

Inevitablemente la televisión nacional propone un diálogo entre lo externo y lo interno, pero lo hace a través de las ausencias. Es decir, lo que no se promueve en la identidad de su constructo histórico, como lo indígena, es suplantado por una oferta externa. Las repercusiones de esta suplantación se traducen en poca creatividad en estética y narrativa. Incluso la industria global ha migrado hacia las franquicias de

programas en donde los géneros adquieren formatos locales, de estéticas occidentales, en los que el contenido de los actores es adaptado para su congruencia *broadcasting*. A esos espacios de producción nacional, los hemos separado en un espacio de “entretenimiento”, categorizado en: cocina, concursos, *Talk show*, musicales y revistas de variedades.

Como se planteó al inicio, durante la semana, la producción nacional tiene un mayor grado de participación de audiencia y horas de programación (Tabla 8), debido a tres programas matutinos: las entrevistas, las noticias y las revistas de variedades (entretenimiento). Casi, durante las horas de la mañana, estos programas ocupan la parrilla de contenidos. Desde esta observación, solo este tipo de programación puede ser competitivo en horarios prime time. Los noticieros superan con un 39.02 % de rating acumulado

a toda la producción nacional; muy cerca el entretenimiento, con sus 5 categorías, alcanza el 34.91 % de rating y más distante el deporte, con su fútbol nacional el 12.22 %.

En el fin de semana, en donde la producción internacional supera la nacional, el panorama cambia, el deporte alcanza un 22.57 %, el entretenimiento el 21.95 %, los noticieros 17.90 %, y aparecen los programas religiosos con un 13.61 % de rating, pero encima de estos se encuentran los programas culturales que emergen con el 14.55 % de rating. En esta categoría se encuentran documentales nacionales, programas de turismo nacional y prácticas culturales. Estos programas son producidos por los canales 8, 33, 19 y 21. Es una ausencia de la corporación TCS. Podemos decir que los programas con narrativa y estética con identidad nacional se encuentran en la periferia de las grandes corporaciones nacionales.

**Tabla 8.**

*Audiencia acumulada de programas nacionales*

No	Programación	% Audiencia	
		Semana	Fin de semana
1	Noticieros	39.02	19.90
2	Entretenimiento	34.91	21.95
3	Deportes	12.22	22.57
4	Especiales	6.70	2.68
5	Entrevistas	2.79	5.06
6	Culturales	2.50	14.55
7	Salud y científicos	0.77	0.0
8	Religiosos	0.73	13.61
9	Infantiles	0.31	0.0
10	Educativos	0.0	0.41

Nota. Elaboración propia, según datos del estudio

La producción nacional ha crecido desde los medios distantes a las 3 grandes corporaciones nacionales; sin embargo, sus niveles de audiencia son bajos en comparación. Un dato revelador durante la medición de rating

fue la cadena nacional de la Presidencia de la República en un horario de las 10:00 a. m. cuando todos los canales tienen programas de revistas nacionales (Tabla 9). Ese evento permite verificar como una transmisión

simultánea puede ser medida, pese a la interrupción de su propia programación. Todos los canales, excepto el estatal, marcaron audiencia, sin pérdida sustancial en relación a su programa regular. La posición se mantuvo, con lo que se puede inferir que la fidelidad al canal es fundamental para que la audiencia se mantenga en sintonía; es un derecho de «primer corredor», que les ha permitido cimentar un capital cultural simbólico, en lo que Thompson (2002) le denomina prestigio que les permite sostener una audiencia.

Son las principales corporaciones nacionales las que tienen una posibilidad de contribuir a la producción de contenido nacional. Pero no lo hacen. Incluso la ausencia de producción nacional infantil no aparece reflejada en sus

intereses; algo que se deduce, lo pueden superar los programas infantiles internacionales. De igual manera, la cultura sólo es asumida por los canales de la periferia y las posibilidades de construcción de identidad son reivindicadas por estos medios.

El otro problema de estas corporaciones es la suplantación de noticieros con formato infoentretenimiento, que está reorientando el consumo político de la información con altas dosis de espectáculo y entretenimiento desde la agenda a la forma. No obstante, son los noticieros capaces de competir con la programación internacional de películas y telenovelas, como se podrá observar en la lista de los 10 programas con más rating entre semana (Tabla 10).

**Tabla 9.***Cuadro Cadena Nacional*

Medio	Programa previo	Rating
Canal 2	Revista Viva la Mañana	10.6
Canal 6	Novela	10.6
Canal 4	Revista Viva la Mañana	8.5
Canal 12	Revista Hola El Salvador	2.1
Canal 21	Revista Arriba mi Gente	2.1
Canal 33	Revista Quiubole	2.1
Canal 8	Noticias	2.1

*Nota:* Elaboración propia, según datos del estudio

**Tabla 10.***Los 10 programas con más % Rating durante la semana*

No.	Medio	Programa	Origen	Rating
1	Canal 6	Película	WarnerMedia	25.8
2	Canal 6	Película	The Walt Disney Company y ABC	24.1
3	Canal 6	Película	Independiente Latam/ España	21.6
4	Canal 2	Novela	CONCAST (Telemundo)	19.8
5	Canal 6	Película	WarnerMedia	19.7
6	Canal 2	Noticiero	Nacional	19.0
7	Canal 6	Noticiero	Nacional	17.3
8	Canal 6	Novela	Televisa	17.1
9	Canal 6	Noticiero	Nacional	16.8
10	Canal 2	Novela	O Globo	16.6

*Nota:* Elaboración propia, según datos del estudio

## CONCLUSIONES

La televisión nacional está sufriendo cambios, producto de la transición convergente. Las tres corporaciones mediáticas principales

han incrementado la producción nacional en programas informativos, revistas de entretenimiento, concursos, pese a la ausencia de otras producciones nacionales que puedan proyectar la identidad, como serían los programas infantiles. Por el

contrario, la niñez es fuertemente expuesta a programas internacionales, insertándolos generacionalmente a las industrias creativas globales.

La televisión en la periferia de las grandes corporaciones tiende a incrementar su producción nacional, en horas y rating. Es desde esa televisión que se pueden entender el incremento de las horas de transmisión ante el grado de concentración de las corporaciones internacionales, en alianza nacional y ante las pocas alianzas con otras corporaciones alternativas, como lo hace RSM. La televisión periférica obtiene programación libre de televisoras estatales, lo que también hace observar que si su capacidad adquisitiva les permitiera, podrían incrementar la compra de programas internacionales. De esta manera, no puede asegurarse que estas televisoras respondan a un proyecto emancipatorio de producción simbólica nacional. En buena medida, por su ausencia en la producción, la ausencia de narrativas propias, y sus nulos experimentos creativos.

También, a nivel general, la influencia de Latino Televisión, gana espacios, incluso en los géneros de ficción, en donde cada vez más se programan semanas dedicadas al cine latino. Las corporaciones internacionales penetran no solo con las barreras del idioma, sino además con las representaciones latinas; pero en varias ocasiones desprovistas de contextos reales, a fin de ser consumidas en un estándar de identidad global y no nacional.

Las posibilidades de éxito de la producción nacional de las televisoras periféricas se demuestra con los niveles de rating que alcanzan; sin embargo, la competencia por los niveles de recepción está fuertemente determinado por el posicionamiento, principalmente de TCS, que aventaja por 50 años de autopromoción y prestigio del sistema nacional. Es la reproductividad de relaciones

históricas vinculadas con el poder económico y las alianzas de élites que las reconocen y promueven. Se considera que, sin políticas públicas de fomento y difusión de la producción nacional, esta relación de poder simbólico y la construcción de sentido no se verá fácilmente alterada.

Lo que sí se altera, es la relación vertical que subsume a las corporaciones nacionales. Las migraciones de audiencias a las plataformas *streaming* gradualmente afectará la transmisión de programas internacionales por su disponibilidad en plataformas como Netflix, Disney +, Amazon prime video, HBO plus, YouTube TV, pese a que la televisión nacional seguirá manteniendo su influencia en los sectores populares. Por ello será necesario investigar ¿cuáles son los cambios o las adaptaciones de la televisión nacional tradicional frente a las demandas de las audiencias consumidoras de *streaming* para lograr competitividad con una producción local nacional?

Por ahora, las únicas propuestas viables en El Salvador son los concursos de franquicias internacionales, para lo cual se requiere capacidad de compra; las noticias, las revistas, programas de cocina, deportes, turismo local. Fuera de eso, aún queda mucho por recorrer.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERT Luis Rosario (2007): "La estructura del mercado de la televisión en Puerto Rico: globalización y concentración", en Revista Anàlisi 35, 2007 189-211.
- ALVARADO, Jimmy y CASTRO FAGOAGA César (2016): "Canal 4 compró partidos de fútbol a una empresa de la familia Eserski en Islas Vírgenes"; www.elfaro.net; El Salvador.
- BAGDIKIAN, Ben H. (2004): The New Media Monopoly, Beacon Press; 20th ed.

- Estados Unidos
- BENITEZ, J (2003): Televisión en El Salvador: inversión foránea. ¿Pérdida del control local? Conferencia internacional: Televisión en transición. Massachusetts Institute of Technology Cambridge, Ma. USA.
- BOLAÑO, César (1988) Mercado Brasileiro de televisão, UFS, Aracaju.
- CALIFANO, Bernadette (2015): “Hacia los orígenes de la concentración mediática en Argentina”, Íconos. Revista de Ciencias Sociales. Num. 49, mayo 2014, pp. 29-48, Quito, Ecuador.
- CARBALLO, William (2013): “Despertando de a poco, desde lo local”, en Zapping TV, el paisaje de la tele latina, Editor Omar Rincon, FEScomunicaciones, Bogota, Colombia.
- DÍAZ BORDENAVE, Juan (1974): “Nuevos métodos de entrenamiento de la comunicación para los países en desarrollo”, publicado por Revista CHASQUI, CIESPAL, disponible en <http://chasqui.ciespal.org/index.php/chasqui/article/download/2382/2380>, revisado el 2 de Agosto de 2015.
- DIGESTYC (2019): Encuesta de hogares y propósitos múltiples, EHPM 2019, El Salvador, disponible en <http://www.digestyc.gob.sv/index.php/novedades/avisos/965-ya-se-encuentra-disponible-la-encuesta-de-hogares-de-propositos-multiples-2019.html>.
- DEMARCHI, C. H. (2015): “A televisão aberta no brasil: concentração e ausência de políticas de comunicação”. Revista Ciências Humanas, 8(2), 74-80. Disponible en <https://doi.org/10.32813/2179-1120.2015.v8.n2.a279>
- FREIRE, Paulo (1984): ¿Extensión o comunicación?, Siglo Veintiuno editores, Montevideo, Uruguay.
- GRANDE, Julio (1999): La influencia de la televisión, criterios para analizar su impacto social, político y cultural, editorial Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.
- GÓMEZ GARCÍA, Rodrigo (2016): Latino/a Television in the United States and Latin America: Addressing Networks, Dynamics and Alliances, en International Journal of Communication.
- GRECO. E. (2014): Informe: Condiciones de competencia en la televisión abierta en El Salvador en línea. El Salvador: Superintendencia de Competencia. Recuperado de [http://sc.gob.sv/uploads/est\\_23\\_inf.pdf](http://sc.gob.sv/uploads/est_23_inf.pdf)
- MASTRINI Guillermo; BECERRA Martín (2001): Cincuenta años de concentración de medios en América Latina: del patriarcado artesanal a la valorización en escala; Comunicación, globalización y democracia / coord. por Fernando Quirós Fernández, Francisco Sierra Caballero, 2001, págs. 179-210.
- MURDOCK, Graham (2006): “Bajo la playa, los adoquines: Mercancías, Consumismo, Contradicciones” en Revista *Cuadernos de Información y Comunicación*, CIC, Vol. 11, p. 31 – 46, Madrid, España Grande (1999)
- NORDENSTRENG, K., & VARIS, T. (1974): Television traffic: A one-way street? Paris: UNESCO Report. UNESCO Report.
- OLSEN, Ann (2018): “Mitos y máscaras” en Revista Minerva, año 1, No. 2, San Salvador, El Salvador
- PÉREZ. Roberto y CARBALLO. William. (2013): “El Mapa de medios en El Salvador. Todo queda en familia”. Comunicación,

- Información y poder en El Salvador. Claves para la democratización, Fundación Comunicándonos/EMA-RTV.47-78, San Salvador, El Salvador.
- PÉREZ, Roberto (2016): La Estructura de los medios de comunicación en El Salvador, la sociedad mediáticamente invisibilizada; Tesis doctoral RIUMA en <http://hdl.handle.net/10630/12107>.
- ..... (2018): El espacio audiovisual salvadoreño y su impacto en la estructura social. una perspectiva desde Centroamérica, Anuario de Estudios Centroamericanos, Universidad de Costa Rica, 44: 101-126, DOI: 10.15517/AECA.V44I0.34272
- PEREZ, Roberto, HERNÁNDEZ, Diego, PEREZ, Oscar (2021): "Tres Claves para fomentar la radiodifusión comunitaria en El Salvador" en Radios Comunitarias y compromiso social en América Latina; Coord. Mendieta, A; Estrada, J,L; Ediciones La Biblioteca, S.A, de C. V; México.
- RAMIRO BELTRÁN, Luis (1985): "Premisas, objetos y métodos foráneos en la investigación sobre comunicación en América Latina", publicado en MORAGAS SPA, Miguel Sociología de la Comunicación de masas, Tomo II, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, España.
- ROCKWELL, R., & JANUS, N. (2001). Stifling dissent: the fallout from a Mexican media invasion of Central America. *Journalism Studies* 2 (4), 497-512.
- SÁNCHEZ RUIZ, Enrique (2012): Tratado de libre comercio y la casi desaparición del cine mexicano,
- SEGOVIA, A. (2005) Integración real y grupos de poder económico en Centroamérica: implicaciones para el desarrollo y la democracia de la región, Fundación Friedrich Ebert, San José, Costa Rica.
- SINCLAIR, John (1999): Latin American Television. A Global View . Oxford : Oxford University Press.
- SÁNCHEZ RUIZ, Enrique E. (2004): El Audiovisual Mexicano: ¿Concentrar para competir?, Revista Global Media Journal Vol, No. 2, Monterrey, México
- SCHILLER, H (1977): *Imperialismo U.E.S en la comunicación de masas*, Akal, Madrid.
- THOMPSON, J. Ideología y cultura moderna. Xochimilco, México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2002.
- WANNISKI, Jude (1978). *The Way the World Works: How Economies Fail—and Succeed*. Nueva York: Basic Books. Estados Unidos.
- WILKINSON, K. T., CONTRERAS-DÍAZ, D. (2014): U.S. Spanish-Language Television Management during the Industry's First 50 Years. *Palabra Clave* 17(4), 1168-1193. DOI: 10.5294/pacla.2014.17.4.8
- ZALLO, Ramón (2011): "Retos actuales de economía crítica de la comunicación y la cultura" en Poder, Medios, Cultura, Comp. Luis A. Albornoz, Ed. PAIDOS, Argentina.





# Revista MINERVA

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



## Mixomicetes asociados con *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en el manglar del Amatal, El Salvador

Myxomycetes associated with *Avicennia germinans* and *Laguncularia racemosa* in the Amatal mangrove, El Salvador

Ricardo Morales Hernández<sup>1</sup>  
Carlos Rojas Alvarado<sup>2</sup>

Correspondencia:  
[carlos.rojasalvarado@ucr.ac.cr](mailto:carlos.rojasalvarado@ucr.ac.cr)

Presentado: 20 de enero de 2022  
Aceptado: 4 de abril de 2022

- 1 Escuela de Biología, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador.
- 2 Escuela de Ingeniería de Biosistemas e Instituto de Investigaciones en Ingeniería, Universidad de Costa Rica.

### RESUMEN

Los estudios de mixomicetes en ecosistemas de manglar no son comunes; principalmente se han llevado a cabo en Brasil. En esta investigación, se realizó el primer muestreo de mixomicetes asociados a dos especies de plantas de manglar en El Salvador, y por extensión, en Centroamérica. Para ello, se recolectó material vegetal en descomposición en el campo y se aislaron los microorganismos con la técnica de cámara húmeda. Con un esfuerzo de 60 muestras de campo, se registraron 17 especies de mixomicetes, de las cuales 11 no habían sido previamente comunicadas para los ecosistemas de manglar a nivel mundial según la literatura revisada. Estos resultados mostraron que, si bien la presencia de mixomicetes en manglares era previamente conocida, la diversidad de especies asociadas a estos ecosistemas todavía es poco estudiada. Además, el estudio mostró que los manglares centroamericanos albergan especies diferentes a las presentes en los manglares de Sudamérica. Se requieren más estudios en la región centroamericana para evaluar las razones.

**Palabras clave:** Amoebozoa, Centroamérica, ecología microbiana, microbiología

### ABSTRACT

Studies of myxomycetes in mangroves are not common and have mainly been carried out in Brazil. This study represents the first evaluation of myxomycetes associated with two mangrove plants in El Salvador, and by extension, in Central America. For this, dead plant material was collected, and the microorganisms were isolated using the moist chamber technique. The total effort of 60 samples yielded 17 species of myxomycetes, from which 11 had not previously been communicated for such ecosystems, worldwide, based on the literature. These results were relevant and showed that even though the presence of myxomycetes in mangroves

was previously known, their diversity is still poorly documented. Results also demonstrated that Central American mangroves host a different assemblage than South American ones. More studies in Central America are required to test the underlying reasons.

**Key words:** Amoebozoa, Central America, microbial ecology, microbiology

---

## INTRODUCCIÓN

Los mixomicetes son amebas de vida libre con distribución mundial y con un ciclo de vida que presenta un estado reproductivo con formación de esporas que los asemeja a los microhongos (Keller et al., 2017). La diversidad de estos organismos ha sido estudiada desde el siglo XVII (Gray y Alexopoulos, 1968), pero su biogeografía, ecología y evolución son objetos de estudio reciente (Novozhilov et al., 2017). En general se sabe muy poco de las especies de mixomicetes que están asociadas a zonas costeras o manglares (Lado y Rojas, 2020) y para Centroamérica no se conoce ningún estudio puntual en estos ecosistemas.

Dentro de la zona neotropical, es Brasil el país donde se han llevado a cabo la mayoría de los estudios relacionados con la biodiversidad de mixomicetes en manglares (e.g., Agra et al., 2016; Cavalcanti et al., 2019). Para los géneros de plantas *Avicennia* y *Laguncularia* se han registrado mixomicetes tanto en el sur (Trierveiler-Pereira et al., 2008) como en el noreste de ese país (Cavalcanti et al., 2016). Lo anterior sugiere que la presencia de estos organismos en manglares, de amplia distribución geográfica, es estable y robusta en el Neotrópico y se esperaría que, en Centroamérica, se encontraran mixomicetes en estos ecosistemas. De hecho, un estudio reciente en Filipinas (Lim et al. 2021) ha demostrado que tal relación tiene un rango geográfico más amplio de lo conocido

actualmente.

Para El Salvador se conocen 63 especies de mixomicetes (Rojas et al. 2017) y es posible que el número de especies conocidas aumente según se incremente el esfuerzo de muestreo. Sin embargo, debido a tal base de conocimiento y a que la costa salvadoreña cuenta con manglares distribuidos en aproximadamente 37 320 ha (Chicas-Batres et al., 2016), este país centroamericano es excelente candidato para estudios de diversidad de mixomicetes en manglares. De esta forma, el objetivo de la investigación ha sido llevar a cabo un muestreo piloto en un manglar salvadoreño para documentar la mixobiota presente en dos zonas con dominancia de diferentes plantas dentro de tal ecosistema. Este es el primer trabajo de mixomicetes en manglares en la región centroamericana y representa un paso importante para el monitoreo de microorganismos en humedales regionales.

## MATERIALES Y MÉTODO

### Sitio

El manglar de la playa El Amatal está localizado en el cantón San Diego (La Libertad) a escasos 4 km al sureste del Parque Nacional «Walter Thilo Deininger». Este sitio limita hacia el oriente con la Hacienda San Juan Buena Vista y hacia el occidente con el Río Aquisquillo (Fig. 1), hacia el norte con dos propiedades agrícolas y hacia el sur con la lotificación «La playa» y el Océano Pacífico. La zona tiene dos secciones, una de las cuales está dominada por *Avicennia germinans* L. (madresal o mangle prieto) y otra por *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn. (mangle blanco, sicahuite). Ambas especies tienen amplia distribución tanto en el pacífico como en el caribe tropical americano y en el manglar estudiado la primera está localizada a la margen del río y en la zona más cercana a los

cuerpos de agua y la segunda se encuentra en las secciones más terrestres del manglar, cerca de los ecotonos.

### **Muestreo y técnica de aislamiento**

Fue realizado en agosto de 2014, se recolectaron 60 muestras de material vegetal mixto (hojas y ramitas) en descomposición directamente localizado sobre el suelo del manglar. De esas muestras, 30 fueron recolectadas en la sección dominada por *A. germinans* y las otras 30 en la sección dominada por *L. racemosa*. El material se guardó en sobres de papel, se secó al aire y posteriormente fue usado para crear 60 cámaras húmedas, una por muestra, según el protocolo de Stephenson y Stempen (1994).

Las cámaras húmedas consistieron en platos de Petri de tamaño estándar a los cuales se les colocó papel de filtro en la base interna. Sobre el papel de filtro se colocaron las muestras y se añadió agua destilada en cantidad de saturación para estimular el proceso de actividad de mixomicetes en las muestras. Tras 24 horas de mantener el material saturado, el exceso de agua fue decantado y el pH fue medido debido a su influencia sobre los potenciales resultados. Las cámaras se mantuvieron con humedad por 12 semanas, añadiendo esporádicamente agua destilada para tal efecto. Cuando se observaron esporocarpos de mixomicetes, estos fueron extraídos de cada cámara húmeda con pinzas y fueron fijados con goma a cajas de fósforos vacías para su posterior identificación y almacenamiento.

### **Identificación**

Los especímenes extraídos en el proceso anterior fueron identificados con el uso de un estereoscopio y un microscopio de luz transmitida y según las claves de identificación de Martin y Alexopoulos (1969). El material identificado fue depositado en la sección de

mixomicetes centroamericanos del herbario de la Universidad de Costa Rica (USJ). La nomenclatura usada para las especies se ajusta a Lado (2021).

### **Análisis de datos**

Para el análisis, se hicieron cálculos de los Índices de Diversidad de Shannon y Simpson (1-D) usando los datos de riqueza de especies y abundancia de registros asociados con cada tipo de planta dominante de manglar. De forma similar, se calculó el Índice de Igualdad (Evenness) y el número máximo de especies esperadas según el estimador de Chao 1. Asimismo, para evaluar la similitud entre los ensamblajes de especies registradas para cada planta, se calculó el Índice de Similitud de Bray-Curtis como un “proxy” de diversidad beta. Los valores de pH medidos fueron contrastados usando una prueba de U de Mann Whitney con un valor de corte de la hipótesis nula de 0.05. Todos los cálculos y estimaciones fueron realizados en el software PAST v4.06b (Hammer et al., 2001)

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se registraron un total de 61 mixomicetes que fueron identificados en 17 especies (Tabla 1). Estos resultados son comparables a los encontrados en otros ecosistemas estudiados en zonas tropicales (Rojas y Stephenson, 2008) pero son mucho más altos que los observados en manglares de Sudamérica (Agra et al., 2015; Cavalcanti et al., 2016). En el último de estos estudios los investigadores registraron apenas 24 especímenes en 200 cámaras húmedas, para un total de 11 especies.

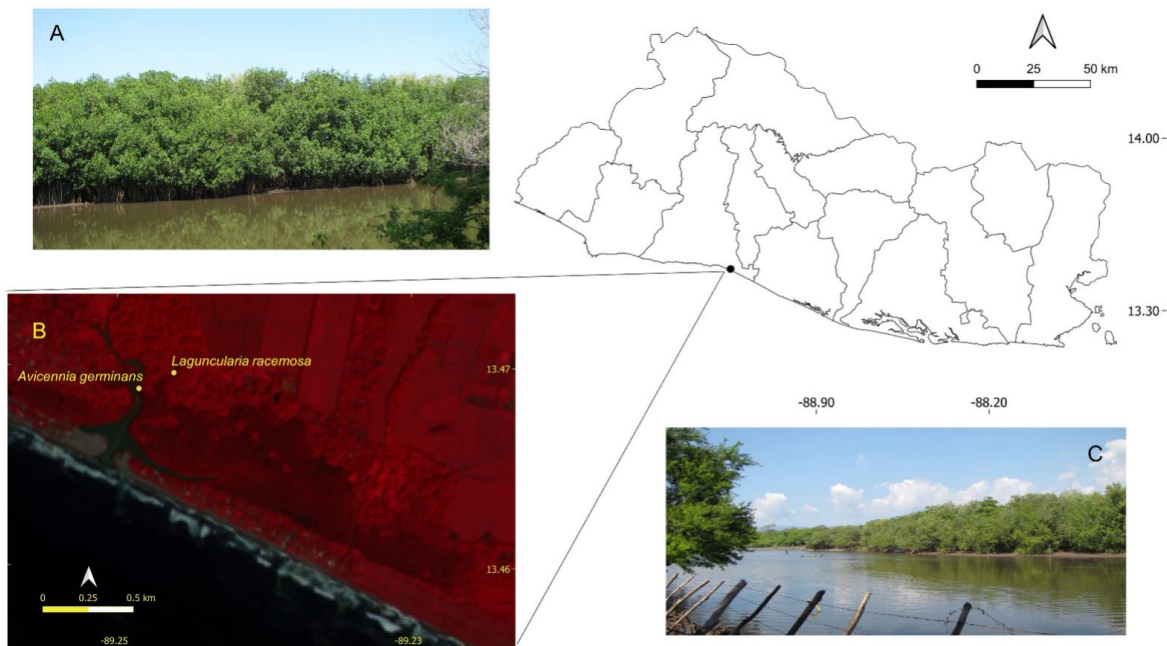
Lo anterior sugiere que el manglar estudiado en El Salvador provee condiciones favorables para el establecimiento de mixomicetes, y que los manglares brasileños evaluados hasta el momento presentan una diversidad menor

de especies. Las razones puntuales de tal resultado no tiene sentido especularlas en el presente trabajo ya que no fue diseñado con tal propósito. Sin embargo, es importante recordar que El Salvador se encuentra dentro de la zona de alta diversidad de Mesoamérica y además, está representado por manglares en la costa pacífica y no atlántica del continente americano. Así, la productividad de las muestras de este estudio (1.01 registros y 0.28 especies por cámara húmeda) es mucho mayor que los resultados de Cavalcanti et al. (2016) de 0.12 registros y 0.055 especies por cámara húmeda. Todos los registros fueron encontrados en 40 de las muestras recolectadas para un porcentaje de actividad positiva general del 67 %. Las otras 20 muestras no reflejaron efectos positivos. Este resultado es casi cuatro veces más alto que lo previamente observado para sustratos de manglar. Agra et al. (2015) encontraron actividad positiva en apenas un 17% de las

muestras estudiadas. De las muestras positivas en este trabajo, se observó un porcentaje ligeramente mayor de actividad en el material recolectado en la sección de manglar dominada por *L. racemosa* (73% de actividad positiva en ese set de datos) que en el material correspondiente a la sección de *A. germinans* (60%), lo cual concuerda con los resultados de Cavalcanti et al. (2016) para los mismos géneros de plantas de manglar. El pH general de todas las muestras de material de manglar fue de 7.0, con diferencias significativas ( $U=0$ ,  $p<0.0001$ ) entre los valores asociados al material de *L. racemosa* ( $7.6\pm 0.4$ ) y el de *A. germinans* ( $6.2\pm 0.3$ ). Estas diferencias en el pH de los sustratos generalmente están asociadas con diferencias en la estructura de los ensamblajes de especies registradas (Everhart et al., 2008) y en el presente estudio, tal observación fue registrada también.

**Figura 1.**

Localización geográfica de la zona de estudio en El Salvador.



Nota. Elaboración propia. Aspecto general de la sección de manglar dominada por *A. germinans* (A y C) así como imagen compuesta en infrarrojo falso (B) de la desembocadura del Río Aquisquillo mostrando la extensión del manglar estudiado (tonalidades más oscuras) y las dos secciones dominadas por diferentes plantas.

El Índice de Similitud de Bray-Curtis entre los ensamblajes de especies registrados fue de apenas 0.43 (en un rango de 0 a 1, donde 1 representa una autocomparación), lo cual indica que hubo más diferencias que semejanzas en la comparación realizada. El resultado anterior contrasta con los cálculos de diversidad e igualdad asociados con las dos plantas de manglar acá estudiadas. En este nivel de análisis ecológico, no se observaron diferencias y los ensamblajes de especies registrados fueron equivalentes. De esta forma, los resultados sugieren que los grupos de especies de mixomicetes son diferentes en su composición entre secciones de manglar con diferente dominancia vegetal, pero no son diferentes con base en la estructura observada (diversidad) entre estos hábitats.

#### Tabla 1.

Número de registros de mixomicetes asociados con las dos especies de plantas de manglar estudiadas y cálculos ecológicos comparativos entre ambos grupos de datos.

Especie de mixomicete	Especie de planta dominante	
	A.	L.
	<i>germinans</i>	<i>racemosa</i>
<i>Arcyria cinerea</i>	1	4
* <i>Didymium bahiense</i>	1	
<i>Didymium clavus</i>	1	
<i>Didymium difforme</i>	5	1
* <i>Didymium dubium</i>	6	1
* <i>Didymium iridis</i>	2	3
* <i>Didymium squamulosum</i>	1	7
<i>Diachea leucopodia</i>	1	
* <i>Diderma hemisphaericum</i>	2	6
* <i>Lamproderma scintillans</i>		3
<i>Perichaena chrysosperma</i>	1	1
<i>Perichaena depressa</i>		2

Resultados similares han sido observados en otros estudios previos en la zona Neotropical (Rojas et al., 2021) y han sido atribuidos a la influencia de variables macro y microclimáticas asociadas con los ecosistemas de estudio y las cámaras húmedas en sí. Es claro, por ejemplo, que grupos diferentes de cámaras húmedas con material de diferentes plantas pueden generar microclimas diferentes ya que las características propias de las hojas de cada especie vegetal (porosidad, permeabilidad y química foliar) son distintas. Es muy conocido que las hojas del género *Avicennia* normalmente tienen cristales de sal en el envés (Cordero y Boshier, 2003), lo cual claramente modifica el microambiente interno en la cámara húmeda y puede favorecer o desfavorecer la formación de esporocarpos de mixomicetes.

Especie de mixomicete	Especie de planta dominante	
	A.	L.
	<i>germinans</i>	<i>racemosa</i>
* <i>Perichaena pedata</i>		2
* <i>Perichaena vermicularis</i>		1
* <i>Physarum bivalve</i>	1	
* <i>Physarum compressum</i>	1	6
* <i>Physarum pusillum</i>		1
Índice de diversidad de Shannon	0.89	0.9
Índice de diversidad de Simpson (1-D)	2.43	2.47
Índice de igualdad (evenness)	0.95	0.91
Número máximo de especies (Chao 1)	21	16

Nota. Las especies marcadas con un asterisco representan mixomicetes no comunicados previamente para ecosistemas de manglar según la revisión de Cavalcanti et al. (2019).



El 64 % (11 de 17) de las especies documentadas representa nuevos registros de mixomicetes para los ecosistemas de manglar. Así, las 47 especies previamente comunicadas por Cavalcanti et al. (2016) a nivel mundial se han incrementado en un 23 % para un total de 58 especies de mixomicetes asociadas con estos ecosistemas. Si bien estudios previos indican que la calidad de los sistemas, más que aspectos relacionados con la escala de los mismos (Rollins y Stephenson, 2012), es la responsable por tales indicadores de diversidad, es muy importante documentar que los humedales centroamericanos son sistemas ricos en especies de mixomicetes, y potencialmente de otros grupos de microorganismos.

A nivel florístico, los resultados de este estudio mostraron una alta riqueza de especies asociada con los géneros *Didymium*, *Perichaena* y *Physarum*, que de forma interesante también representaron los nuevos registros mencionados anteriormente. Así, de las 6 especies de *Didymium* registradas, 3 fueron nuevas para manglares, así como también todas las especies de *Physarum*. En manglares sudamericanos, tal riqueza de especies en el género *Didymium* no ha sido nunca registrada (Agra et al., 2015; Cavalcanti et al., 2016) pero si se ha observado un alto número de especies de la Familia Stemonitidaceae, que contrasta con apenas una especie registrada (*Lamproderma scintillans*) en el presente estudio. Así, los resultados muestran que la composición de especies entre manglares de Centroamérica y Sudamérica es diferente. Lo anterior puede ser un excelente punto de partida para el diseño de estudios comparativos con un esfuerzo de muestro constante, pero evidencia la falta de documentación de la microbiota de los manglares neotropicales.

## CONCLUSIONES

Los mixomicetes están presentes en el manglar del Amatal y es muy probable que los otros manglares regionales, tanto en El Salvador como en Centroamérica, presenten especies similares. La composición de especies observada en el presente estudio es diferente que lo comunicado en investigaciones previas en Sudamérica, particularmente en relación con los géneros *Didymium* y *Physarum*. De forma similar, la productividad de las muestras del material analizado acá ha sido más alta que lo observado previamente en otros estudios. Los resultados de este, al igual que otras investigaciones previas, concuerdan en que el material de *L. racemosa* es más productivo que el de *A. germinans* para el aislamiento de mixomicetes en cámaras húmedas y las diferencias observadas de pH entre ambos materiales pueden determinar tal patrón. El alto porcentaje de especies nuevas comunicadas en el presente trabajo para manglares sugieren que tales ecosistemas están actualmente subestudiados.

## AGRADECIMIENTOS

A Juan Miguel Zúniga por su aporte en el campo y a la Administración del Manglar de El Amatal por habernos permitido llevar a cabo el presente proyecto. Este estudio fue financiado por la Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador por medio de apoyo al primer autor para llevar a cabo la fase de campo del proyecto y por la Universidad de Costa Rica (Vicerrectoría de Investigación 731-B4-072) con apoyo financiero al segundo autor para la ejecución de la fase de laboratorio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agra, L.A.N.N., Bezerra, A.C.C. y Cavalcanti, L.H. (2016). Myxomycetes from mangroves:



- species occurring in the state of Maranhão, northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 75(4), 1-6. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.11714>
- Cavalcanti, L.H., Damasceno, G., Costa, A.A.A. y Bezerra, A.C.C. (2016). Myxomycetes in Brazilian mangroves: species associated with *Avicennia nitida*, *Laguncularia racemosa* and *Rhizophora mangle*. *Marine Biodiversity Records* 9, 31. <https://doi.org/10.1186/s41200-016-0035-4>
- Cavalcanti, L.H. y Agra, L.A.N.N. (2019). A mixobiota de manguezais e a ocupação de microhabitats. En: Oliveira, L.A., Jesus, M.A., Jackisch Matsuura, A.B., Gasparotto, L., Oliveira, J.G.S., Lima-Neto, R.G. y Rocha, L.C. (Eds.). *Conhecimento, conservação e uso de fungos* (116-124). Editora INPA.
- Chicas-Batres, F.A., González-Leiva, J.A. y Sayes, J.A. (2016). Composición florística y estructura del manglar de la Bahía de La Unión, El Salvador. *Revista Comunicaciones Científicas y Tecnológicas* 2(1), 52-64.
- Cordero, J. y Boshier, D.H. (2003). *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. CATIE.
- Everhart, S.E., Keller, H.W. y Ely, J.S. (2008). Influence of bark pH on the occurrence and distribution of tree canopy myxomycete species. *Mycologia* 100(2), 191-204. <https://doi.org/10.1080/15572536.2008.11832476>
- Gray, W.D. y Alexopoulos, C.J. (1968). *Biology of the Myxomycetes*. The Ronald Press Company.
- Hammer, Ø., Haper, D.A.T. y Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologica Electronica* 4(1), 9.
- Keller, H.W., Everhart, S.E. y Kilgore, C.M. (2017). The Myxomycetes: introduction, basic biology, life cycles, genetics and reproduction. En: Stephenson, S.L. y Rojas, C. (Eds.). *Myxomycetes: biology, systematics, biogeography and ecology* (1-40). Academic Press.
- Lado, C. (21 julio 2021). *An on line nomenclatural information system of Eumycetozoa*. Real Jardín Botánico, CSIC. <https://eumycetozoa.com>
- Lado, C. y Rojas, C. (2020). *Guía para el estudio de la taxonomía y ecología de mixomicetes*. Carlos Lado y Carlos Rojas.
- Lim, A.R.U., Silva, R.M.N., Lesaca, G.R.E., Mapalo, V.J.C., Pecundo, M.H. y dela Cruz, T.E.E. (2021). First survey of myxomycetes in successional and mangrove forests of Negros Oriental, Philippines. *Slime Molds* 1, VIA7. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5098397>
- Martin, G.W. y Alexopoulos, C.J. (1969). *The Myxomycetes*. The University of Iowa Press.
- Novozhilov, Y.K., Rollins, A.W. y Schnittler, M. (2017). Ecology and distribution of myxomycetes. En: Stephenson, S.L. y Rojas, C. (Eds.). *Myxomycetes: biology, systematics, biogeography and ecology* (253-297). Academic Press.
- Rojas, C. y Stephenson, S.L. (2008). Myxomycete ecology along an elevation gradient on Cocos Island, Costa Rica. *Fungal Diversity* 29, 117-127.
- Rojas, C., Morales, R., Walker, L.M. y Valverde, R. (2017). New records of myxomycetes for Central America and comments on their regional distribution. *Journal on New Biological Reports* 6(2), 63-70.
- Rojas, C., Matarrita-Gutiérrez, K., Rojas, P.A. y Rollins, A.W. (2021). Can the location of the isolation laboratory affect the generation of myxomycete data using moist chambers? An experiment in the Neotropics. *Current Research in Environmental & Applied Mycology (Journal of Fungal Biology)* 11(1),

67-75. <https://doi.org/10.5943/cream/11/1/6>

Rollins, A.W. y Stephenson, S.L. (2012). Myxogastrid distribution within the leaf litter microhabitat. *Mycosphere* 3, 543-549. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/3/5/2>

Stephenson, S.L. y Stempen, H. (1994). *Myxomycetes: a handbook of slime molds*. Timber Press.

Trierveiler-Pereira, L., Baltazar, J.M. y Loguercio-Leite, C. (2008). Santa Catarina Island mangroves 1- First report of Myxomycetes on *Avicennia schaueriana*. *Mycotaxon* 103, 145-152.

# **ESTUDIO DE CASOS**





# Revista MINERVA

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



## Gestión energética y sustentabilidad bioclimática del edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador

Energy management and bioclimatic sustainability of the administrative building of the Faculty of Engineering and Architecture of the University of El Salvador

Carlos Pocasangre<sup>1</sup>  
José Ramos<sup>1</sup>  
Carlos Cáceres<sup>1</sup>  
Juan Cartagena<sup>1</sup>  
José Araujo<sup>2</sup>

Correspondencia:  
[carlos.pocasangre@ues.edu.sv](mailto:carlos.pocasangre@ues.edu.sv)

Presentado: 15 de mayo de 2021  
Aceptado: 18 de noviembre de 2021

### RESUMEN

El presente documento es un resumen de la sustentabilidad bioclimática en el edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura junto con la aplicación de la norma ISO 50001. La cual sugiere la utilización de recursos naturales de manera sostenible junto con sistemas de construcción adecuados para conseguir el mínimo impacto ambiental tanto en la naturaleza y en las personas. También, preservando el medioambiente para futuras generaciones y siendo capaz de autorregularse térmicamente sin necesidad de aparatos tecnológicos. Se realiza un modelaje en SketchUp y simulación en OpenStudio y EnergyPlus para caracterizar el consumo de energía del edificio e identificar y analizar los aspectos de mejora de este. A su vez, se compara dicha simulación con los resultados obtenidos de mediciones de consumo energético en el edificio, corroborando la validez de los resultados de la simulación. Por lo que, con enfoque en la eficiencia energética y el confort térmico, se propone la sustitución de los actuales aires acondicionados por unos de tecnología inverter, la instalación de cortasoles en las fachadas de los edificios, sustitución de luminarias actuales por unas de tecnología LED, siembra y mantenimiento de vegetación circundante al edificio, y la concientización del personal del edificio a través de capacitaciones de gestión y cultura del ahorro de energía. De esta manera, se estima un ahorro significativo de hasta 7,586 kWh anualmente, que puede representar cerca de USD 1,140.00 anuales (tarifa media de cargo de energía de USD 0.15/kWh).

**Palabras clave:** sustentabilidad, bioclimática, confort, Normativa ISO 50001, eficiencia energética.

### ABSTRACT

This document shows a summary on bioclimatic sustainability in the Administrative Building of the Faculty of Engineering and Architecture together

- 1 Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de El Salvador.
- 2 Estudiante, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de El Salvador

with the application of the ISO50001 standard. Which suggests the use of natural resources in a sustainable way together with adequate construction systems to achieve the minimum environmental impact both on nature and on people. Also, preserving the environment for future generations and being capable of thermally self-regulating without the need for technological devices. The building is modeled using SketchUp and simulations are done with OpenStudio and EnergyPlus to characterize the energy consumption of the building and identify and analyze improvement factors towards energy efficiency. At the same time, the simulation is compared with the results obtained from measurements of energy consumption of the building, validating the results obtained from the simulations. Therefore, with an approach on energy efficiency and thermal comfort, it is proposed to substitute the current air conditioning machines for ones using inverter technology, the installation of sun shields on the facades of the building, substitution of the current luminaries for ones using LED technology, plant and maintenance of the vegetation around the building, and the development of staff awareness through training on energy saving and management. In this way, it is estimated to have a significant energy saving, up to 7,586 kWh yearly, therefore, this might be about USD\$1,140.00 per year (cost of energy of USD\$0.15/kWh).

**Key words:** Sustainability, bioclimatic, Comfort, ISO 50001 Standard, Energy Efficiency.

---

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático y la tendencia al alza de los combustibles fósiles han forzado al Gobierno e instituciones no gubernamentales a la búsqueda de medidas que ayuden a disminuir sus efectos. En El Salvador, con la creación del Consejo Nacional de Energía (CNE), se han desarrollado políticas y estrategias energéticas con el objetivo de reducir el consumo eléctrico,

utilizar de manera más eficiente la energía eléctrica y reducir costos económicos por el uso de la misma.

En los últimos 30 años la temperatura media ha aumentado poco más de un grado Celsius, los niveles de precipitación pluvial muestran índices cada vez más bajos, las lluvias causan desastres debido a la alta deforestación y contaminación que hay en nuestras ciudades. La sustentabilidad es la capacidad de un medio natural para satisfacer las necesidades de la población, tanto para las generaciones actuales como para las futuras. Buscar un desarrollo climático sustentable es responsabilidad de todos.

En El Salvador se ha comenzado a buscar soluciones que permitan llegar a manejar un concepto de una sustentabilidad verdadera, optimizar el manejo de recursos y minimizar los daños que se causan al medioambiente, y preservarlos para las generaciones futuras. Estas soluciones están enfocadas en sectores ambientales, productivos y socioeconómicos, pero son pocos los que se enfocan en soluciones por medio del diseño y construcción de edificaciones.

La ISO 50001 establece los requisitos mínimos que debe tener una organización para implementar un sistema de gestión de la energía. Esta norma contribuye a mejorar el desempeño energético, aumentar la eficiencia y reducir los impactos ambientales y en esto entra la sustentabilidad bioclimática del edificio administrativo. Esta norma es aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño. En este documento se presenta una manera de aplicar la sustentabilidad bioclimática de la mano con la norma ISO 50001 para poder aprovechar más los recursos naturales en el edificio e implementar un correcto sistema de gestión de la energía en la edificación.



## GENERALIDADES CONCEPTUALES

### Sustentabilidad, enfoques y desarrollo

La sustentabilidad es la capacidad de una sociedad humana de apoyar en su medio ambiente a través del buen manejo de sus recursos naturales y el mejoramiento continuo de la calidad de vida de sus miembros para el largo plazo (Ayala Alas & Soriano Morales, 2010). Cada ecosistema existente posee los recursos suficientes para satisfacer las necesidades básicas de los seres vivos que en él habitan, y el crecimiento poblacional idealizado debe ser capaz de renovar los recursos naturales. No obstante, el consumo desmedido sobrepasa la capacidad de renovación y causa un desequilibrio entre el medioambiente y la población. La sustentabilidad se basa en mantener dicho equilibrio.

El enfoque medioambiental se preocupa por los límites naturales, centrándonos en la conservación de las condiciones medioambientales para la supervivencia humana actual y futura. Bajo esta perspectiva se destaca la relación entre los límites ecológicos y el desarrollo humano, en el escenario de un planeta finito que cuenta con un tiempo específico de regeneración ambiental.

El enfoque económico considera que el crecimiento (financiero o monetario) a toda costa, resulta ser una condición para proteger a la naturaleza, en términos generales este plantea que, la competitividad de los sistemas productivos y el desarrollo de tecnologías, derivará en la inversión de capital privado en rubros como la conservación de la naturaleza, su biodiversidad y el descenso de las emisiones peligrosas para el medioambiente. Esta visión presume que el crecimiento económico de manera inteligente disminuirá la presión ejercida por la población sobre

el medioambiente, siendo de esta forma como el desarrollo sustentable se volverá una consecuencia directa de la expansión financiera o monetaria.

El enfoque social sostiene que cada sector productivo podrá considerarse como sustentable en la medida en que sus procesos y sistemas no impacten al medioambiente de forma negativa, es decir, sobrepasando la capacidad de carga que el ecosistema tiene, y evidentemente que continúe siendo rentable. Este enfoque encuentra su máximo logro en proyectos de pequeña escala que integran a las comunidades en la búsqueda de un beneficio económico a través de prácticas sustentables como el ecoturismo, la pesca y agricultura sostenible, entre otras; pero que es a su vez su máxima restricción al no lograr progresar hacia niveles mayores, que si le permitan hacer frente a los problemas ambientales, sociales y económicos a nivel mundial.

El desarrollo sustentable basa su finalidad en la armonía ideal que debe existir entre los sectores productivos, la sociedad y el medioambiente, como se puede observar en la Figura 1, es decir, establecer estos tres elementos como pilares fundamentales y equitativos de un nuevo modelo de desarrollo. Se puede hablar entonces de un desarrollo económico y social respetuoso con el medioambiente. (Ayala Alas & Soriano Morales, 2010)

### Eficiencia Energética

La eficiencia energética es la capacidad de usar menos energía para producir la misma cantidad de iluminación, calor, transporte y otros servicios energéticos. La eficiencia energética juega un papel importante para la economía y el bienestar social de todos los sectores del país. Uno de los beneficios directos de implementar medidas orientadas al uso eficiente de la energía es la reducción de costos,

volviendo así más competitiva y rentable la industria y el comercio; a su vez contribuye a la reducción de gastos en el sector público.

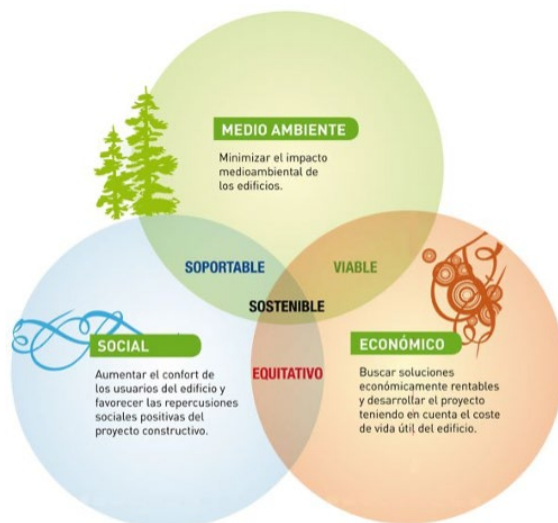
Se define como el cociente entre la energía requerida para desarrollar una actividad específica, y la cantidad de energía primaria usada para el proceso.

$$EE = \frac{\text{Energía Usada}}{\text{Energía Requerida}} \quad (1)$$

Desde el punto de vista ambiental, el ahorro de energía contribuye a la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y atenúa los efectos del cambio climático, además, difiere inversiones energéticas, posibilita una oferta más eficiente, y reduce la dependencia de los combustibles fósiles y la presión sobre nuevos proyectos de generación. Esto, hablando si una edificación o cualquier otro proyecto a realizarse aún no se ha llevado a cabo en cuanto a su construcción; de lo contrario sirve para poder evaluar si dicha edificación es eficientemente energética.

**Figura 1.**

*Triangulo del desarrollo sostenible*



**Inercia Térmica**

La inercia térmica en el diseño y construcción

de los edificios es un recurso fundamental en zonas climáticas donde la diferencia de temperatura entre el día y la noche es elevada, para alcanzar el confort térmico de sus usuarios en el interior de estos. Consiste en la capacidad de determinados elementos arquitectónicos, en este caso, para almacenar calor, conservarlo y liberarlo de una manera paulatina permitiendo un menor uso de sistemas mecánicos de calefacción e incluso de refrigeración.

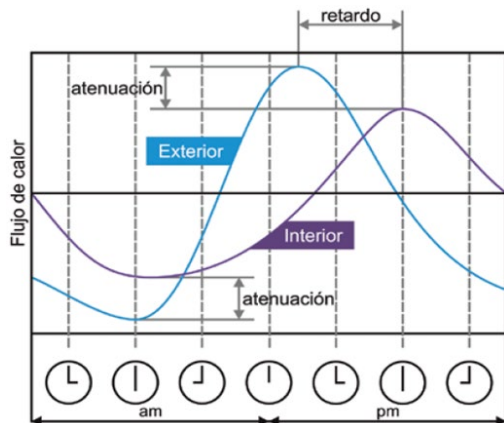
Es un recurso utilizado en la arquitectura bioclimática, con un enfoque de diseño inspirado en la naturaleza aplicando conceptos de sostenibilidad a todos los aspectos de un proyecto, cuyo objetivo es optimizar el empleo del medioambiente. Se toma en cuenta la ubicación, la economía, la construcción y el mantenimiento del edificio, así como la salud y el bienestar de sus ocupantes. La inercia térmica de materiales utilizados en la construcción permite mantener la temperatura estable a lo largo del día, en los espacios interiores habitables.

Los edificios de gran inercia térmica tienen temperaturas más estables. Al comparar la temperatura interior del edificio con la del ambiente exterior, se observan una atenuación que suaviza las temperaturas, reduce los picos de calor-frío; y un retardo en el efecto de esa subida o bajada de temperaturas, consiguiendo unos valores más estables y sostenidos en el tiempo, factor que se puede observar en la Figura 2.

Durante las horas centrales del día se produce normalmente la mayor carga térmica interna, procedente principalmente de la radiación solar que incide sobre la fachada del edificio y la actividad en el interior, la iluminación artificial e incluso del funcionamiento de máquinas que liberan calor.

**Figura 2.**

*Influencia de la inercia térmica sobre el confort*



### Clasificación Climática en El Salvador

Debido a las diferentes clasificaciones existentes, hay diversas maneras de catalogar la ubicación climática de El Salvador, basados en los criterios de clasificación de Köppen, el país estaría catalogado como clima de Sabana Tropical. Según el Sistema Nacional de Estudios Territoriales (SNET), El Salvador está clasificado en tres zonas climáticas, de acuerdo con su altura, y tomando como base la clasificación de Köppen, Sapper y Lauer. (Clima en El Salvador, 2010)

- Sabana Tropical Caliente o Tierra Caliente: 0 a 800 m s. n. m.
- Sabana Tropical Calurosa o Tierra Templada:

800 a 1200 m s. n. m.

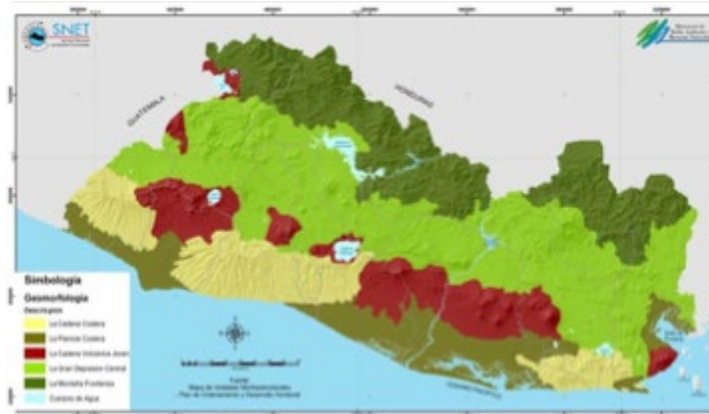
- Clima Tropical: de 1200 a 2700 m s. n. m.
  - a) 1200 a 1800 Tierra todavía templada.
  - b) 1800 a 2700 Tierra fría.

El mapa Geomorfológico de El Salvador es actualmente el que más utilidad muestra para efectos de tener una relación clima-sitio, ya que pueden determinarse en él de forma intuitiva 5 zonas diferenciadas claramente por su geomorfología, la cual está relacionada con los climas que se verifican y las condiciones que servirán al proyectista a definir las estrategias de control climático, como se puede observar en la Figura 3, aunque debe considerarse que su fin no es este.

Una vez determinada la clasificación climática a la cual se apega nuestro país, deben ser estudiados los factores y elementos del clima, de forma que se pueda definir cómo afectan estos a un proyecto arquitectónico en nuestra región. Se delimita a los factores como las condiciones geográficas que deben estudiarse dentro del análisis del sitio previo a cualquier diseño; mientras que los elementos dependerán de los factores climáticos, provocando de esta forma microclimas que deben ser tomados “in situ” con la instrumentación adecuada. Los factores y elementos climáticos más comunes para nuestra región se muestran en la Tabla 1.

**Figura 3.**

*Mapa Geomorfológico de El Salvador*



Nota. Tomado de Ayala Alas & Soriano Morales (2010)

**Tabla 1.**

*Factores y elementos climáticos más comunes.*

Factores	Elementos
Latitud	Temperatura
Altitud	Humedad
Relieve	Viento
	Radiación solar
	Traslación terrestre

### Zonas térmicas y confort térmico

La mayoría de los espacios en los edificios aspiran a mantener algún tipo de comodidad. Esto generalmente se expresa en términos de un rango de temperatura (entre 21 y 25 °C). Se podría decir que siempre que un espacio esté dentro del rango, se cumplen sus aspiraciones de comodidad.

Para mantener un rango de punto de ajuste, habrá momentos en que se debe agregar calor a un espacio. Esto se llama carga de calentamiento. También, habrá momentos en que el calor debe eliminarse de un espacio, esto se llama carga de enfriamiento. La mejor manera de pensar en una zona térmica es en un espacio dentro de un edificio donde el calor ganado y perdido sea constante en el tiempo (Araujo Cabrera, Cubias Moreno, & Pocasangre Jiménez, 2020). Teóricamente, cada zona se puede enfriar y calentar por separado de otras: cada zona es su propio minisistema térmico, con calor entrando y saliendo como parte de un proceso para proporcionar comodidad.

Los parámetros ambientales de confort son específicos para ciertos sentidos del cuerpo humano, tales como tacto, oído y vista, delimitando estos tipos de parámetros en la Tabla 2.

**Tabla 2.**

*Clasificación del Confort.*

Sentido	Tipo de confort	Parámetro
Vista	Confort lumínico	Intensidad luminosa Iluminancia Luminancia Contraste y deslumbramiento
Oído	Confort Acústico	Tono Presión sonora Intensidad acústica
Tacto	Confort Térmico	Temperatura del aire Velocidad del aire Temperatura radiante Humedad relativa

Definiendo el confort en general como el conjunto de todos los anteriores mencionados manteniéndolos en rangos aceptables, podemos obtener valores

de confort específicos. No obstante, esta investigación se centrará únicamente en la búsqueda del confort térmico para la propuesta de diseño del edificio administrativo de la

Facultad.

El confort térmico se puede definir como el grado de satisfacción de los usuarios sobre la sensación térmica al interior de un edificio. Depende de parámetros externos, como la temperatura y velocidad del aire y la humedad relativa, así como de parámetros internos como la actividad física desarrollada, la ropa o el metabolismo de cada persona. Para llegar a la sensación de confort, el balance global de pérdidas y ganancias de calor debe ser nulo, conservándose de esta manera una temperatura normal.

### Cargas térmicas y sistemas HVAC

Cuando se habla de carga térmica sobre un edificio, se refiere al fenómeno que tiende a modificar la temperatura interior del aire o su contenido en humedad. En este sentido se pueden clasificar las cargas térmicas según su incidencia en sensibles (originan una variación en la temperatura del aire) y latentes (originan una variación en la humedad absoluta del ambiente).

Para el cálculo de la carga térmica sensible () se emplea la siguiente expresión:

$$Q_s = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{st} + Q_{si} + Q_{sai} \quad (2)$$

donde,

$Q_{sr}$ : carga sensible debida a la radiación solar a través de las superficies acristaladas [W].

$Q_{str}$ : carga sensible por transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores [W].

$Q_{st}$ : carga sensible por transmisión a través de paredes, techos, suelos y puertas interiores [W].

$Q_{si}$ : carga sensible transmitida por infiltraciones de aire exterior [W].

$Q_{sai}$ : carga sensible debida a aportaciones internas [W].

Para el cálculo de la carga térmica latente () se emplea la siguiente expresión:

$$Q_l = Q_{li} + Q_{lp} \quad (3)$$

donde,

$Q_{li}$ : carga latente transmitida por infiltraciones de aire exterior [W].

$Q_{lp}$ : carga latente debida a la ocupación del local [W].

HVAC es un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado que lidia con las cargas térmicas de un ambiente. Su objetivo es garantizar que un ambiente interior sea seguro y cómodo para los humanos. La seguridad aquí se refiere principalmente a la calidad del aire interior (IAQ), lo que significa que el aire interior debe tener suficiente oxígeno y estar libre de gases nocivos. La comodidad, se basa en el confort térmico. La ASHRAE (Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) define la calidad del aire comfortable cuando una mayoría sustancial (80 % o más) de las personas expuestas no expresan insatisfacción.

### Norma ISO 50001

La Organización Internacional de Normalización (ISO) es el mayor organismo del mundo para el desarrollo y la publicación de normas internacionales. La norma ISO 50001 es un marco diseñado para actuar como plan de acción, o como una serie de estrategias normalizadas, con el fin de ayudar a las organizaciones en la mejora de su gestión energética y recursos. Proporciona beneficios medibles a organizaciones públicas y privadas de todo el mundo, y numerosos expertos coinciden en que influirá enormemente en el uso mundial de la energía y acabará beneficiando al conjunto de la sociedad.

La ISO 50001 es una especificación para un sistema de gestión energética que define los requisitos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de esta clase. El objetivo de esta norma es



crear un sistema de gestión energética (SGE) dentro de una organización que conlleve una reducción de los gases de efecto invernadero y de otros impactos perjudiciales logrando a la vez contener los costes energéticos. La adopción de la ISO 50001 es muy ventajosa para las organizaciones, especialmente las que están sometidas a presiones por parte de los accionistas y otras entidades que solicitan datos de medición e informes con un elevado compromiso de transparencia. La ISO 50001 ayuda a las edificaciones a formalizar las buenas prácticas aceptadas y a garantizar unos informes precisos y normalizados. No obstante, la ventaja definitiva llega en forma de ahorros sostenibles en energía.

A continuación, se definen dos de los términos más importados utilizados en esta norma:

- **Sistema de Gestión Energética (SGE)**

Comprende una serie de elementos relacionados y que interactúan entre sí e incluye una política y unos objetivos energéticos, así como los procesos y procedimientos para cumplir dichos objetivos.

El encargado de gestionar el Sistema de Gestión Energética es un gestor energético representante de la dirección que utiliza herramientas que recogen, auditan, analizan y prevén datos energéticos, determinan tendencias y crean informes sobre energía, tanto a escala de centros concretos como a escala corporativa. (Un Sistema de Gestión Energética se compone de recursos internos (recursos humanos), hardware y software, y servicios de consultoría).

La migración de datos a un sistema centralizado que integra desde información de su medida propia de cada centro hasta los informes globales a escala de la empresa constituye una buena práctica recomendada para las organizaciones que deseen obtener la

certificación ISO 50001.

- **Indicador de rendimiento energético (EnPI)**

Es un valor cuantitativo o una medida del rendimiento energético, según lo define la organización. El gestor energético o el representante de la dirección desarrolla unos EnPI que satisfagan a un equipo multidisciplinario dentro de la organización (ventas, operaciones, finanzas). Los EnPI se utilizan para normalizar los datos energéticos basándose en factores que podrían contribuir a fluctuaciones energéticas, como el coste energético por unidad producida, la energía consumida por metro cuadrado, la energía consumida por usuario, o el coste energético por producto vendido.

### **Requisitos Generales de la ISO 50001**

Una organización debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un SGE de conformidad con unos requisitos; definir y documentar el alcance y los límites de su SGE; y determinar cómo satisfará los requisitos de esa norma internacional para conseguir la mejora continua de su rendimiento energético y su SGE.

Para obtener la mayor rentabilidad de los proyectos de eficiencia y gestión energética, la norma debe formar parte de la cultura de una organización. El plan energético debe contar con un apoyo global, desde los altos directivos hasta el personal de operaciones.

Los Sistemas de Gestión Energéticos y planes energéticos más eficaces suelen ser el resultado de una estrecha colaboración entre los recursos internos de una organización y una empresa experta en gestión energética. Se recomienda recurrir a una empresa externa con certificación profesional para la presentación de la solicitud para el cumplimiento de la ISO 50001. Esto



garantizará la legitimidad del cumplimiento y permitirá disponer de un asesor imparcial que pueda aportar sugerencias de mejora.

### **Estructura de la ISO 50001. Mejora continua de la gestión energética**

La norma ISO 50001 facilita a las organizaciones, independientemente de su sector, actividad o su tamaño, una herramienta que permite la reducción de los consumos de energía, los costos financieros asociados y las emisiones de gases de efecto invernadero. Su estructura permite su integración con otros sistemas de gestión (calidad, medioambiente, inocuidad de los alimentos, de seguridad y salud laboral, etc.) ya existentes en la organización.

Al igual que otros estándares ISO, esta norma se enmarca en el ciclo de mejoramiento continuo PDCA. A continuación, se presenta qué significa cada uno de ellos.

Plan (Planificar): Realizar la revisión energética y determinar el nivel de referencia, los indicadores de desempeño energético (EnPI), los objetivos, las metas y los planes de acción necesarios para lograr unos resultados que mejores el rendimiento energético de conformidad con la política energética de la organización.

Do (Hacer): implementar los planes de acción de gestión energética.

Check (Comprobar): monitorizar y medir los procesos y las características clave de las operaciones que determinan el rendimiento energético respecto a la política y los objetivos energéticos, e informar de los resultados.

Act (Actuar): adoptar acciones para la mejora continua del rendimiento energético y del SGE.

### **Prácticas de gestión energética para cumplimiento de la ISO 50001.**

La ISO 50001 se basa en los siguientes principios para una gestión eficaz y eficiente de la energía. Para obtener la máxima rentabilidad y optimización del uso de la energía, la gestión energética debe:

- Ser puesta en marcha por la dirección general de la empresa y la organización.
- Estar liderada por una persona responsable identificada.
- Ser comunicada a todos los niveles de la dirección.
- Describirse en políticas energéticas detalladas.
- Contar con el apoyo de un sistema de medición.
- Establecer un sistema de mejora continua.

Otros factores para la correcta implementación de la norma ISO 50001 son:

- Contar con unos objetivos claros.
- La visibilidad de la energía es crucial en todas las fases del plan energético: antes, durante y después.
- Garantizar la coherencia de los datos en los distintos niveles de la organización.
- Revisar periódicamente decisiones anteriores (ciclo recurrente); practicar tanto una eficiencia energética activa como pasiva.
- Buscar el apoyo de un consultor de confianza para aumentar la eficiencia y la coherencia.

### **Requerimientos de la norma ISO 50001**

Dentro de la norma, los requerimientos se clasifican en medulares y estructurales.

Los requerimientos medulares son los procedimientos necesarios para observar y mejorar el desempeño energético. Los

requerimientos medulares se encuentran en la Tabla 3.

**Tabla 3.**

*Requerimientos medulares para el cumplimiento de la norma ISO 50001*

<b>Revisiones de aspectos energéticos</b>	<b>Conocimiento, formación, competencias</b>	<b>Monitorización y mediación</b>	<b>Control operativo</b>
Consumo histórico y actual.	Formación para todos los niveles de dirección y las personas implicadas en áreas de uso significativo de la energía	Plan de medición de energía.	Consideraciones energéticas en los procesos de compra.
Consumo previsto estimado.		Indicadores clave de rendimiento de energía y consumo.	Diseño, cambio o restauración.
Identificación de interesados.			

Los requerimientos estructurales son aquellos que aseguran que las personas de la organización estén conscientes del uso eficiente de la energía. Se obtiene de áreas de apoyo como recursos humanos y áreas de comunicaciones. Entre los requerimientos estructurales se encuentran:

- Comunicación.
- Documentación y registro.
- Entrenamiento y sensibilización.
- Beneficios o ventajas de la norma ISO 50001.

Poniendo en práctica la norma se pueden tener varias ventajas o beneficios en la edificación, tales como:

- Mejora la gestión de eficiencia energética.
- Incentiva la concientización y cultura del ahorro de energía.
- Establece un ciclo de mejora continua de procedimientos y procesos.
- Unifica la norma ISO 9001 y la norma ISO 14001.
- Certificación legal de la edificación.

## HERRAMIENTAS PARA EL DISEÑO

Existen varios sistemas que toman datos climáticos para evaluar las necesidades de confort del sitio, generando parámetros de climatización y así poder determinar la estrategia a utilizar. Algunas herramientas permiten analizar de una forma gráfica las variables del confort térmico y poder tomar medidas correctivas para llevar al rango de confort el proyecto arquitectónico. Las siguientes herramientas sirven para el diseño del edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

**Carta Bioclimática:** una de las herramientas gráficas más conocidas y utilizadas para el análisis de los parámetros ambientales de confort. En términos simples, es un sistema de representación gráfica de las relaciones entre las diferentes variables térmicas que inciden directamente en la sensación de confort térmico. Se basan en diagramas psicométricos que relacionan la temperatura y humedad, sobre los que se establecen las condiciones de confort en función de los índices térmicos.

**Calendario de Necesidades:** es una herramienta de diseño gráfica en donde se

puede concretizar los resultados del análisis climático hecho en una carta bioclimática durante el período de un año, en la que estos datos se muestran más generales solo con datos de temperatura máximos y mínimos.

**Gráfica de Trayectoria Solar:** permite visualizar la trayectoria aparente del sol, para determinar la ubicación del edificio en cuanto a su orientación, definir elementos de protección solar, hacer un análisis de estudio de sombras y ver si el entorno sombrea o no al edificio. A esta gráfica se le denomina método de proyección ortográfico, estereográfico o equidistante.

**Perfil de Sombras:** el diagrama solar proporciona los ángulos de inclinación del sol y de esta manera se da una primera idea de los ángulos de sombra del proyecto. El calendario de necesidades es una ayuda también porque muestra cuándo y dónde necesitamos sombra. Una vez que se determine esta necesidad se estudia la manera de cómo configurarla y con qué elementos hacerlo, es decir, si serán mecanismos de control horizontal, vertical o mixtos. Superpuesto a la gráfica de trayectoria solar, y basados en los datos obtenidos del mapa de necesidades bioclimáticas, se trasladan estos a la gráfica y nos brinda un panorama claro de en qué momentos del año se necesitarán sombra, el mismo gráfico nos indica los ángulos necesarios para el cálculo.

**Radiación Solar Disponible:** la variación de las temperaturas mínimas y máximas extremas, son los rangos requeridos para obtener datos específicos, a fin de lograr un ambiente de confort en un diseño arquitectónico específico, adecuado a diferentes zonas del país.

**Rosa de Vientos:** el rumbo y la magnitud que presentan los vientos durante todo el año, son datos que deben ser obtenidos de estaciones cercanas al proyecto o tomados como parámetros. El aprovechamiento de los vientos dependerá de las necesidades climáticas de

la zona del proyecto, de esto dependerá el alejamiento de este.

## **ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO**

Cada una de las estrategias tiene como fin último lograr el confort del usuario dentro del espacio, permitiendo de esta manera realizar sus actividades de forma más productiva y eficiente, sin embargo, esto únicamente es posible al relacionarlas todas en un solo marco de análisis, que permita evaluar todo el contexto micro climático del espacio.

En el caso de El Salvador no existe una diversidad muy grande de zonas bioclimáticas, por lo que se cuenta con una serie de estrategias generales que pueden ser aplicadas y adecuadas a las particularidades que puedan presentarse en cada sitio específico. Podemos definir dos grandes tipologías de estrategias a emplear en un proyecto: urbanas y arquitectónicas. Las estrategias de diseño urbanas se pueden observar en la Tabla 4.

### **Descripción del edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura**

El edificio administrativo es el regente de las principales actividades académicas, administrativas, financieras y de control dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, además de contener las instalaciones del Decanato y Vicedecanato de la Facultad y las salas de reuniones para los consejos técnicos, los cuales reúnen a los directores de cada carrera en la Facultad. Está ubicado en la Ciudad Universitaria, actual campus de la Universidad de El Salvador, al norte de la ciudad de San Salvador, a 3.5 km del centro de la ciudad.

En este estudio se analizará el edificio tomando en cuenta todas las áreas que contiene (Tabla 5). Sin embargo, se identificarán los procesos, priorizando en los que tienen mayor impacto y alcance en el sistema de gestión de la energía

que se desea implementar para poder tener una sustentabilidad bioclimática.

**Tabla 4.**

*Estrategia de Diseño generales.*

Elemento	Estrategia de Diseño
<b>Urbanas</b>	
Sitio	Buscar partes elevadas para aprovechar los vientos dominantes
Orientación	Preferir las pendientes al norte y oriente para recibir menos radiación
Trazo	Las calles deben trazarse oriente-poniente, para facilitar las fachadas norte-sur
Densidad	Lograr separación en los subproyectos para aprovechar la ventilación entre ellos
Paisaje	Optimizar el uso de vegetación como barreras de viento y generación de sombras
<b>Particulares (Arquitectónicas)</b>	
Control térmico	Almacenaje o restricciones de calor, para lograr el confort térmico del espacio
Control de humedad	Control de los niveles de humedad en el ambiente
Control de viento	Control del ingreso o restricción del viento en el espacio
Control solar	Evitar o minimizar el ingreso de radiación solar en el espacio

**Tabla 5.**

*Descripción del Edificio Administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador*

Área	Cantidad de personas	Sección	Cargo
<b>Primer Nivel: zona de uso mixto</b>			
Impresiones	2 personas	1 oficina	2 técnicos sacar copias
Colecturía	2 personas	1 oficina	2 técnicos
Académica	2 personas	1 oficina	2 técnicos
Gerencia Académica (FIANET)	2 personas	1 oficina	Encargado, asistente
Infocentro	Lunes a viernes (indefinidos), sábado 20 personas hasta las 12 pm. Capacidad máxima de 24 personas	3 oficinas	estudiantes
<b>Segundo nivel: zona administrativa</b>			
Escuela Posgrado	3 personas	3 oficinas	Jefe, secretario e ingeniero
Unidad de Investigación	1 persona	1 oficina	Director

Área	Cantidad de personas	Sección	Cargo
Unidad Financiera	6 personas	1 oficina	Contadora, 2 auxiliares, jefe de mantenimiento, activo fijo, secretaria
Sala de Sesiones de Posgrados	Indefinidas		
Encargado de sistema	1 persona	1 oficina	Académica
Administrador académico	1 persona	1 oficina	Jefe
Académica	4 personas	1 oficina	4 secretarias
Intendente	1 persona	1 oficina	Jefe
Coordinador Diplomado Geotermia	1 persona	1 oficina	Jefe
Jefe financiero	1 persona	1 oficina	Jefe
Personal de servicio	1 persona	Para el nivel 1 y 2	Pasillos sacar copias
<b>Tercer nivel: zona gerencial</b>			
Decanato	2 personas	2 oficinas	Decano, secretaria
Área de planificación	2 personas	1 oficina	Jefe, secretaria
Vicedecanato	2 personas	2 oficinas	Vicedecano, secretaria
Secretaria	3 personas	2 oficinas	Jefe. 2 secretarias
Personal de servicio	1 persona	Todo el pasillo	Oficios varios
Sala de reuniones	Indefinidas		

Después de hacer el reconocimiento del interior del edificio y poder analizar los espacios que lo componen, estos han sido clasificados por sus niveles físicos que también comparten funciones similares. La zona mixta (primer nivel) es una zona pública de fácil acceso ya que cuenta con atención estudiantil y un centro de cómputo para los estudiantes. La zona administrativa (segundo nivel) cuenta con servicio hacia los estudiantes, pero en menor grado; concentra actividades semiprivadas y administrativas. En la zona gerencial (tercer nivel) se realizan actividades privadas; cuenta con una cantidad similar de personas que el segundo nivel, pero el tipo de usuario es diferente. Ver Tabla 5.

Algunos de los problemas detectados en el edificio administrativo fueron la falta de sistema de gestión de energía, falta de concientización de cultura de ahorro de energía, Falta de formularios estándar (cada unidad elabora los suyos adaptándolos a sus necesidades) y equipos eléctricos con eficiencia energética baja.

### **Observaciones del análisis del edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura**

Se realizó un análisis de los componentes del edificio, tomando en cuentas los siguientes puntos de vista: análisis del entorno urbano, análisis del entorno climático, análisis

arquitectónico funcional, formal, tecnológico, y microclimático. De dicho análisis, se observaron los siguientes problemas en el edificio:

La relación de espacios no es adecuada. Debe existir una relación directa entre un jefe y su asistente, evitando en la manera de lo posible que la circulación entre estos ambientes sea dividida por un pasillo u otro espacio.

Debe generarse una reducción del consumo energético. La configuración formal del edificio obliga el uso intensivo de los sistemas de climatización e iluminación. Una reconfiguración y la sustitución por equipos más eficientes generaría una disminución en el consumo.

Aumentar el entorno vegetal de la edificación, permitirá la implementación de estrategias de diseño más adecuadas. Lograr una mejor distribución de las áreas verdes en la plaza vestibular del edificio derivará en una reducción de las temperaturas circundantes al mismo, generando de esta manera un microclima interno que beneficie en el confort térmico que se desea lograr.

El edificio administrativo carece de protecciones solares. Esto lleva a un ingreso excesivo de radiación solar en los espacios. Pese a encontrarse bien orientado, el edificio presenta grandes cantidades de vidrio en las fachadas norte, este y oeste, las cuales requieren de alternativas de control para la radiación solar que ingresa por ellas. Es necesario verificar los aspectos de trayectoria e incidencia solar para la mejor planificación de aleros y cortasoles.

No existen áreas de espera adecuadas para los usuarios visitantes (alumnos). Los alumnos que hacen uso de la colecturía y la oficina de atención estudiantil deben hacer filas en el lado de la fachada sur del edificio, en muchas ocasiones durante bastante tiempo y bajo el sol.

Se necesita de más espacios. Especialmente

para el manejo de los archivos en las áreas administrativas, para la inclusión de oficinas que no cuentan con un espacio actualmente, y una mejor atención a los alumnos que usan algunos de los servicios que el edificio ofrece.

La temperatura interna no proporciona confort constante en las diferentes oficinas. Aunque la temperatura interna está regulada por los equipos de climatización a una temperatura constante, el ingreso de radiación solar en las oficinas hace que la sensación térmica no sea la misma en cada una. La relación del tamaño de la oficina versus el área de ventana que posee genera también esta sensación.

Algunos espacios requieren el uso de sistemas de climatización específicos. Las condiciones especiales de algunas áreas, donde se concentran cantidades particulares de equipos o personas, hacen necesario considerar el uso de sistemas de aire acondicionado, para lograr la eficiencia de los equipos y el confort de los usuarios.

### **Resultados obtenidos en un estudio realizado en el año 2015 en el edificio de administración académica de la facultad de ingeniería y arquitectura**

Para obtener los resultados del edificio, tuvo que modelarse en SketchUp, y la introducción de todos los datos referente al edificio se realizó en OpenStudio, para luego ser simulados por medio de EnergyPlus. De las simulaciones se obtuvieron una serie de resultados con relación a lo que está instalado en el edificio.

### **Equipos eléctricos instalados y su consumo**

Los equipos más representativos a nivel de consumo de energía eléctrica son equipos de aire acondicionado, luminarias, computadoras, equipos eléctricos de oficina (impresoras, fotocopadoras, UPS, computadoras, etc). Los



horarios de operación se consideraron del 100 % de la jornada laboral, comprendida de 8:00 a. m. a 5:00 p. m. de lunes a viernes. Esto quiere decir, que siempre se mantienen

encendidos. En la Tabla 6 se presenta un resumen de las características de los equipos de aires acondicionados, mientras que en la Tabla 7 el de luminarias.

**Tabla 6.**

*Descripción de los equipos instalados de aires acondicionados.*

Equipo	Marca	Modelo	BTU/h/Ton.	Voltaje	Alimentación PH	cfm*	EER**
1	Carrier	38CKG0605A	60000/ 5	208/ 230	3	3400	9
2/ 3/ 8/ 11/ 13/ 14	York	HABA-T0483A	48000/ 4	208/ 230	3	3250	9.5
9/ 10/ 15	York	HABA-T0605A	60000/ 5	208/ 230	3	3450	10.25
12/ 7	York	H1RA0365S25B	36000/ 3	208/ 230	3	2150	9.1
4/ 5/ 16	York	BRCS0241BD	24000/ 2	208/ 230	1	1850	9.65
6 (mini Split)	York	TGCD36S43S1	36000/ 3	208/ 230	3	3200	11

Nota. \*cfm: feet cubic per minutes (pies cúbicos por minute). \*\*EER: Energy Efficiency Ratio es el coeficiente de eficacia frigorífica.

**Tabla 7.**

*Descripción de las luminarias instaladas.*

Tipo de Luminarias	Cantidad	Watts (unidad)	Lúmenes (unidad)
Tubo fluorescente	163	32	28000

A continuación, se presenta el resumen de los resultados en la Tabla 8; estos datos de consumo de energía se usarán para el cálculo y propuestas de diseño energético, como una referencia antes y después de la implementación de acciones de mejora del desempeño energético de cada uno de los sistemas del edificio. Los resultados de la tabla anterior se presentan en la siguiente gráfica para facilitar la comparación y luego analizar el consumo de cada componente mensualmente a lo largo del año.

Los equipos de aire acondicionado son causantes del consumo elevado de energía en este edificio, como se puede observar en la

Figura 4. Debido al diseño del edificio, deben instalarse aires acondicionados; el problema es que generalmente quienes instalan estos equipos no tienen una metodología eficiente para el adecuado dimensionamiento de los equipos y realizan los cálculos basados en métodos empíricos. Las luminarias presentan un consumo alto debido a que siempre permanecen encendidas durante el día, sin importar si son necesarias o no.

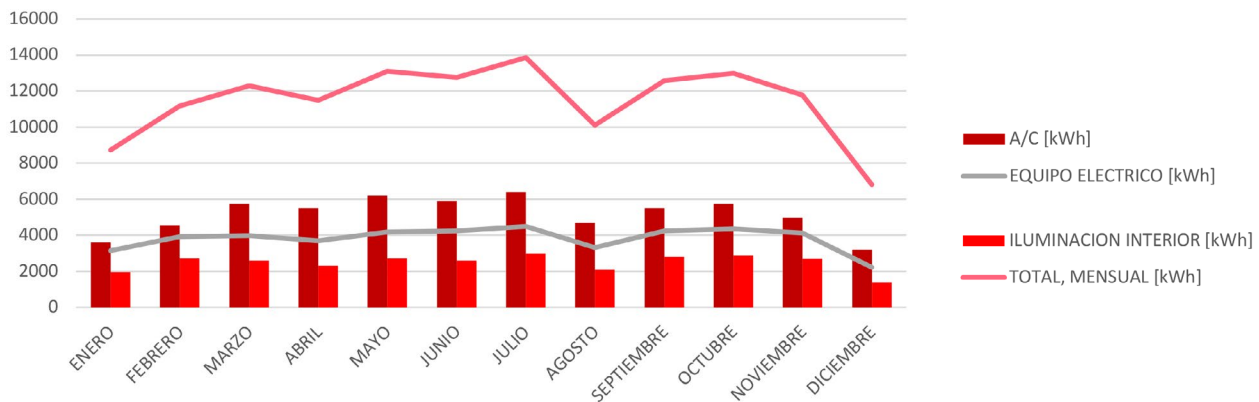
**Tabla 8.**

Resumen de los resultados obtenidos.

Mes	A/C [Kwh]	Iluminación interior [Kwh]	Equipo eléctrico [Kwh]	Total, mensual [kwh]
Enero	3598.917	1975.367	3147.444	8721.728
Febrero	4552.411	2710.178	3911.861	11174.45
Marzo	5724.986	2606.181	3975.583	12306.75
Abril	5497.486	2321.706	3684.308	11503.5
Mayo	6207.419	2723.511	4173.944	13104.874
Junio	5908.367	2612.972	4241.276	12762.615
Julio	6399.322	2969.8	4491.528	13860.65
Agosto	4700.864	2086.218	3317.417	10104.499
Septiembre	5516.311	2812.972	4241.278	12570.561
Octubre	5748.655	2886.917	4346.944	12982.516
Noviembre	4956.883	2701.2	4125.306	11783.389
Diciembre	3210.345	1381.197	2220.247	6811.789
<b>Total anual</b>	<b>62021.966</b>	<b>29788.219</b>	<b>45877.136</b>	<b>137687.321</b>

**Figura 4.**

Grafica de consumo mensual de energía eléctrica en el edificio de administración académica.



## Validación de resultados de simulación

El estudio realizado en el año 2015 no contaba con un historial de facturas de consumo de energía del edificio, por ello, se instaló un medidor de consumo de energía en el mes de mayo. Se muestra a continuación en la Figura 5, la comparación entre el consumo obtenido del medidor que se instaló en el edificio y del

modelo que se simuló utilizando EnergyPlus para el mes de mayo de ese mismo año.

Se calculó el error mediante la comparación de los datos obtenidos mediante el medidor instalado y mediante el modelo simulado, obteniendo un total de la demanda real de 13956.4015 kW-h y un total de la demanda simulada de 13543.6850 kW-h.

$$\%error = \frac{kWh \text{ Real} - kWh \text{ de Simulación}}{kWh \text{ Real}} * 100$$

$$\%error = \frac{13956.4015kWh - 13543.6850kWh}{13956.4015kWh} * 100$$

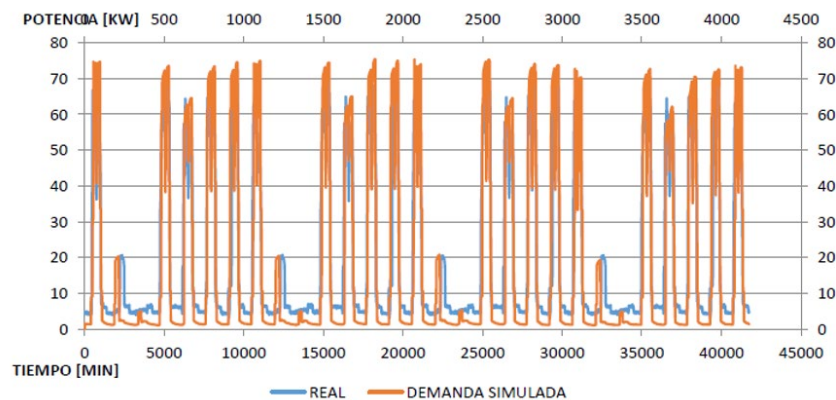
$$\%error = 2.957\%$$

$$\%error \approx 3\%$$

Podemos concluir por el porcentaje de error que el modelo de línea base es válido y es apto para poder usarlo en futuros planes de acción

**Figura 5.**

*Demanda Real vs Demanda Simulada en el mes de mayo 2015.*



**Tabla 9.**

*Indicadores de desempeño del edificio Administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.*

Descripción del indicador	Estimación	Indicador
Intensidad de uso de la energía (IUEE)	$\frac{\text{Uso de energía del edificio}}{\text{Área funcional}} = \frac{137,087,319 \text{ kWh}}{2513.99 \text{ m}^2}$	$= 54.52 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$
Intensidad de costo de la energía eléctrica (ICEE)	$\frac{\text{Costo de la energía}}{\text{Área funcional}} = \frac{\$24,109.74}{2513.99 \text{ m}^2}$	$= \$9.59/\text{m}^2$
Intensidad de la demanda eléctrica (IDEE)	$\frac{\text{Demanda eléctrica del edificio}}{\text{Área funcional}} = \frac{15,649.2 \text{ W}}{2513.99 \text{ m}^2}$	$= 6.22 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$
Consumo energético de acondicionamiento ambiental (CEAA)	$\frac{\text{Consumo energético del aire acondicionado}}{\text{Área funcional} * \text{Temperatura promedio exterior}} = \frac{62,021.946 \text{ kWh}}{2513.99 \text{ m}^2 * 28^\circ\text{C}}$	$= 0.88 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C}}$
Consumo energético específico ajustado por tasa de utilización (CEEAU)	$\frac{\text{Consumo energético}}{\text{Tasa de utilización} * \text{área funcional}} = \frac{137,087,319 \text{ kWh}}{0.97 * 2513.99 \text{ m}^2}$	$= 56.22 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$
Intensidad energética de uso (IEU)	$\frac{\text{Consumo energético}}{\text{Cantidad de personas}} = \frac{137,087,319 \text{ kWh}}{117 \text{ per}}$	$= 1,179.69 \frac{\text{kWh}}{\text{per}}$
Intensidad de costo de la energía eléctrica por persona (ICEEP)	$\frac{\text{Costo de la energía}}{\text{Cantidad de personas}} = \frac{\$24,109.74}{117 \text{ per}}$	$= \$206.07/\text{per}$

en sistemas de generación eléctrica.

### Indicadores de desempeño energético

Estos indicadores son medidas cuantificables que sirven para comparar y así poder establecer medidas para su mejoramiento. En la Tabla 9 se muestra un resumen sobre los indicadores de desempeño energético más representativos para el edificio administrativo de la Facultad para un periodo de un año.

### Criterios de diseño

- Proporcionar al edificio la mayor ventilación e iluminación natural y/o artificial que sea requerida para el buen desempeño de sus actividades.
- Buscar el ahorro energético, a través de estrategias de diseño pasivas e implementación de equipos comprobados en la minimización del consumo de este, o tecnologías alternativas enfocadas hacia dicho fin.
- Utilización de elementos de protección natural y artificial contra factores climáticos que interfieran en el confort térmico interno y externo del edificio.
- Implementar materiales opacos que minimicen el rebote de las ondas radiantes desde el piso de la plaza y los pasillos de la fachada sur, evitando de esta forma el

rebote innecesario de estas ondas hacia el interior del edificio.

- Organizar los espacios minimizando las áreas de recorrido innecesarios.
- Evitar mayores cantidades de desperdicio de materiales en el proceso de remodelación del edificio.

### Propuesta de diseño arquitectónico para la sustentabilidad bioclimática y un sistema de gestión de energía

Se propone el cambio de aires acondicionados por unos mucho más eficientes y con una tecnología disponible en el país, como son los aires acondicionados con tecnología inverter. Ver Tabla 10.

**Tabla 10.**

*Descripción técnica de aires acondicionados inverter.*

Descripción	Capacidad
Mini Split 22 KBTU 220/1 R410, 15 SEER LI024 CI-160P432 LENOX	2 toneladas
Mini Split 39 KBTU 220/1 BIN 1834c2v02 INNOVAIR, 15 SEER	4 toneladas

La tecnología inverter sirve para regular el voltaje, la corriente y la frecuencia de un aparato, es un circuito de conversión de energía. Un sistema de climatización tradicional que quiera, por ejemplo, enfriar una habitación a una determinada temperatura lo hará repitiendo continuamente ciclos de encendido/apagado, mientras que uno inverter llevará más rápidamente la habitación a la temperatura deseada sin necesitar después esos ciclos.

#### Ventajas:

- Pueden llegar a suponer un ahorro energético de hasta el 50 %.
- Alcanzan más rápidamente la temperatura requerida, calentando o enfriando una habitación en la mitad de tiempo que un

sistema convencional.

- Impiden los cambios bruscos, proporcionando una temperatura uniforme, y distribuyendo el aire alrededor de una zona más amplia que otros sistemas, por lo que aumenta la sensación de confort y bienestar.
- La emisión de CO<sub>2</sub> es menor que la de otros aparatos.
- El nivel de ruido es notablemente inferior.
- La vida útil del equipo es mayor, al evitar continuos arranque y paradas del motor.
- Es un producto muy respetuoso con la salud y el medioambiente.

Se propone la instalación de cortasoles modelados en la Figura 6, que son elementos diseñados para ser utilizados en fachadas de edificios para bloquear la incidencia directa de los rayos solares. Los cortasoles regularmente son fabricados con elementos esbeltos de materiales muy ligeros como el aluminio extruido y el Aluzinc, para evitar que sean muy pesados y que trabajen por cargas de viento, sobre todo a gran altura.

Debido a que la radiación está relacionada con

la transferencia de calor, se ha tomado una muestra de una superficie para el análisis de radiación con cortasoles y sin cortasoles, para las que se obtuvieron las gráficas de la Figura 7. Sin cortasoles se observa un pico máximo de radiación de 4,000 W, y con cortasoles se reduce a 3,600 W. Por lo tanto, la energía térmica disminuye y este efecto contribuye concretamente a la reducción de temperatura y beneficia el rendimiento de los aires acondicionados.

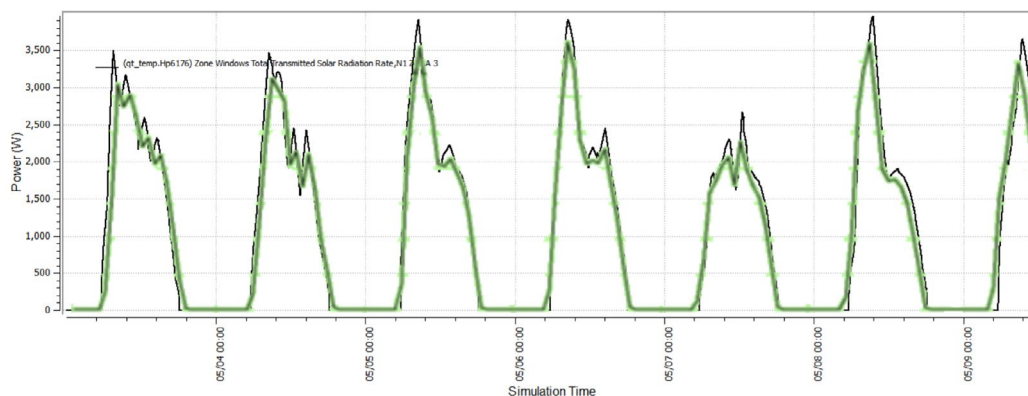
### Figura 6.

Modelado de los cortasoles en el edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.



### Figura 7.

Radiación sin cortasoles [Negro] y con cortasoles [Verde].



Nota. Elaborado a partir de Cáceres Alvarado (2016)

## Vegetación propuesta

La plaza del edificio administrativo cuenta ya con vegetación circundante de diferentes especies y alturas, específicamente al lado

de las fachadas sur y este. Esto ayuda con las estrategias de control solar y a modificar el microclima de la plaza mediante la proyección de sombras. Se propone la planta Pasionaria lila (Ver Figura 8) sobre la fachada este para ayudar a la protección de la radiación sobre los pasillos

de la fachada sur; y la palmera Florida (Ver Figura 9) sobre la fachada norte para reducir el

rebote de energía radiante.

**Figura 8.**

*Pasionaria Lila*



**Figura 9.**

*Palmera de Florida*



### Objetivos y metas del sistema de gestión de energía para el edificio

En base a los dictámenes de la norma NTS ISO 50001 y las observaciones del análisis del edificio, se definen en la Tabla 11 los siguientes objetivos y metas energéticas. (ISO, 2011)

Es fundamental lograr una concientización sobre la necesidad del sistema de gestión de la energía a través de las capacitaciones que se le brinde a todo el personal involucrado. Es importante destacar que se debe crear una cultura de eficiencia y ahorro, la cual tiene como objetivo: Integrar en un todo armónico

**Tabla 11.**

*Objetivos y metas del sistema de gestión de energía para el edificio.*

	<b>Objetivo</b>	<b>Meta</b>	<b>Responsable</b>	<b>Plazo</b>
1	Sustituir los actuales equipos instalados de aire acondicionado por unos de tecnología más eficiente.	Reducir en al menos 15 %-20 % el consumo de electricidad total destinado a aires acondicionado.	Alta dirección y comité de eficiencia energética de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.	5 años
2	Realizar capacitaciones a los empleados del edificio administrativo de la Facultad sobre la gestión de la energía y cultura de ahorro de la energía.	Impartir al menos un curso anual de eficiencia energética a la totalidad de los empleados del edificio.	Alta dirección y comité de eficiencia energética de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.	1 año
3	Sustituir las luminarias actuales por unas de tecnología LED.	Reducir en un 10 %-15 % el consumo de energía eléctrica total de las luminarias.	Alta dirección y comité de eficiencia energética de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.	1 año



y coherente los factores claves de éxito para la instalación del sistema de gestión de la energía.

Tomando el marco de conocimientos teóricos, que permitan a los involucrados comprender su papel y participar efectivamente en las etapas de sensibilización al cambio.

Para tener éxito, se debe detectar las expectativas y necesidades del personal, trabajando en equipo y midiendo los resultados obtenidos.

## CONCLUSIONES

El diseño del edificio basado en características sustentables y bioclimáticas está enfocado en dos aspectos primordiales: eficiencia energética y confort térmico para los usuarios dentro del edificio, para la realización de ambos aspectos se precisa de la utilización de estrategias de diseño pasivas las cuales consisten básicamente en la buena organización y orientación de los espacios y en la utilización de elementos de protección solar.

Como resultado del trabajo, se observa que la estructura organizativa actual no cumple con los requisitos de la NTS ISO 50001, por lo tanto, hay que realizar una reestructuración para poder aplicar en todos los términos la norma.

La aplicación de medidas que permitan la eficiencia energética en la edificación es beneficioso tanto para la entidad como para el usuario, a través de la concientización de los usuarios y empleados del edificio y la realización de un buen diseño constructivo del edificio que permite una reducción en el gasto de energía eléctrica sin sacrificar el confort necesario para el desempeño de las labores. Al aplicar las recomendaciones de este reporte, se puede llegar a tener un ahorro significativo, de hasta 7585.98 kW/h anualmente.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a las personas que ha hecho posible este breve proyecto de investigación para la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, por la dedicación y apoyo que han brindado a este trabajo. Además, esta investigación fue realizada con el apoyo de la Universidad de El Salvador, Centroamérica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo Cabrera, J. D., Cubias Moreno, H. J., & Pocasangre Jiménez, C. O. (2020). *Uso de SketchUp*. Universidad de El Salvador.
- Ayala Alas, E. W., & Soriano Morales, S. A. (2010). *Anteproyecto para el rediseño arquitectónico del edificio de la Administración Académica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, bajo el enfoque de la sustentabilidad bioclimática*. Universidad de El Salvador.
- Cáceres Alvarado, C. E. (2016). *Elaboración de los manuales de Implementación de*. Universidad de El Salvador.
- Cartagena Portillo, J. P. (2012). *Eficiencia energética en los edificios de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador*. Universidad de El Salvador.
- Clima en El Salvador*. (2010). Obtenido de snet.gob.sv: <http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima+en+el+salvador/>
- ISO. (2011). *ISO 50001 Energy Management Standard. 44(0)*.
- Köppen, W. P. (1900). *Clasificación Climática Mundial*.
- Simanza Yovane, K. (2003).

*Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo.* Universitat Politècnica de Catalunya.

Torres Prada, A. N. (2016). *La Responsabilidad Social Empresarial como Factor de Crecimiento en el Departamento del Caquetá.* Universidad Militar Nueva Granada.

# **INFORMATIVOS ESPECIALES**



**CONGRESO INTERNACIONAL DE  
EDUCACIÓN AMBIENTAL**  
Y SU IMPACTO SOBRE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGO DE DESASTRES  
Y LOS MEDIOS DE VIDA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO



**MEMORIA DEL CONGRESO**





## OBJETIVO

Generar un espacio entre la investigación científica y los diferentes actores de la vida nacional e internacional, para dar a conocer los resultados de trabajos científicos que contribuyan a la educación ambiental y su impacto sobre la Gestión Integral de Riesgo de desastres y los medios de vida ante el cambio climático.



# CONTENIDO

<b>ACERCA DE</b>	<b>98</b>	
<b>ÁREAS TEMÁTICAS</b>	<b>98</b>	
<b>EDUCACIÓN AMBIENTAL</b>	<b>98</b>	
<b>GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO DE DESASTRES</b>	<b>98</b>	
<b>MEDIOS DE VIDA</b>	<b>99</b>	
<b>APOYOS EXTERNOS</b>	<b>99</b>	
<b>ORGANIZACIÓN DEL CONGRESO</b>	<b>99</b>	
<b>RESUMEN DE LA MEMORIA DEL CONGRESO</b>	<b>100</b>	
<b>JORNADA 1</b>	<b>101-118</b>	
1. La educación ambiental y la participación comunitaria: vía para la capacitación del profesional Maritza Jacinta Sánchez Pentón, Lisandra Olivera Sardina		Yan An Cornejo Montoya, Sofía Alejandra García Cornejo
2. Aprendizaje activo en la Educación Ambiental: una propuesta de mediación Andrés Araya Araya, María Chaves Villalobos		8. La preparación metodológica en la Educación ambiental para el desarrollo sostenible en la Infancia preescolar Dayamir Garabito Bauza, Elianis Rodríguez China, Miurel Bárbara Ladrón de Guevara
3. Educación ambiental comunitaria para contribuir al desarrollo social en Cuba Mercedes Lina Wong Torres, Caridad Pérez García, Manuela Fidelina Toste Lau, Laura Duque Wong		9. La educación ambiental contribuye a la formación humanista de los futuros Licenciados en Historia Mabel González Dumenigo, Noraisys Ruiz Mirabal
4. Los recursos hídricos como contenido educativo para estudios ambientales comunitarios en la escuela secundaria cubana Mikel Moreno Hernández, Yamilet López Felipe, Anabel Álvarez López		10. Acciones de educación ambiental para la adaptación al cambio climático: una visión desde la formación contable Alba Marina Lezcano Gil, Noraida Garbizo Flores, Marta María Cruz Bravo, Diana Laura Rodríguez Lezcano
5. Educación ambiental, postgrado y desarrollo sostenible: un desafío de la educación geográfica actual Yudmila Labrada García, Adaris Parada Ulloa, Dalkis Ríos Mendoza		11. Conjunto de actividades de educación ambiental para alumnos de la Escuela Especial “Aguedo Morales Reina” Diana Laura Rodríguez Lezcano, Noraida Garbizo Flores, Javier Arnulfo Martínez Pérez, Alba Marina Lezcano Gil
6. La educación ambiental desde la integración de la secundaria básica al desarrollo local sostenible Yamilet López Felipe, Mikel Moreno Hernández, Nancy Andreu Gómez, Dainerys Toledo García		12. El talento científico en la educación ambiental en la infancia preescolar. Estudio de casos Alianet Luisa Delgado Soto, Alexis Aroche Carvajal, Janeth Martínez Roque, Yunier Soca Hernández
7. Transversalidad curricular de la educación ambiental frente el cambio climático en las aulas universitarias		13. La educación ambiental y la interculturalidad en el empoderamiento climático Amparo Osorio Abad, Manuel Pérez Capote, Rafael Bosque Suárez
		14. Actualización de la estrategia educativa de capacitación en el uso sostenible del agua Raquel de la Cruz Soriano, Francisco Hernández Somoza, María Antonieta Rodríguez Toledo, María del Carmen Morejón Hernández, Onelia Guevara Reyes, María de la Caridad Páez Martín
		15. Software educativo “A prepararnos y protegernos” Martha Aleida Picayo Delgado, Ana Midiala González Pérez, Jady Yemila Selki González, Sinai Boffill Vega
		16. Introducción de la gestión de la dimensión

ambiental en la carrera de cultura física

Mislaydi Castro Abreu, Mirtha Aldereguía Dipotet,  
Francisco Calero Sierra, Noel Víctor Balmaseda  
Espinosa

17. La implementación itinerarios didácticos y  
la Educación Ambiental para el Desarrollo  
Sostenible

Oliday Aguilar Espinosa, Erich Rodríguez Vallejo

**JORNADA 2**

**119-142**

1. Educación ambiental comunitaria para la  
proyección de la tarea vida. Retos para las  
ciencias sociales

Yaima Mederos Jiménez, Niurka Soto Jiménez,  
Georgina del Pilar Castro Acevedo

2. La educación para el cambio climático en  
la gestión de procesos sustantivos en la  
universidad de Sancti Spiritus José Martí Pérez

Osmel Jiménez Denis, Diane González Mirabal,  
Ariadna Veloso Rodríguez

3. La educación ambiental: una necesidad actual  
para los adultos mayores

Manuela Fidelina Toste Lau, Mercedes Lina Wong  
Torres

4. Contaminación e impacto ambiental por  
metales pesados en la Bahía de Santiago de  
Cuba

Alain Paneque Martínez, Roselindes Ramírez  
Acosta

5. Análisis de macrobasura en Playa El Cuco,  
departamento de San Miguel, El Salvador

Nurian Yamileth Luna Laínez, Osmel Alberto  
Sánchez

6. Los pastos marinos y el cambio climático. Su  
tratamiento desde la escuela cubana

Jorge Eladio Pérez Velázquez, Ismael Santos  
Abreu

7. Fortalecimiento de capacidades para el  
enfrentamiento al cambio climático en  
Cienfuegos, Cuba

Oneida Calzadilla Milian, Liuvys Angarica García

8. Conservación del ecosistema de manglares y sus  
beneficios al suelo

Dayana Lache Hernández, Marilyn Mederos Mesa

9. El promotor ambiental. Un agente  
transformador en la comunidad

Ana Gloria Rubié Cabrera, Cecilia Margarita Díaz  
Mullings, Ariel Puentes Luberta

10. Incremento de desechos sólidos provenientes  
de las diferentes áreas de salud, en el municipio  
Batabanó

Yanet García García, Jackeline Jaime Pérez

11. Acciones encaminadas a fomentar la gestión  
del desarrollo ambiental en el municipio de  
Candelaria, Cuba

Pedro León Llano, Altana Elena Paredes Castillo,  
Leosmel Zayas Castillo

12. Propuesta educativa para el enfrentamiento a  
riesgo de desastres ante el cambio climático

Elio Lázaro Amador Lorenzo, Hildelisa Martínez  
Pérez

13. Acciones de educación ambiental para el  
empoderamiento climático en comunidades  
vulnerables del municipio Yateras

Amado Martínez Morgado, Zoilo Escalante Lores,  
Dirgelis Muñoz Chivás

14. Propuesta metodológica para desarrollar la  
gestión y sustentabilidad ambiental ante los  
peligros, riesgos y vulnerabilidades

Irina Lozada Sotelo, Eumelia Victoria Romero  
Pacheco

15. Caracterización del Plan de emergencia y  
evacuación: Programa de Gestión Universidad  
de El Salvador

Alfredo Rodríguez Escobar

16. Educación para la gestión integral del riesgo de  
desastres. Una contribución desde la experiencia  
cubana

Lídice Castro Serrano, Jesús Blanco Meneses

17. Propuesta de un parque temático de las  
energías renovables en Cienfuegos, Cuba

Raúl Rodríguez Muñoz, Conrado Manuel Ramírez  
Cutíño, Jesús Ernesto del Junco García, Yosbany  
Llody García

18. Evaluación de potencial turístico para la  
estructuración de una ruta agroturística en el  
departamento de Morazán

María Fernanda Gavidia Guerrero

19. Rescate de germoplasma con potencial  
nutricional dentro del contexto del cambio  
climático en El Salvador

Dagoberto Pérez, Rafael Bosque Suárez, José

Miguel Sermeño Chicas

20. Sendero tecno interpretativo experimental área natural el Salitre

Osmel Alberto Sánchez Granados, María  
Fernanda Gavidia Guerrero

21. Estado de la formación para la resiliencia ambiental en la Universidad de El Salvador

Olga Lidia Tejada, Edgar Stanley Blanco

22. Hongos comestibles: medio de vida inclusivo para poblaciones vulnerabilizadas, Región Huetar Norte, Costa Rica

Liliana Rodríguez, Angie Blanco González

23. Los proyectos ambientales. Una experiencia de desarrollo local en Ciudad Escolar Libertad

Ana Gloria Rubié Cabrera, Amparo Osorio Abad,  
Rafael Bosque Suárez, Jean Robaina Sánchez,  
Yaneisis Cisneros Ricardo, Rosa de Lima Paz Díaz

24. Dimensión ambiental del desarrollo local. Una mirada desde la sostenibilidad en las comunidades cubanas

Noraida Garbizo Flores, Alba Marina Lezcano Gil,  
Dorys Contreras Hernández, Marta María Cruz  
Bravo, Odalys Garbizo Flores

25. El Plan Local de Aprovechamiento Sostenible: una iniciativa comunitaria en la Bahía de Jiquilisco

María Inés Dávila Medina, Claudia Guadalupe  
Carrillos Abarca, Marta Elisa Hernández Alfaro,  
Azucena Yamilet Hernández Baires, Yonatan  
Adoni Velasco Guerrero

## ACERCA DE

El Día Mundial del Medio Ambiente fue establecido por la Organización de las Naciones Unidas en su resolución el 15 de diciembre de 1977, por tanto cada 5 de junio se conmemora en muchos países del mundo.

En relación a esta importante conmemoración, las Autoridades de la Universidad de El Salvador, a través de la Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (SIC-UES) y el Consejo Ejecutivo de Investigaciones (CEI), con el apoyo de la Secretaría de Proyección Social, Secretaría de Posgrados, Secretaría de Relaciones Nacionales e Internacionales, Unidad Ambiental UES y Organismos nacionales e internacionales, desarrollarán el **I CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y SU IMPACTO SOBRE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGO DE DESASTRES Y LOS MEDIOS DE VIDA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO**.

Este Congreso forma parte de la política ambiental de la Universidad de El Salvador, la cual tiene un fuerte compromiso por lograr que la educación en medioambiente pueda formar parte del contexto académico de la educación superior a fin de coadyuvar en generar una mayor conciencia y un ambiente más resiliente, además del compromiso adquirido con la Red Iberoamérica de Medio Ambiente, (REIMA. A. C.), sobre la base de la carta de entendimiento, la cual ubica a la Universidad de El Salvador como punto focal ante REIMA.

## ÁREAS TEMÁTICAS

Es evidente el grave deterioro ambiental que cada vez se hace más sentido, especialmente por el impacto que ocasiona sobre los países más pobres donde su manifestación es más notable, a través de diferentes fenómenos naturales que se agudizan más y son cada

vez más frecuentes y más destructivos. Ante tales acontecimientos, su mayor impacto se ve reflejado sobre los medios de vida, con una cada vez mayor cantidad de personas que no pueden acceder a alimentos.

### Educación ambiental

La educación ambiental ha sido abordada a diferentes niveles de la esfera económica, política y social, entendiéndose que la degradación ambiental es un fenómeno que cada vez tiende a agudizarse, lo que ocasiona la imperiosa necesidad de promover adecuadas estrategias que permitan su entendimiento desde todos los ámbitos sociales y esferas educativas. Por consiguiente, la educación ambiental debe ser inherente al accionar de las personas donde es importante destacar el rol clave que suele jugar la familia y desde luego la academia mediante una apuesta decidida por generar en las personas un empoderamiento sobre la temática, así como generar conciencia del grave impacto que ocasionan nuestras acciones. En este orden toda buena educación debe ir orientada a contribuir en la temática ambiental como se pretende con el desarrollo del presente Congreso.

### Gestión integral de riesgo de desastres

Una apuesta por contribuir al empoderamiento de una buena gestión de riesgo es uno de los ejes primordiales del quehacer educativo de la vida cotidiana. La gestión integral de riesgo asume una integralidad sobre la necesidad de tomar en cuenta no sólo la parte reactiva luego de la ocurrencia de un evento natural adverso, sino que además la parte correctiva, prospectiva y la gestión local que deberá tomar en cuenta a los diferentes actores que intervienen en el proceso. La construcción de un andamiaje adecuado de Gestión Integral del riesgo es un compromiso desde la academia,

contribuyendo mediante la investigación científica y la divulgación y socialización de los resultados de las mismas.

## Medios de vida

Un medio de vida está conformado por todos los recursos y actividades necesarias para vivir y éste es sostenible cuando puede afrontar y recuperarse de rupturas y caídas bruscas, y mantener sus capacidades y activos tanto en el presente como en el futuro sin desmejorar las bases de sus recursos naturales. Los activos que conforman los medios de vida pueden ser influenciados por políticas, instituciones o procesos externos. Lo importante es lograr que todo el mundo tenga las condiciones necesarias para poder acceder a los medios de vida y que éstos puedan ser aprovechados sin el menoscabo posible en detrimento de quienes los puedan requerir en el futuro.

## APOYOS EXTERNOS

Se contó con el apoyo de la Red Iberoamericana de Medio Ambiente (REIMA A.C.) y el Consejo Universitario Centroamericano (CSUCA).

## ORGANIZACIÓN DEL CONGRESO

### COMITÉ DE ORGANIZACIÓN

- M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas  
Secretaría de Investigaciones Científicas
- M.Sc. Dagoberto Pérez  
Facultad Multidisciplinaria Paracentral
- Mae. Luis Alberto Sánchez Alfaro  
Secretaría de Investigaciones Científicas
- Tec. Saúl Vega Baires  
Secretaría de Investigaciones Científicas
- Consejo Ejecutivo de Investigaciones Científicas (CEI-UES)
  - Dra. Ruth Fernández de Quezada  
Facultad de Odontología
  - Ing. Enrique Alas García  
Facultad de Ciencias Agronómicas

- Dr. José Humberto Morales  
Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales
- Dr. Douglas Alfredo Velásquez  
Facultad de Medicina
- Lic. María Inés Dávila Medina  
Facultad Multidisciplinaria Paracentral
- M.Sc. Eliseo Ernesto Ayala  
Facultad de Química y Farmacia
- Lic. Jaime Ernesto Sermeño de la Peña  
Facultad Multidisciplinaria Occidental
- M.Sc. Balmore Enrique López Ramírez  
Facultad de Ciencias Económicas
- Lic. Óscar Antonio Campos  
Facultad Mutidisciplinaria Oriental

### COMITÉ CIENTÍFICO

- Dr. C. Rafael Bosque Suárez  
Universidad de Ciencias Pedagógicas  
"Enrique José Varona", La Habana, Cuba
- Dra. C. Amparo Osorio Abad  
Universidad de Ciencias Pedagógicas  
"Enrique José Varona", La Habana, Cuba
- M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas  
Universidad de El Salvador
- M.Sc. Dagoberto Pérez  
Universidad de El Salvador

### COMITÉ CONSULTOR

- M.Sc. Marlon Marcelo Cantón Navarrete  
Secretaría de Posgrado UES
- Ing. Francisco Rivas Mendez  
Coordinador de Unidad Ambiental UES
- Maestra María Blas Cruz Jurado  
Secretaría de Proyección Social UES
- M.Sc. Nestor Adonay Hernández Baires  
Secretaría de Relaciones Nacionales e Internacionales UES
- Dr. Luis A. Mejía  
Universidad de Illinois, Urbana-Champaign.  
Asesor con el patrocinio del Programa Fullbright de los Estados Unidos de América



## Memoria del Congreso

### Report of the Conference

Secretaría de Investigaciones Científicas, Universidad de El Salvador

*sic@ues.edu.sv*

#### RESUMEN

El I Congreso Internacional de Educación Ambiental se desarrolló bajo el objetivo generar un espacio entre la investigación científica y los diferentes actores de la vida nacional e internacional, para dar a conocer los resultados de trabajos científicos que contribuyan a la educación ambiental y su impacto sobre la gestión integral de riesgo de desastres y de los medios de vida ante el cambio climático. Las áreas temáticas que se desarrollaron fueron la de Educación Ambiental, Gestión Integral de Riesgo de Desastres y Medios de Vida. Se presentó una conferencia magistral denominada: “El CSUCA, sus programas y actividades y la importancia de la gestión de riesgo y respuesta al cambio climático” a cargo del Dr. Francisco Alarcón. Se presentaron en total 26 ponencias distribuidas entre las diferentes áreas temáticas los días 1 y 2 de junio de 2022.

**Palabras clave:** Congreso Internacional, educación ambiental, gestión integral de riesgo de desastre, medios de vida, cambio climático.

#### ABSTRACT

The I International Congress on Environmental Education was developed under the objective of generating a forum between scientific research and the different actors of national and international life, to present the results of scientific work that contribute to environmental education and its impact on Integrated Disaster Risk Management and livelihoods in the face of climate change. The thematic areas that were developed were Environmental Education, Integrated Disaster Risk Management and Livelihoods. A keynote lecture was given by Dr. Francisco Alarcón entitled: “CSUCA, its programs and activities and the importance of risk management and response to climate change”. A total of 26 papers distributed among the different thematic areas were presented on June 1 and 2, 2022.

**Key words:** International Conference, Environmental Education, Integrated Disaster Risk Management, Livelihoods, Climate Change.



## 1. La educación ambiental y la participación comunitaria: vía para la capacitación del profesional

Environmental education and community participation: way for professional training

**Maritza Jacinta Sánchez Pentón**

Centro de Estudios Jardín Botánico de Villa Clara, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba

**Lisandra Olivera Sardina**

Jardín Botánico de Cupaynicú, Granma. Cuba

**Contacto:** maritzas@uclv.edu.cu

### RESUMEN

El impacto del cambio climático en todos los escenarios a nivel planetario, muestra la imperiosa necesidad de profundizar en nuevas alternativas de educación ambiental para la preparación del profesional en este tema. La aplicación de herramientas novedosas y motivadoras para enfrentar las problemáticas ambientales, y dar soluciones a corto plazo con acciones adecuadas y sostenibles constituyen una prioridad. El programa del curso: «Educación ambiental y participación comunitaria», en la Maestría «Conservación de la Biodiversidad», constituye una vía que responde a la capacitación del profesional. El objetivo es actualizar los recursos metodológicos y didácticos, que se acompañan de técnicas participativas pertinentes, y que satisfagan las necesidades educativas de las comunidades en cualquier contexto ambiental. se presenta el método de la investigación-acción participación (IAP), que constituye un referente importante del programa, como génesis de la metodología del autodesarrollo comunitario, implementado en tesis desarrolladas, a través de casos de estudios, en comunidades con diferentes problemáticas ambientales.

**Palabras clave:** educación ambiental, capacitación del profesional, participación comunitaria.

### ABSTRACT

The impact of climate change in all scenarios at the planetary level, shows the urgent need to deepen in new alternatives of environmental education for the preparation of the professional in this subject. The application of innovative and motivating tools to face environmental problems and provide short-term solutions with appropriate and sustainable actions is a priority. The course program: "Environmental education and community participation", in the Master's Degree in Biodiversity Conservation, is a way to respond to the professional's training. The objective is to update the methodological and didactic resources, which are accompanied by pertinent participatory techniques, and which satisfy the educational needs of the communities in any environmental context. The participatory action research (PAR) method is presented, which constitutes an important reference of the program, as the genesis of the methodology of community self-development, implemented in theses developed, through case studies, in communities with different environmental problems.

**Key words:** Environmental education, professional training, community participation.

01·06·22

JORNADA 1

## 2. Aprendizaje activo en la educación ambiental: Una propuesta de mediación

Active learning in Environmental Education: A mediation proposal

**Andrés Araya Araya**

Universidad Técnica Nacional (UTN), Costa Rica

**María Chaves Villalobos**

Universidad Nacional (UNA), Costa Rica

**Contacto:** [aaraya@utn.ac.cr](mailto:aaraya@utn.ac.cr)

### RESUMEN

El proyecto que se postuló tuvo como objetivo desarrollar en las participantes habilidades para la mediación de contenidos técnicos de una forma cercana, comprensible y divertida. Desde el punto de vista del cambio climático y la gestión del agua, la metodología planteaba actividades lúdicas, (alejadas de la magisterialidad y que implicaran movimiento), creación artística y trabajo en equipo. Se trabajó con educadores, estudiantes, funcionarios y particulares relacionados con el manejo del agua, líderes de ONG, consultores y otros. El cambio directo que produjo esta iniciativa fue una capacidad instalada en los participantes, quienes ahora poseen herramientas divertidas, dinámicas y variadas para que, desde su ámbito de acción, ejecuten actividades educativas y de sensibilización ambiental. A cada facilitador formado se le entregaron materiales originales producidos específicamente para este proyecto: títeres, libro de cuentos, tarjetas didácticas, guía de educación ambiental con el detalle de las actividades, mapa interactivo de la cuenca y juego de memoria. A la fecha, se han formado y certificado 104 facilitadores en la metodología diseñada y gracias al efecto cascada se ha logrado sensibilizar a 1706 personas de distintas comunidades.

**Palabras clave:** aprendizaje activo, cambio climático, agua, mediación pedagógica.

### ABSTRACT

The objective of the project was to develop in the participants skills for the mediation of technical contents in a close, understandable and fun way. From the point of view of Climate Change and water management, the methodology proposed playful activities, far from the magisterial and involving movement, artistic creation and teamwork. We worked with educators, students, public and private officials related to water management, NGO leaders, consultants and others. The direct change brought about by this initiative was to create an installed capacity in the trained facilitators, who now have fun, dynamic and varied tools to carry out educational and environmental awareness-raising activities in their field of action. Each trained facilitator was given original materials produced specifically for this project, including: puppets, a story book, didactic cards, an environmental education guide with details of the activities, an interactive map of the watershed and a memory game. To date, 104 facilitators have been trained and certified in the methodology designed and, thanks to the cascade effect; they have been able to sensitize 1706 people from different communities with the methodology learned.

**Key words:** Active Learning, Climate Change, Water, Pedagogical mediation.

### **3. Educación ambiental comunitaria para contribuir al desarrollo social en Cuba**

Environmental community education to contribute to the social development in Cuba

**Mercedes Lina Wong Torres**

Máster en Ciencias de la Educación, Cuba

**Caridad Pérez García**

Doctora en Ciencias Pedagógicas, Cuba

**Manuela Fidelina Toste Lau**

Máster en Ciencias de la Educación, Cuba

**Laura Duque Wong**

Licenciada en Logopedia, Cuba

**Contacto:** mercedes.wong@rect.uh.cu

#### **RESUMEN**

Promover y ampliar la educación ambiental a fin de mejorar las condiciones de vida, estimular la participación activa de todos, mantener la soberanía sobre los recursos propios y la autonomía nacional en la conducción del proceso de desarrollo social en Cuba. Este enfoque es el utilizado en el trabajo que se muestra, los fundamentos teóricos metodológicos utilizados permitieron proponer como aporte práctico una estrategia de educación ambiental comunitaria para el desarrollo social en Cuba, que diagnostica y planifica acciones mediante diferentes formas de organización. Durante la investigación se utilizó el método acción participación y técnicas como observación, encuestas, entrevistas.

**Palabras clave:** actores locales, comunidad, educación popular.

#### **ABSTRACT**

Promote and expand environmental education in order to improve living conditions, stimulate the active participation of all, maintain sovereignty over own resources and national autonomy in the conduction of the social development process in Cuba. This approach is the one used in the work shown, the methodological theoretical foundations used allowed proposing as a practical contribution a community environmental education strategy for social development in Cuba, which diagnoses and plans actions through different forms of organization. During the research, the action-participation method and techniques such as observation, surveys and interviews were used.

**Key words:** Local actors, community, popular education.

01·06·22

JORNADA 1

## 4. Los recursos hídricos como contenido educativo para estudios ambientales comunitarios en la escuela secundaria cubana

Water resources as educational content for community environmental studies in Cuban high school

**Mikel Moreno Hernández**

**Yamilet López Felipe**

Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba

**Anabel Álvarez López**

Escuela Secundaria Hermanos Ameijeira, Cuba

**Contacto:** mikelm@uclv.cu

### RESUMEN

Los recursos hídricos han tenido un gran significado para las comunidades rurales en vista de alcanzar el desarrollo sostenible. La escuela secundaria debe atender todas las problemáticas ambientales que están a su alcance para formar ciudadanos que puedan transformar la crisis ecológica global y que tiene particular expresión en el contexto local. El trabajo expone la experiencia educativa desarrollada en la escuela secundaria de la comunidad de San José en el municipio de Placetas en Villa Clara, Cuba en los años 2019 y 2020 respecto al estudio de los recursos hídricos de esa localidad. El objetivo es implantar un proyecto de mejoramiento educativo utilizando el potencial de los recursos hídricos locales como contenido de aprendizaje escolar. Se utilizó el método de aprendizaje basado en proyecto y se concentró en la construcción y ejecución de una propuesta que permitió a los participantes de este nivel insertarse en el análisis de los recursos hídricos de su contexto local, de esta manera, se aporta a la educación ambiental. Como principal resultado se reconoce la estructura del proyecto y un manual para el estudio de la temática hídrica en las condiciones de la escuela rural cubana.

**Palabras clave:** comunidades rurales, educación ambiental, recursos hídricos, secundaria básica.

### ABSTRACT

Water resources have been of great significance for rural communities in order to achieve sustainable development. The secondary school should address all the environmental problems within its reach in order to educate citizens who can transform the global ecological crisis, which has a particular expression in the local context. The work exposes the educational experience developed in the high school of the community of San José in the municipality of Placetas in Villa Clara, Cuba in 2019 and 2020 regarding the study of water resources in that locality. The objective is to implement an educational improvement project using the potential of local water resources as school learning content. The project-based learning method was used and focused on the construction and execution of a proposal that allowed participants at this level to become involved in the analysis of water resources in their local context, thus contributing to environmental education. The main result is the structure of the project and a manual for the study of water issues in the conditions of the Cuban rural school.

**Key words:** Rural communities, environmental education, water resources, junior high school.

## 5. Educación ambiental, postgrado y desarrollo sostenible: un desafío de la educación geográfica actual

Environmental education, post grade and sustainable development: A challenge of the geographic present-day education

**Yudmila Labrada García**

Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba. Centro Universitario Municipal Tercer Frente

**Adaris Parada Ulloa**

Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba

**Dalkis Ríos Mendoza**

Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba

**Contacto:** yudmila.labrada@uo.edu.cu

### RESUMEN

La degradación ambiental y las consecuencias de su impacto a escalas locales, se convierte cada vez más motivo de preocupación, debido a la incidencia de los fenómenos naturales que provoca en los medios de vida de manera general. Con tal propósito en el período 2019-2021, se realizó una investigación basada en una metodología cualitativa con enfoque descriptivo apoyada en los métodos observación, entrevista y encuesta. Su desarrollo fue en el municipio Tercer Frente de la provincia Santiago de Cuba, Cuba; tuvo como objetivo diseñar un sistema de talleres que promuevan y orienten a actores locales del territorio, hacia la gestión del conocimiento de la geografía local, para afrontar los desafíos de la relación del ser humano con la naturaleza, en función del desarrollo sostenible, mediante la educación posgraduada. La aplicación de la propuesta permitió sistematizar la ciencia geográfica en el contexto y el análisis integral de sus potencialidades naturales como vía para promover el desarrollo sostenible del mismo. También, se logró empoderar a los habitantes sobre la temática, lo cual se manifiesta en la comprensión de los problemas ambientales y sociales; así como en la conciencia generada acerca del impacto de las acciones que establecen con la naturaleza.

**Palabras clave:** desarrollo sostenible, educación ambiental, educación geográfica, postgrado.

### ABSTRACT

Environmental degradation and the consequences of its impact on local scales are becoming more and more a matter of concern, due to the incidence of natural phenomena that it causes on livelihoods in general. For this purpose, in the 2019-2021 period, an investigation was carried out based on a qualitative methodology with a descriptive approach supported by the observation, interview and survey methods. Its development in the Tercer Frente municipality of the Santiago de Cuba province, Cuba, had the objective of designing a system of workshops that promote and guide local actors of the territory, towards the management of knowledge of the local geography, to face the challenges of the relationship of the human being with nature in terms of sustainable development, through postgraduate education. The application of the proposal allowed to systematize the geographical science in the context; the comprehensive analysis of its natural potentialities as a way to promote its sustainable development. It was also possible to empower the inhabitants on the subject, which is manifested in the understanding of environmental and social problems; as well as in the awareness generated about the impact of the actions they establish with nature.

**Keywords:** Sustainable development, environmental education, geographic education, postgraduate.

01·06·22

JORNADA 1

## 6. La educación ambiental desde la integración de la secundaria básica al desarrollo local sostenible

Environmental education from the integration of basic secondary school to sustainable local development

**Yamilet López Felipe**  
**Mikel Moreno Hernández**  
**Nancy Andreu Gómez**  
**Dainerys Toledo García**

Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba

**Contacto:** yalfelipe@uclv.cu

### RESUMEN

La integración de la escuela secundaria básica a la transformación local en la dimensión de la educación ambiental, constituye uno de los nueve elementos educativos esenciales para este nivel de enseñanza y es considerado una de sus dimensiones claves, por lo que favorece la capacidad para orientar la educación a la interacción con los desafíos territoriales. El presente trabajo tiene por objetivo presentar un proyecto de educación ambiental donde se integró la escuela secundaria básica, la familia y la comunidad al desarrollo local sostenible, a partir del componente de los proyectos socio-productivos. Se utilizó la investigación acción participativa como metodología esencial para conformar el proyecto de educación ambiental, que se expone como principal resultado obtenido de las actividades ejecutadas en el contexto educativo de la escuela Secundaria Básica "Julio Antonio Mella" del municipio de Placetas en Cuba.

**Palabras clave:** desarrollo local sostenible, educación ambiental, proyecto.

### ABSTRACT

The integration of the basic secondary school to the local transformation in the dimension of environmental education constitutes one of the nine essential educational elements for this level of education and is considered one of its key dimensions, as it favors the capacity to orient education to the interaction with territorial challenges. The objective of this paper is to present an environmental education project where the basic secondary school, the family and the community were integrated to local sustainable development, based on the component of socio-productive projects. Participatory action research was used as an essential methodology to shape the environmental education project, which is presented as the main result obtained from the activities carried out in the educational context of the "Julio Antonio Mella" Basic Secondary School in the municipality of Placetas in Cuba.

**Key words:** Local sustainable development, environmental education, project.



## 7. Transversalidad curricular de la educación ambiental frente al cambio climático en las aulas universitarias

### Transversality of Curricular Environmental Education in Climate Change in University Classrooms

**Yan An Cornejo Montoya**

Investigadora independiente, Ecuador

**Sofía Alejandra García Cornejo**

Investigadora Independiente, Ecuador

**Contacto:** yancornejo@yahoo.com

#### RESUMEN

En el siglo XX los problemas ambientales debido a situaciones como la tala indiscriminada de árboles, la contaminación atmosférica, la reducción de la capa de ozono, entre otros, han ocasionado impactos económicos y sociales, por lo que el presente trabajo tiene como objetivo proponer acciones para incorporar la educación ecológica y conciencia ambiental en la formación universitaria. Se aplicó un análisis y revisión documental, donde se procesó la información relacionada con el cambio climático y la responsabilidad social. Además, estos términos fueron revisados mediante una búsqueda exhaustiva de artículos en diversas bases de datos como Scielo, Ebsco Host, Dialnet, Redalyc, Web of Science y Latindex, considerando publicaciones indexadas de los últimos cinco años (2017 – 2022). En ese sentido, se pretende que la sensibilización climática construya una conciencia ecológica en los ciudadanos del planeta, donde se amplíen criterios y propuestas para diseñar actividades de educación ambiental orientadas a prevenir y mitigar los efectos del cambio climático. Además, que motive la incorporación de políticas públicas y programas que fortalezcan las capacidades a nivel local y regional en el Ecuador, como es el caso del Plan Nacional de Educación Ambiental «Tierra de Todos» que está actualmente en ejecución.

**Palabras clave:** educación ambiental, responsabilidad social, cambio climático.

#### ABSTRACT

In the 20th century, environmental problems due to situations such as indiscriminate logging, atmospheric pollution, ozone layer depletion, among others, have caused economic and social impacts, so this paper aims to propose actions to incorporate ecological education and environmental awareness in university education. A documentary analysis and review were applied, where information related to climate change and social responsibility was processed. In addition, these terms were reviewed through an exhaustive search of articles in various databases such as Scielo, Ebsco Host, Dialnet, Redalyc, Web of Science and Latindex, considering indexed publications of the last five years (2017 - 2022). In this sense, it is intended that climate awareness builds ecological awareness in the citizens of the planet, where criteria and proposals are expanded to design environmental education activities aimed at preventing and mitigating the effects of climate change. In addition, it should motivate the incorporation of public policies and programs that strengthen capacities at the local and regional level in Ecuador, as is the case of the National Environmental Education Plan "Tierra de Todos" (Land of All), which is currently being implemented.

**Key words:** environmental education, social responsibility, climate change.

01·06·22

JORNADA 1

## 8. La preparación metodológica en la educación ambiental para el desarrollo sostenible en la infancia preescolar

The methodological preparation in Environmental Education for sustainable development in Preschool Childhood

**Dayamir Garabito Bauza**  
**Elianis Rodríguez Chinae**  
**Miurel Bárbara Ladrón de Guevara**  
CUM Placet, Villa Clara, Cuba

**Contacto:** dagbauza@uclv.cu

### RESUMEN

El presente trabajo parte de una exploración inicial realizada a las educadoras del Círculo Infantil Pequeños Camaradas, para ello se utilizaron diferentes métodos del nivel teórico, analítico-sintético, inductivo-deductivo y enfoque de sistema; y del nivel empírico, la observación y el análisis de documentos. Estos arrojaron como regularidades que es insuficiente la preparación de dichas educadoras para dar tratamiento a la educación ambiental con enfoque de desarrollo sostenible. Además, se constata como una potencialidad las fuentes que estas poseen de los objetivos y contenidos para el tratamiento de los elementos del entorno natural. Partiendo de estas necesidades y potencialidades declaradas anteriormente se propone un sistema de actividades de preparación a las educadoras para dar tratamiento a la educación ambiental en actividades del conocimiento de los elementos del entorno natural en la infancia preescolar. La propuesta se considera novedosa, útil y actual, propiciando la utilización de los diferentes contenidos en función del tratamiento a los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS) y la Agenda 2030, abarca diferentes formas de preparación a las educadoras, fundamentalmente actividades metodológicas instructivas y talleres.

**Palabras clave:** educación ambiental, entorno natural, infancia preescolar, preparación.

### ABSTRACT

The present work is based on an initial exploration carried out with the educators of the Pequeños Camaradas Children's Circle, using different methods from the theoretical level, analytical-synthetic, inductive-deductive and system approach; and from the empirical level, observation and analysis of documents. These showed as regularities that the preparation of these educators to deal with environmental education with a sustainable development approach is insufficient. In addition, the sources they have of the objectives and contents for the treatment of the elements of the natural environment were found to have potential. Based on these needs and potentialities stated above, a system of activities is proposed to prepare educators to deal with environmental education in activities of knowledge of the elements of the natural environment in preschool children. The proposal is considered novel, useful and current, favoring the use of different contents according to the treatment of the Sustainable Development Goals (SDGs) and the 2030 Agenda, it includes different forms of preparation for educators, mainly instructive methodological activities and workshops.

**Key words:** Environmental education, Natural environment, Preschool childhood, Preparation.

## 9. La educación ambiental contribuye a la formación humanista de los futuros licenciados en Historia

Environmental Education contributes to the humanistic formation of future Graduates in History

**Mabel González Dumenigo**

**Noraisys Ruiz Mirabal**

Universidad Central Marta Abreu de las Villas, CUM Placet, Cuba

**Contacto:** mgdumenigo@uclv.cu

### RESUMEN

El Estado Cubano para enfrentar el cambio climático propuso la Tarea Vida que involucra a todos los sectores de la economía y la sociedad, y se aplica a nivel nacional y local, por lo tanto, en la enseñanza superior los programas de la disciplina de Historia responden a la necesidad de preparar de manera integral al futuro profesional de la educación, ofreciéndole las herramientas didácticas para emprender su labor como profesores de Historia para los niveles medio y medio superior. La especialidad, concibe la asignatura con un enfoque interdisciplinario, por tanto, incluye todas aquellas disciplinas que contribuyen a la formación humanista de nuestros educandos como son la Geografía, la Literatura y la Cultura Medioambientalista; esta última de suma importancia en la actualidad por lo que definimos como objetivo del presente trabajo: generar un espacio de reflexión, que nos permita dar a conocer los resultados de la aplicación de la estrategia educativa medioambiental a la enseñanza de los futuros licenciados en Historia y exponer el impacto en el trabajo científico estudiantil que se traduce en la responsabilidad de los mismos en el cuidado y protección del medio ambiente.

**Palabras clave:** ambiente, estrategia, enseñanza, historia.

### ABSTRACT

In order to face climate change, the Cuban State proposed the Task Life that involves all sectors of the economy and society, and is applied at national and local level, therefore, in higher education, the programs of the discipline of History respond to the need to prepare in an integral way the future professional of education, offering them the didactic tools to undertake their work as teachers of History for the middle and high school levels. The specialty, conceives the subject with an interdisciplinary approach, therefore, includes all those disciplines that contribute to the humanistic formation of our students such as Geography, Literature and Environmental Culture; this last one is very important nowadays, so we define as an objective of the present work: To generate a space for reflection, which allows us to make known the results of the application of the environmental educational strategy to the teaching of future graduates in History and to expose the impact on the student's scientific work that translates into their responsibility in the care and protection of the environment.

**Key words:** Environment, strategy, teaching, history.

01·06·22

JORNADA 1

## 10. Acciones de educación ambiental para la adaptación al cambio climático: enfoque desde la formación contable

Environmental education actions for adaptation to climate change: approach from accounting training

**Alba Marina Lezcano Gil**

**Noraida Garbizo Flores**

**Marta María Cruz Bravo**

Centro Universitario Municipal "Hermanos Saiz Montes de Oca", Cuba

**Diana Laura Rodríguez Lezcano**

Escuela Especial "Águedo Morales Reina", Cuba

**Contacto:** marina@upr.edu.cu

### RESUMEN

Adaptarse a un clima cambiante está obligando a tomar decisiones socioeconómicas basadas en el mejor conocimiento científico disponible, en este sentido, optar por soluciones basadas en la naturaleza permite optimizar recursos y realizar este proceso más económico, por una parte, y resiliente e innovador por otra. Los planes de estudio vigentes en la carrera de Contabilidad, no establecen de forma concreta acciones que contribuyan al desarrollo de la educación para afrontar esta problemática y su adaptabilidad, a pesar de la importancia para su labor profesional. Se emplearon métodos teóricos como histórico-lógicos, modelación y el análisis documental, encuestas y técnicas de investigación respectivamente. En los resultados del diagnóstico se evidencia poca percepción, escasa participación de los educandos y deficiente trabajo metodológico. Por ello se plantea como objetivo ejecutar acciones de educación ambiental para promover el conocimiento y su adaptación al cambio climático con la utilización de soluciones naturales, al implementar la «Tarea Vida», desde la formación del contador. Como resultado se incrementa la participación y protagonismo de profesores y estudiantes a las actividades que se desarrollan, y la resiliencia a cambios del entorno local.

**Palabras clave:** gestión, educación ambiental, cambio climático, formación.

### ABSTRACT

Adapting to a changing climate is forcing to make socioeconomic decisions based on the best scientific knowledge available, in this sense, opting for solutions based on nature allows to optimize resources and make this process more economical, on the one hand, and resilient and innovative on the other. The current study plans in the Accounting career, do not establish in a concrete way actions that contribute to the development of education to face this problem and its adaptability, in spite of the importance for their professional work. Theoretical methods such as historical-logical, modeling and documentary analysis, surveys and research techniques were used, respectively. The results of the diagnosis show little perception, scarce participation of the students and deficient methodological work. Therefore, the objective is to implement environmental education actions to promote knowledge and adaptation to climate change with the use of natural solutions, by implementing the "Life Task", from the training of the accountant. As a result, the participation and protagonism of teachers and students in the activities that are developed and the resilience to changes in the local environment are increased.

**Key words:** Management, Environmental Education, Climate Change, Training.

## JORNADA 1

01-06-22

# 11. Conjunto de actividades de educación ambiental para alumnos de la Escuela Especial “Águedo Morales Reina”

Set of environmental education activities for students of the “Águedo Morales Reina” Special School

**Diana Laura Rodríguez Lezcano**

Escuela Especial “Águedo Morales Reina”, Cuba

**Noraida Garbizo Flores**

**Javier Arnulfo Martínez Páez**

**Alba Marina Lezcano Gil**

Universidad de Pinar del Río “Hermandad Saiz Montes de Oca”, Cuba

**Contacto:** marina@upr.edu.cu

### RESUMEN

Ante la necesidad de contribuir a la formación para el desarrollo sostenible en niños con necesidades educativas especiales se realizó el presente trabajo, dirigido a proponer un conjunto de actividades que favorecen la enseñanza ambiental de los alumnos de tercer grado (con trastornos de conducta) de la Escuela Especial Águedo Morales Reina. A partir de asumir el método materialista dialéctico como enfoque general de la indagación, además se emplearon diversos métodos de nivel teórico, empírico y procedimientos de la estadística descriptiva que permitieron realizar el estudio del objeto de investigación para dar respuesta al problema planteado. Se concibió el conjunto de acciones como una propuesta metodológica sustentada en principios que facilitan el papel protagónico de los alumnos, estimulan comportamientos responsables ante el medioambiente y favorecen la preparación para su inclusión social.

**Palabras clave:** educación ambiental, alumnos, trastornos de conducta, necesidades educativas.

### ABSTRACT

In view of the need to contribute to the training for sustainable development in children with special educational needs, the present work was carried out, aimed at proposing a set of activities that favor the environmental education of third grade students (with behavioral disorders) of the Aguedo Morales Reina Special School. Starting from assuming the dialectical materialistic method as the general approach of the inquiry, in addition, diverse methods of theoretical and empirical level and procedures of descriptive statistics were used, which allowed the study of the research object to give an answer to the stated problem. The set of actions was conceived as a methodological proposal based on principles that facilitate the leading role of students, stimulate environmentally responsible behavior and favor preparation for their social inclusion.

**Key words:** Environmental Education, Students, Behavioral Disorders, Educational Needs.

01·06·22

JORNADA 1

## 12. El talento científico en la educación ambiental en la infancia preescolar. Estudio de casos

Scientific talent in the environmental education in preschool childhood. Case study

**Alianet Luisa Delgado Soto**

**Alexis Aroche Carvajal**

**Janeth Martínez Roque**

**Yunier Soca Hernández**

Universidad Agraria de La Habana, Cuba

**Contacto:** marina@upr.edu.cu

### RESUMEN

El desarrollo del talento científico de los niños(as) de la infancia preescolar requiere de una educación ambiental centrada en la relación niño(a) -ambiente, por lo general se centra en la adquisición de conocimientos sobre el mundo circundante. Esta problemática estimuló la realización, en el 2021, de un estudio de casos online con cinco familias (una de Pinar del Río y cuatro de Mayabeque) las cuales debieron cumplir requisitos como contar con un nivel universitario, ser padres de niños(as) en etapa de la infancia preescolar y alumnos de instituciones educativas, con el objetivo de identificar las vías que emplea la familia para el desarrollo del talento científico y su vínculo con la relación niño(a)-ambiente. Los instrumentos aplicados se concentraron en la valoración de dicho vínculo: Cuestionario de Línea Base, el cual recogió datos sobre enfermedades, el talento autoidentificado y estilos de vida saludables o no de la familia; Cuestionario de Cronotipo de Múnich que evalúa la no deuda con el sueño, los días laborales y libres como condiciones ambientales facilitadoras para el desarrollo activo, saludable y afectivo del talento científico de hijo(a); encuesta a la familia sobre capacidades y habilidades científicas de su hijo(a). Principal resultado: el talento científico se evidenció mediante las habilidades específicas (observación, realiza preguntas, descripciones, comparaciones) en desarrollo, curiosidad e intereses por fenómenos naturales más que sociales.

**Palabras clave:** talento científico, educación ambiental, infancia preescolar, relación niño(a)

-ambiente.

### ABSTRACT

The development of scientific talent in preschool children requires an environmental education focused on the child-environment relationship, usually centered on the acquisition of knowledge about the surrounding world. This problem stimulated the realization, in 2021, of an online case study with five families (one from Pinar del Río and four from Mayabeque) which had to fulfill requirements such as having a university level, being parents of preschool children and students of educational institutions, with the objective of identifying the ways used by the family for the development of scientific talent and its link with the child-environment relationship. The instruments applied focused on the assessment of this link: Baseline Questionnaire, which collected data on diseases, self-identified talent and healthy or unhealthy lifestyles of the family; Munich Chronotype Questionnaire, which assesses the absence of sleep, work and free days as facilitating environmental conditions for the active, healthy and affective development of the child's scientific talent; survey to the family on scientific abilities and skills of their child. Main result: scientific talent was evidenced by specific skills (observation, asking questions, descriptions, comparisons) in development, curiosity and interest in natural rather than social phenomena.

**Key words:** scientific talent, education, preschool childhood, relationship girl/boy-environment.



## 13. La educación ambiental y la interculturalidad en el empoderamiento climático

Environmental education and interculturality in climate empowerment

Amparo Osorio Abad  
Manuel Pérez Capote  
Rafael Bosque Suárez

Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, Cuba

**Contacto:** florescita21@gmail.com

### RESUMEN

Los escenarios ambientales se tornan complejos en la actualidad a distintas escalas, lo cual propicia una oportunidad (de atender el componente cultural del medioambiente) de relevancia para transformar la práctica social, respecto a los problemas ambientales más apremiantes, como es el cambio climático. La ponencia tiene por objetivo: reflexionar en la significación que tiene la educación ambiental y la interculturalidad para el empoderamiento climático a partir de los saberes culturales que coexisten en regiones, países y comunidades en la actualidad. La conservación de los saberes ancestrales, son fundamentales para mejorar las condiciones ambientales de las comunidades, de ahí que es vital aplicar buenas prácticas ambientales, según las características pluriculturales y multiétnicas del contexto. En la metodología utilizada se concibieron los métodos: estudio documental para la consulta de anuarios estadísticos de la Organización de Naciones Unidas, los ODS de la Agenda 2030, los informes de investigación del CEEA-GEA. Además, la observación, la entrevista, el etnográfico y estadístico. El resultado obtenido permitió la incorporación del tema en los cursos de posgrados que forman parte del sistema de superación que efectúa el Centro de Estudios de Educación Ambiental-Gea, hacia distintos públicos.

**Palabras clave:** cambio climático, diversidad cultural, saberes ancestrales y sostenibilidad ambiental.

### ABSTRACT

Environmental scenarios are currently becoming complex at different scales, which provides an opportunity (to address the cultural component of the environment) of relevance to transform social practice, with respect to the most pressing environmental problems, such as climate change. The objective of this paper is to reflect on the significance of environmental education and interculturality for climate empowerment based on the cultural knowledge that coexists in regions, countries and communities today. The conservation of ancestral knowledge is fundamental to improve the environmental conditions of the communities; hence it is vital to apply good environmental practices, according to the pluricultural and multiethnic characteristics of the context. In the methodology used, the following methods were conceived: documentary study for the consultation of statistical yearbooks of the United Nations Organization, the SDGs of the 2030 Agenda, the CEEA-GEA research reports. In addition, observation, interview, ethnographic and statistical methods were used. The results obtained allowed the incorporation of the topic in the postgraduate courses that are part of the training system carried out by the Center for Environmental Education Studies-GEA, for different audiences.

**Key words:** Climatic change, cultural diversity, ancestral knowledges and environmental sostenibilidad.

01·06·22

JORNADA 1

## 14. Actualización de la estrategia educativa de capacitación en el uso sostenible del agua

Update of educational strategy for community training in the sustainable use of water

**Raquel de la Cruz Soriano**

**Francisco Hernández Somoza**

**María Antonieta Rodríguez Toledo**

**María del Carmen Morejón Hernández**

**Onelia Guevara Reyes**

**María de la Caridad Páez Martín**

Centro Universitario Municipal de Cabaiguán, Universidad de Sancti Spiritus José Martí Pérez, Cuba

**Contacto:** raqueldaniel2019@gmail.com

### RESUMEN

Dada la demanda creciente del agua y la escasez pronosticada por los expertos ante los efectos del cambio climático, la educación de las personas es pertinente con el objetivo de implementar acciones de capacitación a diferentes actores sociales y entidades socioeconómicas, como parte de una estrategia educativa, para la difusión y aplicación de medidas de uso racional y sustentable del agua. La metodología consistió en contextualizar la estrategia de «aprender-aprender» a la educación ambiental, considerándose los contenidos impartidos a través de diferentes formas de posgrado y capacitación. El aporte consistió en la capacitación y sensibilización (en el ahorro y uso sostenible de agua) de 354 participantes: profesionales, adultos mayores, productores, estudiantes y profesores. Los impactos cualitativos consistieron en la disposición de una biblioteca digital sobre temas diversos; la socialización de medidas de ahorro de agua y su aplicación en el contexto escolar, el hogar, la comunidad, la producción agropecuaria y la industria; el incremento de la cultura medio ambiental de estudiantes, profesores y de la comunidad sobre el uso sostenible del agua. La implementación de estrategias medioambientales educativas, en constante actualización y desarrollo, dinamizan la introducción de prácticas acorde con las características socioculturales y el contexto local.

**Palabras clave:** capacitación de la comunidad, estrategia, prácticas sostenibles.

### ABSTRACT

Given the growing demand for water and the scarcity predicted by experts due to the effects of climate change, the education of people is relevant with the objective of implementing training actions for different social actors and socioeconomic entities, as part of an educational strategy, for the dissemination and application of measures for the rational and sustainable use of water. The methodology consisted of contextualizing the “learn-to-learn” strategy to environmental education, considering the contents imparted through different forms of postgraduate studies and training. The contribution consisted of training and raising awareness (on saving and sustainable use of water) of 354 participants: professionals, senior citizens, producers, students and teachers. The qualitative impacts consisted of the availability of a digital library on various topics; the socialization of water saving measures and their application in the school context, the home, the community, agricultural production and industry; the increase in the environmental culture of students, teachers and the community on the sustainable use of water. The implementation of environmental education strategies, which are constantly being updated and developed, will stimulate the introduction of practices in accordance with the sociocultural characteristics and the local context.

**Key words:** community capacity, strategy, sustainable practice.

## 15. Software educativo «A prepararnos y protegernos»

Educational software “To get ready and to protect us”

**Martha Aleida Picayo Delgado**

**Ana Midiala González Pérez**

**Jady Yemila Selki González**

**Sinaí Boffill Vega**

Centro Universitario Municipal “Simón Bolívar”. Yaguajay. Universidad José Martí Pérez. Sancti-Spíritus. Cuba.

**Contacto:** maleida@uniss.edu.cu

### RESUMEN

La educación medioambiental y principalmente la educación en desastre tiene una atención especial en nuestro país, por lo que se realizan acciones encaminadas a la preparación y protección de toda la población, a esto se han incorporado las escuelas del municipio Yaguajay provincia de Sancti Spíritus. Las escuelas tienen un importante papel en este problema y otros que puedan presentarse, incluyendo aquellos que se consideren netamente sociales pues se originan en la propia actividad social. Para que esta labor se pueda realizar, es necesaria la capacitación de los docentes y los factores de la comunidad sobre cualesquiera que sean las amenazas que desencadenen los desastres, estos provocan afectaciones a la salud de los estudiantes y habitantes de la comunidad, por lo que la labor educativa tiene que dirigirse a la adquisición de conocimientos, al desarrollo de habilidades y capacidades que propicien la participación consciente de toda la población y la disminución de los riesgos. Debido a esta problemática es que se propuso el objetivo: perfeccionar la preparación de los directores de las escuelas primarias, del municipio de Yaguajay, en función del tratamiento a los contenidos de Defensa Civil a través de un software educativo, con actividades variadas para el desarrollo de habilidades en los alumnos de las instituciones escolares con acciones dirigidas a su protección. Después de un análisis de la bibliografía existente en el centro constatamos que no disponíamos de un cuaderno o de otro material docente para poder comprobar los conocimientos que iban adquiriendo los estudiantes por lo que se dio a la tarea de analizar todos los contenidos e ir proyectando actividades que después conformarían

el software educativo y un cuaderno.

**Palabras clave:** medioambiente, preparación, resiliencia, riesgos, software educativo, vulnerabilidades

### ABSTRACT

Environmental education and mainly disaster education have a special attention in our country, so actions aimed at the preparation and protection of the entire population are carried out, to which the schools of Yaguajay municipality in Sancti Spíritus province have been incorporated. Schools have an important role in this problem and others that may arise, including those that are considered purely social because they originate in the social activity itself. In order for this work to be carried out, it is necessary to train teachers and community members on whatever the threats that trigger disasters may be, they affect the health of students and inhabitants of the community, so the educational work has to be directed to the acquisition of knowledge, the development of skills and abilities that promote the conscious participation of the entire population and the reduction of risks. Due to this problem, the objective was proposed: to improve the preparation of elementary school principals in the municipality of Yaguajay, based on the treatment of Civil Defense contents through an educational software, with varied activities for the development of skills in the students of the school institutions with actions aimed at their protection. After an analysis of the existing bibliography in the center, we found that we did not have a notebook or other teaching material to be able to check the knowledge that the students were acquiring, so we had the task of

01·06·22

**JORNADA 1** |

analyzing all the contents and projecting activities that would later make up the educational software and a notebook.

**Key words:** environment, preparation, resiliencia, risks, educational software, vulnerabilities

## **16. Introducción de la gestión de la dimensión ambiental en la carrera de Cultura Física**

**Introduction of the management of the environmental dimension in the career of physical culture**

**Mislaidy Castro Abreu**  
**Mirtha Aldereguía Dipotet**  
**Francisco Calero Sierra**  
**Noel Víctor Balmaseda Espinosa**

Centro Universitario Municipal "Simón Bolívar". Yaguajay. Universidad José Martí Pérez. Sancti-Spíritus. Cuba.

**Contacto:** maleida@uniss.edu.cu

### **RESUMEN**

Los problemas ambientales constituyen una prioridad para la humanidad. En el presente artículo se aplica una estrategia de superación para una mejor gestión de la dimensión ambiental en la carrera de Cultura Física. Los docentes de esta carrera presentaron poco conocimiento sobre el tema, además de ser insuficiente la forma de darle salida a estas problemáticas en sus programas, no estando dotados de las herramientas suficientes para llevar a vías de solución estos problemas. Se utilizaron los siguientes métodos: histórico-lógico, analítico-sintético, inducción-deducción, encuesta, observación, entrevista y revisión de documentos. Los resultados demostraron que la propuesta es efectiva, que su aplicación fue de gran utilidad y tiene posibilidad de contribuir al objetivo. Recomendándose que se extienda el estudio sobre el tema y con otras muestras, para lograr mayor validez en las conclusiones obtenidas. Este trabajo es un informe de investigación cuantitativa.

**Palabras clave:** gestión de la dimensión ambiental, estrategia de superación

### **ABSTRACT**

Environmental problems constitute a priority for humanity. In this article, an improvement strategy is applied for a better management of the environmental dimension in the Physical Culture career. The teachers of this career presented little knowledge on the subject, besides being insufficient the way to solve these problems in their programs, not being equipped with enough tools to solve these problems. The following methods were used: historical-logical, analytical-synthetic, induction-deduction, survey, observation, interview and document review. The results showed that the proposal is effective, that its application was very useful and that it has the possibility of contributing to the objective. It is recommended that the study be extended on the subject and with other samples, in order to achieve greater validity in the conclusions obtained. This work is a quantitative research report.

**Key words:** improvement strategy, management of the environmental dimension

01·06·22

JORNADA 1

## 17. La implementación de itinerarios didácticos y la educación ambiental para el desarrollo sostenible

The implementation of didactic itineraries and Environmental Education for Sustainable Development

**Oliday Aguilar Espinosa**

**Erich Rodríguez Vallejo**

Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Cuba

**Contacto:** oaguilar@uclv.cu

### RESUMEN

Durante los últimos cuatro años, ante los crecientes problemas del medioambiente, se perfeccionó el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Geografía para la formación de profesores, garantizando la promoción de la educación ambiental para el desarrollo sostenible, con la implementación de itinerarios didácticos en los estudiantes de esta institución. El objetivo fue proponer un sistema de actividades para implementar los itinerarios didácticos en diferentes entornos de aprendizaje presencial o virtual y a diferentes escalas: global, regional o local, alineados a los retos de la educación para el desarrollo sostenible y su hoja de ruta. Los principales resultados fueron que contribuyó a la participación activa y democrática de los estudiantes, a su sensibilización ante los problemas ambientales, al fortalecimiento de valores, al desarrollo de habilidades profesionales sobre diferentes formas de promover la educación ambiental, potenció la interdisciplinariedad, la investigación científica, la búsqueda de información, la creatividad, la promoción del estudio del espacio geográfico cercano y lejano con el empleo adecuado de las tecnologías, internet y entorno próximo como medio de enseñanza y así potenció una adecuada formación de los profesores de Geografía para su futuro desempeño profesional.

**Palabras clave:** formación de profesores, itinerarios didácticos, proceso de enseñanza aprendizaje.

### ABSTRACT

During the last four years, in view of the growing environmental problems, the teaching-learning process of Geography for teacher training was improved, guaranteeing the promotion of environmental education for sustainable development, with the implementation of didactic itineraries in the students of this institution. The objective was to propose a system of activities to implement didactic itineraries in different face-to-face or virtual learning environments and at different scales: global, regional or local, aligned to the challenges of education for sustainable development and its roadmap. The main results were that it contributed to the active and democratic participation of students, to their awareness of environmental problems, to the strengthening of values, to the development of professional skills on different ways of promoting environmental education, enhanced interdisciplinarity, scientific research, the search for information, creativity, the promotion of the study of the near and distant geographical space with the appropriate use of technologies, internet and close environment as a means of teaching and thus enhanced an adequate training of Geography teachers for their future professional performance.

**Key words:** Teacher training, didactic itineraries, teaching-learning process.



## JORNADA 2

02-06-22

# 1. Educación ambiental comunitaria para la proyección de la tarea vida. Retos para ciencias sociales

Community environmental education for the projection of the life task. Challenges for social sciences

**Yaima Mederos Jiménez**

**Niurka Soto Jiménez**

**Georgina del Pilar Castro Acevedo**

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba

**Contacto:** ymederos@uclv.cu

### RESUMEN

El apresurado cambio climático se reconoce como una de las preocupaciones más importantes de la humanidad. La ciencia alerta sobre su incremento en los últimos años, que afecta a la sociedad significativamente, a todos los niveles. En respuesta a esa problemática el gobierno cubano desarrolló el Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático, conocido como «Tarea Vida». En apoyo a su cumplimiento, el objetivo de esta investigación es proponer acciones dirigidas a la preparación de la población del Reparto Universitario de Santa Clara, mediante la educación ambiental comunitaria, para la proyección de la «Tarea Vida». La propuesta fue diseñada a partir del diagnóstico particularizado de esa comunidad; el análisis de sus problemas ambientales, riesgos, peligros y vulnerabilidades ante los impactos del cambio climático y sus fortalezas para la resiliencia ambiental comunitaria. Se reconoce que dichas acciones, por su carácter participativo, constituyen un valioso instrumento para promover la conservación ambiental, cultura ambiental y proyección de la «Tarea Vida». Sin embargo, la solución a las problemáticas ambientales existentes en el contexto solo se hará efectiva mediante la participación consciente, crítica y comprometida de sus pobladores, pues solo ellos son capaces de potenciar las acciones para el bienestar comunitario.

**Palabras clave:** cambio climático; educación ambiental comunitaria; resiliencia comunitaria; Reparto Universitario de Santa Clara

### ABSTRACT

Rapid climate change is recognized as one of the most important concerns of humanity. Science warns about its increase in recent years, which significantly affects society at all levels. In response to this problem, the Cuban government developed the State Plan to confront climate change, known as Tarea Vida. In support of its fulfillment, the objective of this research is to propose actions aimed at preparing the population of the University District of Santa Clara, through community environmental education, for the projection of the Task Life. The proposal was designed based on the particularized diagnosis of that community; the analysis of its environmental problems, risks, hazards and vulnerabilities to the impacts of climate change and its strengths for community environmental resilience. It is recognized that these actions, due to their participatory nature, constitute a valuable instrument to promote environmental conservation, environmental culture and projection of the Tarea Vida. However, the solution to the environmental problems existing in the context will only be effective through the conscious, critical and committed participation of its inhabitants, since only they are capable of promoting actions for the community's wellbeing.

**Key words:** Climate change; Community environmental education; Community resilience; University District of Santa Clara.

02-06-22

JORNADA 2

## 2. La educación para el cambio climático en la gestión de procesos sustantivos universitarios

Education for climate change in the management of substantive university processes

**Osmel Jiménez Denis**  
**Diane González Mirabal**  
**Ariadna Veloso Rodríguez**

Universidad de Sancti Spiritus José Martí Pérez, Cuba

**Contacto:** ojimenez@uniss.edu.cu

### RESUMEN

Cuba, en las últimas décadas, ha sido afectada continuamente por fenómenos naturales severos como consecuencia de los efectos del cambio climático ocasionando pérdidas humanas y materiales. Por ello, desde el año 2017 se implementa el Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático «Tarea Vida», con un enfoque integral y multifactorial. El objetivo del trabajo es socializar la proyección estratégica que favorece el tratamiento del cambio climático desde la gestión de la «Tarea Vida» en la Universidad de Sancti Spiritus para el mediano plazo 2021-2030, especialmente aquellas acciones dirigidas a la mitigación y adaptación de sus impactos en la comunidad universitaria, los que constituyen una herramienta esencial para su concreción en la gestión de los procesos universitarios. En su propuesta se tuvieron en cuenta los resultados de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres realizados en la provincia de Sancti Spiritus en la etapa comprendida desde 2008 a 2021, lo que permitió determinar para el campus universitario los ejes transversales y líneas de acción para incorporar la educación para el cambio climático en la gestión de los procesos sustantivos.

**Palabras clave:** educación, educación ambiental, formación, gestión.

### ABSTRACT

In recent decades, Cuba has been continuously affected by severe natural phenomena as a result of the effects of climate change, causing human and material losses. Therefore, since 2017, the State Plan for the confrontation of climate change: Tarea Vida has been implemented, with a comprehensive and multifactorial approach. The objective of the work is to socialize the strategic projection that favors the treatment of climate change from the management of the Tarea Vida in the University of Sancti Spiritus for the medium term 2021-2030, especially those actions aimed at mitigation and adaptation of its impacts on the university community, those that constitute an essential tool for its concretion in the management of university processes. The proposal considered the results of the hazard, vulnerability and disaster risk studies carried out in the province of Sancti Spiritus from 2008 to 2021, which made it possible to determine for the university campus the transversal axes and lines of action to incorporate education for climate change in the management of substantive processes.

**Key words:** Education, environmental education, training, management.

**JORNADA 2****02-06-22**

### 3. La educación ambiental: una necesidad actual para los adultos mayores

The Environmental education: a current need for older adults

**Manuela Fidelina Toste Lau**Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez,  
Cuba**Caridad Rodríguez García**

UCPEJV, Cuba

**Mercedes Lina Wong Torres**

Universidad de la Habana, Cuba

**Contacto:** tfidelina40@gmail.com**RESUMEN**

Como resultado del desarrollo de la ciencia y la tecnología al introducir nuevos medicamentos y tratamientos que propician un aumento en la esperanza de vida a nivel global y por ende el número de personas que rebasan los 60 años, crece año tras año, dando lugar al envejecimiento poblacional, lo que trae consigo la búsqueda de nuevas alternativas en aras de trazar acciones dirigidas a este grupo etario. La educación ambiental al igual que el envejecimiento poblacional constituyen problemas sociales globales que la humanidad enfrenta. El enfoque utilizado en el trabajo a fin de mejorar las condiciones de vida de los adultos mayores, busca estimular la participación activa de todos y mantener la soberanía sobre los recursos propios en la conducción del proceso de desarrollo social. Los fundamentos teóricos metodológicos consultados permitieron proponer como aporte práctico una estrategia de educación ambiental, que diagnostica y planifica acciones mediante diferentes formas de organización, la autora propone como objetivo, fundamentar desde los referentes que brindan la ciencia y la tecnología, la necesidad de la educación ambiental en los adultos mayores. Durante la investigación se utilizó el método investigación acción, participación, encuestas y entrevistas.

**Palabras clave:** adultos mayores, cambio climático, educación ambiental.

**ABSTRACT**

As a result of the development of science and technology by introducing new drugs and treatments that lead to an increase in life expectancy globally and therefore the number of people over 60 years of age, grows year after year, resulting in population aging, which brings with it the search for new alternatives in order to trace actions aimed at this age group. Environmental education, as well as population aging, are global social problems that humanity is facing. The approach used in the work in order to improve the living conditions of the elderly, seeks to stimulate the active participation of all and to maintain sovereignty over their own resources in the conduction of the social development process. The methodological theoretical foundations consulted allowed to propose as a practical contribution an environmental education strategy, which diagnoses and plans actions through different forms of organization, the author proposes as an objective, to support from the referents provided by science and technology, the need for environmental education in older adults. During the research, the action research method, participation, surveys and interviews were used.

**Key words:** older adults, climate change, environmental education.

02-06-22

JORNADA 2

## 4. Contaminación e impacto ambiental por metales pesados en la bahía de Santiago de Cuba

Pollution and environmental impact by heavy metals in the bay of Santiago de Cuba

**Alain Paneque Martínez**  
Universidad de Oriente, Cuba

**Roselindes Ramírez Acosta**  
Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad, Santiago de Cuba, Cuba

**Contacto:** alain5@uo.edu.cu

### RESUMEN

En este trabajo se trató la contaminación por metales pesados en la bahía de Santiago de Cuba a finales de diciembre de 2021 con el objetivo de determinar las líneas bases del conocimiento ambiental para la caracterización de la contaminación por metales pesados y sus fuentes puntuales como base para un manejo del ecosistema costero «bahía de Santiago de Cuba», que permitió elaborar recomendaciones para la toma de decisiones. Para ello, se delimitó el área de manejo, se actualizaron y diagnosticaron los subsistemas del sistema litoral partiendo de la metodología propuesta por Barragán. Los resultados plantean que el subsistema físico-natural se encontró degradado, y el jurídico-administrativo adecuado, aunque aún insuficiente, se actualizó el listado de las principales industrias que vierten sus aguas contaminadas a la bahía y se identificaron los principales conflictos en el área de manejo. En la parte experimental se evaluaron resultados de informes de muestras de agua y sedimentos en diferentes puntos de la bahía para determinar la presencia química de metales pesados, se elaboraron recomendaciones para mitigar el impacto de este fenómeno ambiental que enriquecerá el Programa de Manejo Integrado de la Zona Costera de Santiago de Cuba, contribuyendo a mejorar la calidad ambiental en el ecosistema.

**Palabras clave:** bahía de Santiago de Cuba, manejo integrado, metales pesados.

### ABSTRACT

This work dealt with heavy metal pollution in the bay of Santiago de Cuba at the end of December 2021. The objective was to determine the baselines of environmental knowledge for the characterization of heavy metal pollution and its point sources as a basis for a management of the coastal ecosystem “Bay of Santiago de Cuba”. This made it possible to elaborate recommendations for decision making in this regard. For this purpose, the management area was delimited, and the subsystems of the coastal system were updated and diagnosed based on the methodology proposed by Barragán. The results show that the physical-natural subsystem was found to be degraded, and the legal-administrative subsystem was found to be adequate, although still insufficient. Another result was the updating of the list of the main industries that discharge their polluted waters into the bay and the main conflicts in the management area were identified. In the experimental part, the results of water and sediment sample reports from different points in the bay were evaluated to determine the chemical presence of heavy metals. Finally, recommendations were elaborated to mitigate the impact of this environmental phenomenon that will favor the Integrated Management Program of the Coastal Zone of Santiago de Cuba, contributing to improve the environmental quality of the ecosystem.

**Key words:** Santiago de Cuba bay, Integrated management, Heavy metals.

**JORNADA 2****02-06-22**

## 5. Análisis de macrobasura en playa El Cuco, departamento de San Miguel, El Salvador

Analysis of macrobasura in Playa El Cuco, department of San Miguel, El Salvador

**Nurian Yamileth Luna Laínez**  
**Osmel Alberto Sánchez**  
Universidad Gerardo Barrios

**Contacto:** osmelsanchez@ugb.edu.sv

### RESUMEN

La acumulación de desechos plásticos grandes y pequeños es un problema en todos los océanos y costas del mundo, el objetivo de este estudio consistió en la caracterización de los macroresiduos sólidos en la playa arenosa El Cuco, situada en el departamento San Miguel, El Salvador y con una longitud de 2 kilómetros, considerada como una playa altamente turística. La recopilación de información se realizó mediante muestreo dirigido por medio de transeptos lineales perpendiculares desde la zona supralitoral, mesolitoral e infralitoral. El muestreo se realizó en marea baja a lo largo de los 2.0 km de la playa, los cuales comprendían 6 estaciones y estas cubrían cada cuadrante de 3 m×3 m (9 m<sup>2</sup>). Para validar los datos, se comprobó primero si se disponía de información vital sobre el muestreo. En el caso de los desechos de cada estación, se compararon las fotos de los respectivos hallazgos con los datos presentados por los participantes. Se contabilizó cigarrillos, madera procesada, mascarillas, metales, papeles, vidrios, plásticos y otros. Se recolectaron un total de 614 residuos sólidos. La mayoría de tipos de desechos encontrados son plásticos con 79.6 %, vidrios con 7.49 % y metales con el 3.58 %.

**Palabras clave:** desechos, zona costera, materiales, plásticos.

### ABSTRACT

The accumulation of large and small plastic waste is a problem in all oceans and coasts of the world, the objective of this study consisted of the characterization of solid macro-waste in the sandy beach El Cuco, located in the department of San Miguel, El Salvador and with a length of 2 kilometers, which is considered a highly touristic beach. Information was collected through directed sampling by means of perpendicular linear transects from the supralittoral, mesolittoral and infralittoral zones. Sampling was conducted at low tide along the 2.0 km of the beach, which comprised 6 stations covering each 3 m×3 m (9 m<sup>2</sup>) quadrant. To validate the data, we first checked whether vital sampling information was available. In the case of debris at each station, photos of the respective finds were compared with the data submitted by the participants. The presence of cigarettes, processed wood, masks, metals, papers, glass, plastics and others was counted. A total of 614 solid wastes were collected. Most of the types of waste found were plastics (79.6 %), glass (7.49 %) and metals (3.58 %).

**Key words:** Waste, coastal zone, materials, plastics.

02-06-22

JORNADA 2

## 6. Los pastos marinos y el cambio climático. Su tratamiento desde la escuela cubana

Seagrasses and climate change. Its treatment from the Cubana Scholl

**Jorge Eladio Pérez Velázquez**

Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Monte de Oca", Cuba

**Ismael Santos Abreu**

Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba

**Contacto:** isantos@uclv.cu

### RESUMEN

El sistema educativo de todas las naciones, considerando las condiciones en las que se proyecta y desarrolla el contexto internacional, exige una contextualización y actualización de los contenidos de los planes y programas de estudio para todos los niveles de enseñanza, que permita a los egresados desempeñar sus responsabilidades como ciudadanos y profesionales, en las diferentes áreas del desarrollo económico, político y social. El cambio climático como problema global viene agravando y agravará los problemas ambientales acumulados. El presente trabajo aborda una alternativa para el tratamiento del cambio climático y los pastos marinos desde un programa complementario considerando la necesidad de contribuir, mediante la actividad científica educativa, al desarrollo de la gestión educativa, con un enfoque interdisciplinario que asuma la educación ambiental para el desarrollo sostenible como criterio que garantice la formación de las nuevas generaciones a favor del cumplimiento de las tareas del Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático «Tarea Vida». Como principales resultados se logra cumplir el objetivo de elaborar un programa complementario con ficha pedagógica para el tratamiento al cambio climático y los pastos marinos para la educación primaria y especial en el sistema nacional de educación, permitiendo un mayor dominio de los nuevos saberes sobre pastos marinos, su importancia, medidas de adaptación, mitigación y para la resiliencia ante el cambio climático en la escuela cubana.

**Palabras clave:** educación ambiental, desarrollo

sostenible, cambio climático, pastos marinos.

### ABSTRACT

The educational system of all nations, considering the conditions in which the international context is projected and developed, demands a contextualization and updating of the contents of the study plans and programs for all levels of education, to enable graduates to perform their responsibilities as citizens and professionals in the different areas of economic, political and social development. Climate change as a global problem is aggravating and will aggravate the accumulated environmental problems. The present work addresses an alternative for the treatment of climate change and seagrasses from a complementary program considering the need to contribute, through educational scientific activity, to the development of educational management, with an interdisciplinary approach that assumes environmental education for sustainable development as a criterion that guarantees the training of new generations in favor of the fulfillment of the tasks of the State Plan for the confrontation of climate change "Tarea Vida" (Task Life). As main results, the objective of elaborating a complementary program with a pedagogical card for the treatment of climate change and seagrasses for primary and special education in the national education system is achieved, allowing a greater mastery of new knowledge on seagrasses, their importance, adaptation measures, mitigation and resilience to climate change in Cuban schools.

**Key words:** Environmental Education, Sustainable Development, Climate Change, Seagrass.



**JORNADA 2**

02-06-22

## 7. Fortalecimiento de Capacidades para el Enfrentamiento al Cambio Climático en Cienfuegos, Cuba

Strengthening capacities to confront Climate Change in Cienfuegos, Cuba

**Oneida Calzadilla Milian**

**Liuvys Angarica García**

Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cuba

**Contacto:** ocalzadilla@ufc.edu.cu

### RESUMEN

El estado actual del medioambiente y los problemas ambientales que lo afectan demandan de las universidades novedosas formas de capacitación de los docentes y estudiantes. En la provincia de Cienfuegos, Cuba, el tratamiento y enfrentamiento del cambio climático es prioridad de todos los sectores de la sociedad. La Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez está enfocada en abordar esta problemática desde los diferentes escenarios del currículum escolar, con la intención de educar ambientalmente desde la capacitación y aplicación de programas para enfrentarlo en todos los niveles educativos del territorio. A través de la elaboración y aplicación de programas formativos de círculos de interés, sociedades científicas y programas docentes optativos-electivos y propios se abordará el tratamiento, mitigación y adaptación al cambio climático en Cienfuegos, por ser esta una ciudad costera amenazada. Esta aspiración forma parte del proyecto territorial «Fortalecimiento de Capacidades para el Enfrentamiento al Cambio Climático en Cienfuegos» que pertenece al programa territorial de Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible en Cienfuegos, Cuba.

**Palabras clave:** cambio climático, enfrentamiento, programas.

### ABSTRACT

The current state of the environment and the environmental problems that affect it demand from universities new ways of training teachers and students. In the province of Cienfuegos, Cuba, the treatment and confrontation of climate change is a priority for all sectors of society. The University of Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez is focused on addressing this problem from the different scenarios of the school curriculum, with the intention of educating environmentally from the training and implementation of programs to address it at all educational levels of the territory. Through the elaboration and application of training programs of circles of interest, scientific societies and optional-elective and own teaching programs, the treatment, mitigation and adaptation to climate change in Cienfuegos will be addressed, since this is a threatened coastal city. This aspiration is part of the territorial project "Strengthening of capacities to face Climate Change in Cienfuegos" which belongs to the territorial program of Environmental Management for Sustainable Development in Cienfuegos, Cuba.

**Key words:** Climate Change, confrontation, programs.

02-06-22

JORNADA 2

## 8. Conservación del Ecosistema de manglares y sus beneficios al suelo

Conservation of the Mangrove Ecosystem and its benefits to the soil

**Dayana Lache Hernández**

**Marilyn Mederos Mesa**

Universidad Agraria de la Habana, Cuba

**Contacto:** dagbauza@uclv.cu

### RESUMEN

El Día Internacional de la Conservación del Ecosistema de Manglares, aprobado por la Conferencia General de la UNESCO en 2015 y celebrado todos los años el 26 de julio, tiene por objeto crear conciencia de la importancia de los manglares como “un ecosistema único, especial y vulnerable” y promover soluciones para su gestión, conservación y usos sostenibles. Son singulares y prolíficos que se encuentran en el límite del medioambiente. Estos ecosistemas extraordinarios contribuyen al bienestar, a la seguridad alimentaria y a la protección de las comunidades costeras, mantienen una rica biodiversidad y proporcionan un hábitat de cría para peces y crustáceos. Donde los manglares también actúan como una forma de defensa natural contra las mareas de tormenta, los tsunamis, el aumento del nivel del mar y la erosión. Sus suelos son sumideros de carbono, reteniendo grandes cantidades de carbono. Sin embargo, los manglares están desapareciendo cinco veces más rápido que las pérdidas generales de bosques en el mundo, con graves impactos ecológicos y socioeconómicos. Los manglares contribuyen al bienestar del medioambiente, la seguridad alimentaria y la protección de comunidades costeras por lo que ayudan a mitigar el cambio climático.

**Palabras clave:** Medio ambiente, ecosistema, manglares

### ABSTRACT

International Mangrove Ecosystem Conservation Day, adopted by UNESCO's General Conference in 2015 and celebrated every year on July 26, aims to raise awareness of the importance of mangroves as “a unique, special and vulnerable ecosystem” and to promote solutions for their management, conservation and sustainable uses. They are unique and prolific at the edge of the environment. These extraordinary ecosystems contribute to the well-being, food security and protection of coastal communities, maintain rich biodiversity and provide nursery habitat for fish and crustaceans. Where mangroves also act as a form of natural defense against storm surges, tsunamis, sea level rise and erosion. Their soils are carbon sinks, retaining large amounts of carbon. However, mangroves are disappearing five times faster than overall global forest losses, with severe ecological and socioeconomic impacts. Mangroves contribute to environmental well-being, food security and the protection of coastal communities, thus helping to mitigate climate change.

**Key words:** Environment, ecosystem, mangroves

## 9. El promotor ambiental. Un agente transformador en la comunidad

The environmental promoter. A transforming agent the community

**Ana Gloria Rubié Cabrera**

**Cecilia Margarita Díaz Mullings**

**Ariel Puentes Luberta**

Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona". Centro de Estudios de Educación Ambiental-Gea, Cuba

**Contacto:** arielpuentes9@gmail.com

### RESUMEN

La educación ambiental puede desarrollarse con estrategias distintas, ofrece conocimientos, hábitos, habilidades, valores, actitudes y modos de actuación que contribuyen a la educación de la personalidad del ciudadano para hacerlo responsable en la toma de decisiones frente a los problemas ambientales. El promotor ambiental comparte saberes y promueve el aprendizaje, la sensibilización y la movilización en la comunidad. En su función socializadora tiene en cuenta el aspecto metodológico, para la formación de capacidades en las personas, a fin de producir y apropiarse de saberes, técnicas y conocimientos que conlleven a una mayor participación comunitaria, lo que los convierte en agentes transformadores en la comunidad. Tiene como objetivo: implementar un proyecto educativo que favorezca la educación ambiental en las comunidades mediante la Red de Promotores Ambientales por la Vida (RPAV), desde el Centro de Estudios de Educación Ambiental - GEA, considerando el marco legal ambiental de Cuba y la función extensionista de la universidad. Transitó desde la sistematización de los referentes teóricos y el diagnóstico comunitario, hasta el diseño de la propuesta para su puesta en práctica. La validez teórica y práctica de las acciones se demostró a partir de la consulta a especialistas y su introducción en la práctica.

**Palabras clave:** educación ambiental, participación, sostenibilidad

### ABSTRACT

Environmental education can be developed with different strategies, offering knowledge, habits, skills, values, attitudes and modes of action that contribute to the education of the citizen's personality in order to make him/her responsible for making decisions in the face of environmental problems. The environmental promoter shares knowledge and promotes learning, awareness and mobilization in the community. In its socializing function, it considers the methodological aspect, for the formation of capacities in people, in order to produce and appropriate knowledge, techniques and knowledge that lead to greater community participation, which makes them transforming agents in the community. Its objective is: to implement an educational project that favors environmental education in the communities through the Network of Environmental Promoters for Life (RPAV), from the Center for Environmental Education Studies - GEA, considering the environmental legal framework of Cuba and the extensionist function of the university. It went from the systematization of the theoretical references and the community diagnosis, to the design of the proposal for its implementation. The theoretical and practical validity of the actions was demonstrated from the consultation to specialists and their introduction in practice.

**Key words:** Environmental education, participation, sustainability

02-06-22

JORNADA 2

## 10. Incremento de desechos sólidos provenientes de las diferentes áreas de salud, en el municipio Batabanó

Increase in solid waste from the different health areas, in the municipality of Batabanó

**Yanet García García**  
**Jackeline Jaime Pérez**

Universidad Agraria de La Habana, Cuba

**Contacto:** yanet93@unah.edu.cu

### RESUMEN

La aplicación de la química en el desarrollo de la farmacología ha posibilitado la progresiva aparición de medicamentos que aseguran altos niveles de salud y la disminución drástica de los índices de mortalidad. En la misma medida que los seres humanos emplean esta ciencia para salvar vidas, también puede provocar daños irreparables al medioambiente debido al inadecuado manejo de los desechos, convirtiéndose en un tema de alta prioridad para todos los países y en especial para aquellos en vías de desarrollo que carecen de infraestructura técnica sólida, tecnologías idóneas y recursos humanos debidamente capacitados para llevar a cabo esta labor sin causar impactos negativos sobre el medioambiente. En el municipio Batabanó, perteneciente a la actual provincia Mayabeque existe un incremento de estos desechos provenientes de las áreas de salud del territorio, asociado a la pandemia, ya que fue necesario habilitar centros de aislamientos y varios puntos para las campañas de vacunación, lo que unido a la falta de tecnología y capacitación puede provocar daños al medioambiente, por lo que el objetivo de esta investigación es identificar los posibles daños ocasionados al mismo, especialmente en el municipio, debido al incremento de residuales sólidos producidos a raíz de dicha enfermedad.

**Palabras clave:** medioambiente, desechos, pandemia, química

### ABSTRACT

The application of chemistry in the development of pharmacology has made possible the progressive appearance of drugs that ensure high levels of health and a drastic decrease in mortality rates. In the same way that human beings use this science to save lives, it can also cause irreparable damage to the environment due to inadequate waste management. This becomes a high priority issue for all countries, especially for developing countries that lack solid technical infrastructure, suitable technologies and properly trained human resources to carry out this work without causing negative impacts on the environment. In the municipality of Batabanó, belonging to the current Mayabeque province, there is an increase of this waste from the health areas of the territory, associated with the pandemic, since it was necessary to set up isolation centers and several points for vaccination campaigns, which together with the lack of technology and training can cause damage to the environment, so the objective of this research is to identify the possible damage caused to the environment, especially in the municipality, due to the increase of solid waste produced as a result of the disease.

**Key words:** Environment, waste, pandemic, chemistry

**JORNADA 2****02-06-22****II. Acciones encaminadas a fomentar la gestión del desarrollo ambiental en municipio de Candelaria, Cuba****Actions aimed at promoting the management of environmental development in the municipality of Candelaria, Cuba**

**Pedro León Llano**  
**Aitana Elena Paredes Castillo**  
**Leosmel Zayas Castillo**  
Universidad de Artemisa, Cuba

**Contacto:** pedroleon@uart.edu.cu

**RESUMEN**

Esta investigación se fundamenta en la aplicación de acciones encaminadas a la gestión del desarrollo ambiental del municipio de Candelaria en la provincia de Artemisa, Cuba. Para ello se emplearon los métodos fundamentales: los teóricos, los empíricos y el estadístico matemático; así como sus técnicas fundamentales como observación participante, entrevista y encuesta, las cuales arrojaron una serie de dificultades relacionadas con el insuficiente avance de la gestión del desarrollo ambiental en el municipio. Una vez aplicadas estas acciones se ha logrado la realización de convenios con la Universidad para investigaciones referidas al mejoramiento del medioambiente y de riesgos de desastres, se ha trabajado en las estrategias de las empresas agropecuarias y Unidades Básicas de Producción Cooperativa, para el desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica, con vistas a la producción de alimentos y el cuidado del medioambiente. Se han creado organopónicos y huertos, lo que ha permitido incrementar las ofertas de trabajo, se ha propiciado una cultura ambiental en la población, entre otros logros.

**Palabras clave:** acciones, gestión del desarrollo ambiental, municipio.

**ABSTRACT**

This research is based on the application of actions aimed at the management of environmental development in the municipality of Candelaria in the province of Artemisa, Cuba. For this purpose, fundamental methods such as theoretical, empirical and mathematical statistical methods were used. At the same time, fundamental techniques such as participant observation, interview and survey were used. The results show a series of difficulties related to the insufficient progress of environmental development management in the municipality. As a result of the research, agreements have been reached with the University for research related to the improvement of the environment and disaster risks. We have also worked on strategies for agricultural enterprises and Basic Units of Cooperative Production, for the development of science and technological innovation, with a view to food production and environmental care. Organoponics and vegetable gardens have been created, which has increased the number of jobs available and has fostered an environmental culture among the population, among other achievements.

**Key words:** actions, management of environmental development, municipality

02-06-22

JORNADA 2

## 12. Propuesta educativa para el enfrentamiento de riesgos por desastres ante el cambio climático

Educational proposal for the confrontation to risk of disasters in the face of the climatic change

**Elio Lázaro Amador Lorenzo**

**Hildelisa Martínez Pérez**

Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez", Cuba

**Contacto:** eliolal@unah.edu.cu

### RESUMEN

Se presentan los resultados de la labor investigativa de los autores mediante el proyecto de investigación «Concepción teórica metodológica de la educación ambiental para el desarrollo sostenible en la preparación de los profesionales de la educación», acciones educativas, especialmente relacionadas con la adaptación al cambio climático para el enfrentamiento de riesgos por desastres, centrada en el estudio de las potencialidades que brindan los ecosistemas y sus servicios ecológicos, frente a otras formas de adaptación posibles de ser realizadas en el contexto cubano. Su elaboración es derivada de la sistematización en el orden teórico y práctico, realizada durante varios años dedicados a la preparación de los docentes. Tiene como objetivo ofrecer elementos teóricos y prácticos como recursos didáctico-metodológicos, para ser utilizados en la preparación de los profesionales de la educación y se reviertan en la labor educativa que realizan, en relación con la adaptación basada en ecosistema para enfrentar el cambio climático. Todo ello ha sido integrado no solo a la Estrategia Curricular de Educación Ambiental de la Facultad de Ciencias Pedagógicas de la Universidad Agraria de La Habana, Cuba para la formación integral de los futuros pedagogos, sino también al posgrado, en cursos de diplomados, maestrías y socializados en diferentes eventos.

**Palabras clave:** educación ambiental, adaptación, ecosistemas, cambio climático

### ABSTRACT

The results of the research work of the authors of the project called "Theoretical and methodological conception of environmental education for sustainable development in the preparation of education professionals" are presented. This project studies educational actions, especially related to adaptation to climate change to face disaster risks, focused on the study of the potentialities provided by ecosystems and their ecological services, as opposed to other possible forms of adaptation to be carried out in the Cuban context. Its elaboration is derived from the systematization in the theoretical and practical order, carried out during several years dedicated to the preparation of teachers. The objective was to offer theoretical and practical elements as didactic-methodological resources, to be used in the preparation of education professionals and to be used in the educational work they carry out, in relation to ecosystem-based adaptation to face climate change. All this has been integrated to the Curricular Strategy of Environmental Education of the Faculty of Pedagogical Sciences of the Agrarian University of Havana, Cuba for the integral formation of future pedagogues, to postgraduate studies, diploma courses, master's degrees and socialized in different events.

**Key words:** environmental education, adaptation, ecosystems, climatic change



**JORNADA 2****02-06-22****13. Acciones de educación ambiental para el empoderamiento climático en comunidades vulnerables del municipio Yateras****Environmental education actions for climate empowerment in vulnerable communities of the Yateras municipality****Amado Martínez Morgado****Zoilo Escalante Lores**

Universidad de Guantánamo, Cuba

**Dirgelis Muñoz Chivás**

Dirección Municipal de Trabajo y Seguridad Social, Yateras, Cuba

**Contacto:** amadomm@cug.co.cu**RESUMEN**

La crisis climática es considerada como un fenómeno que afecta la sociedad a escala global, con alta repercusión tanto en los sistemas humanos como naturales, lo que pone en peligro la vida en el planeta, por lo que se ha convertido en una preocupación de diferentes instituciones e investigadores a escala nacional como internacional. No obstante, se considera que los riesgos asociados a esta crisis pueden ser minimizados a partir del esfuerzo conjunto, en función de fortalecer la capacidad de adaptación de la población con un enfoque comunitario. Aspectos que dan lugar a declarar como objetivo de la presente investigación, elaborar una propuesta de acciones de educación ambiental para el empoderamiento climático en comunidades vulnerables del municipio Yateras. Las mismas se orientaron fundamentalmente a la educación, la formación, la sensibilización y la participación teniendo en cuenta los diferentes niveles etarios y el enfoque de género. Para el desarrollo de la investigación se emplearon diferentes métodos científicos entre los que se destacan: análisis-síntesis, inducción-deducción, histórico lógico, encuesta, entrevista, observación, análisis documental y análisis porcentual. Hasta el momento se ha logrado el desarrollo de varias de las acciones propuestas, con la participación activa de más del 95 % de los pobladores.

**Palabras clave:** cambio climático, comunidades vulnerables, empoderamiento, enfoque de género.

**ABSTRACT**

The climate crisis is considered a phenomenon that affects society on a global scale, with high repercussions on both human and natural systems, endangering life on the planet, which is why it has become a concern of different institutions and researchers on a national and international scale. However, it is considered that the risks associated with this crisis can be minimized through joint efforts to strengthen the adaptive capacity of the population with a community approach. Aspects that give rise to declaring as the objective of the present research, to elaborate a proposal of environmental education actions for climate empowerment in vulnerable communities of the Yateras municipality. These actions were mainly oriented to education, training, awareness and participation, considering the different age levels and the gender approach. For the development of the research, different scientific methods were used, among which the following stand out: analysis-synthesis, induction-deduction, historical-logical, survey, interview, observation, documentary analysis and percentage analysis. So far, several of the proposed actions have been carried out, with the active participation of more than 95% of the inhabitants.

**Keywords:** Climate change, vulnerable communities, empowerment, gender approach.

02-06-22

JORNADA 2

## 14. Propuesta metodológica para desarrollar la gestión y sustentabilidad ambiental ante los peligros, riesgos y vulnerabilidades

Methodological proposal to develop environmental management and sustainability in the face of hazards, risks and vulnerabilities

**Irina Lozada Sotelo**

Seminternado Pedro Marrero Aizpurúa, Ciudad Escolar 26 de Julio, Cuba

**Eumelia Victoria Romero Pacheco**

Universidad de Oriente, Cuba

**Contacto:** irina.lozada@nauta.cu

### RESUMEN

En este estudio se presentan los resultados de un proyecto de grupo en la escuela primaria, que tiene como objetivo sistematizar los contenidos ambientales a partir de una metodología para prevenir los riesgos de desastres asociados con la ocurrencia de fenómenos naturales. De ahí, que se socialice una guía que permite elaborar el mapa comunitario de riesgos para la resiliencia ante la sequía, que toma en consideración elementos conceptuales para la prevención de peligros, riesgos y vulnerabilidades con la participación de los escolares miembros de un proyecto institucional de grupo en este nivel educativo. Entre los principales lineamientos está la recolección y análisis de información y el empleo del método de elaboración e implementación de planes de emergencia ante contingencias para el enfrentamiento de desastres provocados por la ocurrencia de eventos naturales extremos. Como resultado se logra sistematizar los recursos teórico-metodológicos que garantizan la superación del maestro primario para el desarrollo del aprendizaje ambiental en concordancia con los objetivos del III perfeccionamiento del sistema educativo cubano y con las normas internacionales al brindar una educación de calidad, como lo estipula la Agenda 2030.

**Palabras clave:** mapa comunitario, resiliencia, riesgos, vulnerabilidades

### ABSTRACT

This study presents the results of a group project in elementary school, which aims to systematize environmental contents based on a methodology to prevent disaster risks associated with the occurrence of natural phenomena. Hence, a guide is socialized that allows the elaboration of a community risk map for drought resilience, which takes into consideration conceptual elements for the prevention of hazards, risks and vulnerabilities with the participation of schoolchildren members of an institutional group project at this educational level. Among the main guidelines is the collection and analysis of information and the use of the method for the elaboration and implementation of emergency contingency plans to face disasters caused by the occurrence of extreme natural events. As a result, it is possible to systematize the theoretical-methodological resources that guarantee the improvement of the primary teacher for the development of environmental learning in accordance with the objectives of the III improvement of the Cuban educational system and with international standards in providing quality education, as stipulated in the 2030 Agenda.

**Key words:** community map, resilience, risks, vulnerabilities

## 15. Caracterización del plan de emergencia y evacuación: Programa de Gestión Universidad de El Salvador

Characterization of the Emergency and Evacuation Plan: Management Program University of El Salvador

**Alfredo Rodríguez Escobar**

Universidad de El Salvador

**Contacto:** alfredo.rodriguez@ues.edu.sv

### RESUMEN

Para la elaboración de este artículo se requirió de la comprobación documental de programas de prevención de riesgos en los lugares de trabajo de cada una de la facultades de la Universidad de El Salvador. De estos programas se seleccionaron los planes de emergencia y evacuación. Para realizar la caracterización de estos planes se retomó el Decreto 86 del Reglamento de Gestión de la Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo, tomado de la Ley General de Prevención de Riesgo en Lugares de Trabajo (LGPRLT) el Art. 49 - El Plan de Emergencia y Evacuación. Este determina las disposiciones mínimas de contenido, tales como sistemas de respuestas, responsables e implementación, comunicaciones y alerta, equipos y medios para la respuesta, mapa del lugar de trabajo, rutas de evacuación, orientaciones de respuesta, plan de capacitaciones, calendarización y registro de simulación, métodos de revisión y actualización del plan. Además, se consideran las características de cada facultad y la percepción de quienes han elaborado plan para su socialización. Se define el plan de emergencia y de evacuación como un conjunto de medidas para situaciones de riesgo que ponen en peligro la salud o la integridad de los trabajadores y así como las disposiciones que permitan la salida rápida y ordenada de las personas.

**Palabras clave:** plan de emergencia, plan de evacuación, prevención de riesgo, riesgo laboral

### ABSTRACT

For the elaboration of this article, it was required the documentary verification of risk prevention programs in the workplaces of each one of the faculties of the University of El Salvador. Emergency and evacuation plans were selected from these programs. In order to characterize these plans, Decree 86 of the Workplace Risk Prevention Management Regulations was taken from the General Law on Workplace Risk Prevention (LGPRLT), Art. 49 - The Emergency and Evacuation Plan. This determines the minimum content provisions, such as response systems, responsible and implementation, communications and alerts, equipment and means for response, workplace map, evacuation routes, response guidelines, training plan, simulation scheduling and recording, methods for reviewing and updating the plan. In addition, the characteristics of each faculty and the perception of those who have prepared the plan are considered for its socialization. The emergency and evacuation plan are defined as a set of measures for risk situations that endanger the health or integrity of the workers, as well as the provisions that allow the rapid and orderly exit of people.

**Key words:** Emergency plan, Evacuation plan, Risk prevention, Occupational risk

02-06-22

JORNADA 2

## 16. Educación para la gestión integral del riesgo de desastres. Una contribución desde la experiencia cubana

Education for comprehensive disaster risk management. A contribution from the Cuban experience

**Lídice Castro Serrano**

**Jesús Blanco Meneses**

Instituto de Geofísica y Astronomía. Agencia de Medio Ambiente. Cuba.

**Contacto:** maleida@uniss.edu.cu

### RESUMEN

El presente trabajo comprende un análisis sobre la importancia que tiene en los tiempos actuales la educación para la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático, dirigida a los diferentes actores de la sociedad. El objetivo fundamental es divulgar las principales experiencias y lecciones aprendidas a partir del trabajo de capacitación y comunicación desarrollado por el Grupo Nacional de Evaluación de Riesgos y el Centro de Creación de Capacidades para la Reducción del Riesgo de Desastres y la Adaptación al Cambio Climático (CRDAC), así como, su contribución a los esfuerzos nacionales en la implementación del Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba (Tarea Vida) y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la ONU en la Agenda 2030. Como resultado se han capacitado 4750 actores de diferentes sectores de la sociedad, tanto de Cuba como de otros países de la región del Caribe.

**Palabras clave:** educación, capacitación, reducción del riesgo, cambio climático

### ABSTRACT

This paper includes an analysis of the importance of education for disaster risk reduction and climate change adaptation, aimed at the different actors in society. The main objective is to disseminate the main experiences and lessons learned from the training and communication work developed by the National Risk Assessment Group and the Center for Capacity Building for Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation (CRDAC), as well as their contribution to national efforts in the implementation of the State Plan for Climate Change in the Republic of Cuba (Task Life) and the fulfillment of the Sustainable Development Goals established by the UN in the 2030 Agenda. As a result, 4750 actors from different sectors of society have been trained, both from Cuba and other countries in the Caribbean region.

**Key words:** Education, Training, Risk Reduction, Climate Change

## JORNADA 2

02-06-22

# 17. Propuesta de un parque temático de las fuentes renovables de energía en Cienfuegos, Cuba

Proposal for a theme park on renewable energy sources in Cienfuegos, Cuba

**Raúl Rodríguez Muñoz**

**Conrado Manuel Ramírez Cutiño**

**Jesús Ernesto del Junco García**

**Yosbany Llody García**

Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba

**Contacto:** rrodriguez1@gmail.com

### RESUMEN

La comunidad localizada en el Consejo Popular Pastorita de Cienfuegos, Cuba, cuenta con una secundaria básica, tres escuelas primarias y la Universidad de Cienfuegos; es un reparto altamente poblado en el que inciden un número importante de empresas estatales y del sector no estatal. Es muy demandado el manejo de los recursos naturales: agua, mar, tierra, aire y sol. Las instituciones de formación pueden incidir en el uso, divulgación e investigación de las fuentes de energía renovables tal y como se plantea en los modelos de difusión de tecnologías para trabajar las fuentes renovables de energía. Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue proponer un parque temático para difundir las tecnologías de uso de las fuentes renovables de energía hacia la práctica comunitaria. Se concluye reafirmando que es una necesidad impostergable mantener los recursos y el ambiente, lo cual incluye a todos los miembros de las comunidades urbanas debido a que los problemas ambientales implican soluciones más globales.

**Palabras clave:** parque temático, recursos naturales, energía, renovables

### ABSTRACT

The community located in the Pastorita Popular Council of Cienfuegos, Cuba, has a basic secondary school, three elementary schools and the University of Cienfuegos; it is a highly populated area with a large number of state and non-state enterprises. There is a high demand for the management of natural resources: water, sea, land, air and sun. Training institutions can influence the use, dissemination and research of renewable energy sources as proposed in the models for the dissemination of technologies to work with renewable energy sources. That is why the objective of this work was to propose a theme park to disseminate technologies for the use of renewable energy sources to community practice. It is concluded by reaffirming that it is an urgent need to maintain resources and the environment, which includes all members of urban communities because environmental problems imply more global solutions.

**Key words:** Theme park, natural resources, energy, renewables

02-06-22

JORNADA 2

## 18. Evaluación de potencial turístico para estructuración de una ruta agroturística en el departamento de Morazán

Evaluation of tourism potential for structuring of an agro-tourist route in the department of Morazán

**María Fernanda Gavidia Guerrero**  
Universidad Gerardo Barrios

**Contacto:** mgavidia@ugb.edu.sv

### RESUMEN

El turismo alternativo abarca modalidades como el agroturismo; genera actividades donde el turista participa en procesos de educación ambiental mediante la práctica de actividades vinculadas a la agricultura, así como a las tradiciones y costumbres de comunidades locales. Se realiza la evaluación de potencial turístico para lugares del departamento de Morazán, inventariándolos y jerarquizándolos con la finalidad de identificarlos, caracterizarlos y categorizarlos. Con los resultados, se elabora una ruta agroturística en la cual el turista aprende procesos agrícolas y artesanales; esto genera actividades apegadas al turismo alternativo, contrarresta la explotación desmesurada de los recursos, aporta a su cuidado y genera beneficios a largo plazo, siendo sostenibles ambientalmente con el resguardo y aprovechamiento consciente de los mismos. Con la integración de los sectores agrícolas se genera una fuente de ingresos a partir de actividades que ellos ya realizan y sin alterar de manera abrupta su entorno y los recursos que poseen, permitiéndoles vender sus productos a los turistas que realicen los recorridos, optimizando y fusionando su actividad agrícola con la turística de manera inclusiva con la comunidad.

**Palabras clave:** turismo alternativo, educación ambiental, recursos naturales, sostenibilidad, ecoturismo, agroturismo.

### ABSTRACT

Alternative tourism includes modalities such as agro-tourism; it generates activities where the tourist participates in environmental education processes through the practice of activities linked to agriculture, as well as the traditions and customs of local communities. The evaluation of tourism potential for places in the department of Morazán is carried out, inventing and ranking them in order to identify, characterize and categorize them. With the results, an agro-tourism route is developed in which the tourist learns agricultural and handicraft processes; this generates activities attached to alternative tourism, counteracts the excessive exploitation of resources, contributes to their care and generates long-term benefits, being environmentally sustainable with the protection and conscious use of them. The integration of the agricultural sectors generates a source of income from activities that they already carry out without abruptly altering their environment and the resources they possess, allowing them to sell their products to tourists who take the tours, optimizing and merging their agricultural activity with tourism in an inclusive manner with the community.

**Key words:** Alternative Tourism, Environmental Education, Natural Resources, Sustainability, Ecotourism, Agrotourism.

**JORNADA 2****02-06-22****19. Rescate de germoplasma con potencial nutricional dentro del contexto del cambio climático en El Salvador****Germplasm rescue with nutritional potential within the context of climate change****Dagoberto Pérez**

Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Paracentral

**Rafael Bosque Suárez**

Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, Cuba

**José Miguel Sermeño Chicas**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas

**Contacto:** dagoberto.perez@ues.edu.sv**RESUMEN**

El cambio climático es un fenómeno que se está manifestando cada vez con mayor frecuencia a nivel mundial, los resultados son inminentes, y los efectos, por un lado, se manifiestan en la disponibilidad y calidad de los alimentos necesarios para la humanidad, y por el otro, ponen en riesgo la seguridad alimentaria y nutricional. Dentro de dicho contexto, es necesario identificar las especies vegetales con potencial alimenticio y nutricional, así como su ubicación estratégica en El Salvador a fin de que en determinado momento puedan ser utilizadas para mitigar eventos de escasez de alimentos. El presente trabajo tiene como objeto identificar las plantas alternativas con potencial nutricional que son consumidas por algún segmento de la población salvadoreña y registrar su ubicación dentro del territorio. Para ello, se realizó un sondeo a nivel de literatura como recorridos y consultas con comunidades de diferentes partes del territorio nacional a fin de poder identificar esas especies vegetales que de alguna manera forman parte de la dieta de familias que viven en el campo e incluso algunos casos de consumo en las ciudades. Hasta el momento se ha logrado identificar aproximadamente 50 especies de plantas que presentan un potencial alimenticio desde el punto de vista de las personas consultadas.

**Palabras clave:** seguridad alimentaria, plantas alternativas, potencial nutricional

**ABSTRACT**

Climate change is a phenomenon that is manifesting itself with increasing frequency worldwide, the results are imminent, and the effects, on the one hand, are manifested in the availability and quality of food necessary for humanity, and on the other hand, put food and nutritional security at risk. Within this context, it is necessary to identify plant species with food and nutritional potential, as well as their strategic location in El Salvador, so that at a given moment they can be used to mitigate food shortages. The purpose of this work is to identify alternative plants with nutritional potential that are consumed by some segment of the Salvadoran population and to record their location within the territory. For this purpose, a literature survey was carried out, as well as visits and consultations with communities in different parts of the national territory in order to identify those plant species that somehow are part of the diet of families living in the countryside and even some cases of consumption in the cities. So far, we have been able to identify approximately 50 species of plants that have food potential from the point of view of the people interviewed.

**Key words:** Food security, alternative plants, nutritional potential



02-06-22

JORNADA 2

## 20. Sendero tecno interpretativo experimental área natural el Salitre

Experimental interpretive techno trail natural area el Salitre

**Osmel Alberto Sánchez Granados**  
**María Fernanda Gavidia Guerrero**  
Universidad Gerardo Barrios

**Contacto:** [osmelsanchez@ugb.edu.sv](mailto:osmelsanchez@ugb.edu.sv)

### RESUMEN

La investigación se desarrolló en el área natural El Salitre, el objetivo del estudio fue realizar un inventario de la vegetación en la zona del sendero tecno interpretativo experimental área natural El Salitre, el área se clasifica como un Bosque Tropical Seco (bs-T). La vegetación de la zona se caracteriza por tener de árboles, arbustos, plantas rastreras, líquenes, helechos y gramíneas; el esfuerzo de campo se enfocó en muestreos extensivos, realizando recorridos por toda el área en varios días de trabajo, anotando todas y cada una de las plantas. Se identificaron 129 individuos, distribuidos en 35 diferentes tipos de especies, la mayoría con 94 árboles representados por 28 tipos de especies. Las especies arbustivas se encontraron en un total de 19 especies. A partir de la información recabada, se hace uso de herramientas tecnológicas para la interpretación de la flora identificada; este esfuerzo se realiza con la finalidad de aprovechar los recursos tecnológicos para la educación ambiental, potenciando el uso de senderos interpretativos para darle valor a los recursos naturales, una modalidad muy poco utilizada en el país. Además, cuenta con actividades usando herramientas de realidad aumentada tal es el caso de ARSandBox.

**Palabras clave:** área natural, sendero interpretativo, educación ambiental, tecnología

### ABSTRACT

The research was carried out in the El Salitre natural area, the objective of the study was to conduct an inventory of the vegetation in the area of the experimental technical interpretative trail in the El Salitre natural area, the area is classified as a Tropical Dry Forest (bs-T). The vegetation in the area is characterized by trees, shrubs, creeping plants, lichens, ferns and grasses; the field effort was focused on extensive sampling, making tours throughout the area in several days of work, noting each and every one of the plants. A total of 129 individuals were identified, distributed in 35 different types of species, the majority with 94 trees represented by 28 types of species. Shrub species were found in a total of 19 species. Based on the information collected, technological tools are used for the interpretation of the flora identified; this effort is carried out with the purpose of taking advantage of technological resources for environmental education, promoting the use of interpretive trails to give value to natural resources, a modality rarely used in the country. It also includes activities using augmented reality tools such as ARSandBox.

**Key words:** Natural area, interpretive path, environmental education, technology

**JORNADA 2**

02-06-22

## 21. Estado de la formación para la resiliencia ambiental en la Universidad de El Salvador

Status of training for environmental resilience at the University of El Salvador

**Olga Lidia Tejada**

**Edgar Stanley Blanco**

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

**Contacto:** olga.tejada@ues.edu.sv

### RESUMEN

Para que los profesionales graduados de la Universidad de El Salvador puedan incidir en políticas públicas que conlleven al logro del desarrollo sostenible y la adaptación al cambio climático, es necesario incluir la dimensión ambiental en su formación, como una prioridad que guíe su desempeño profesional en cualquiera de sus campos de desarrollo. Basados en esa convicción, entre los meses de mayo a noviembre del 2021 se realizó un diagnóstico en doce carreras estratégicas a nivel nacional, impartidas en el campus central de la Universidad de El Salvador. El objetivo principal fue explorar cuáles son las asignaturas del área diferenciada que abordan lo referido a la gestión ambiental; para ello, se realizó una investigación documental y se revisaron los planes de estudio vigentes. Los resultados preliminares demuestran que en la mayoría de carreras de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura existen asignaturas que incluyen el componente ambiental; lo mismo en la licenciatura en Salud Ambiental; sin embargo, en el caso de Economía y Ciencias Jurídicas este enfoque es mínimo, y en el caso de las licenciaturas en Periodismo, Antropología y Artes, no existe ninguna asignatura que contribuya a la formación de cuadros profesionales que aporten a la solución de los graves problemas ambientales del país.

**Palabras clave:** cambio climático, desarrollo sostenible, formación académica y políticas públicas.

### ABSTRACT

In order for professional graduates of the University of El Salvador to influence public policies that lead to the achievement of sustainable development and adaptation to climate change, it is necessary to include the environmental dimension in their training, as a priority that guides their professional performance in any of their fields of development. Based on this conviction, between May and November 2021, a diagnosis was conducted in twelve strategic careers at national level, taught at the central campus of the University of El Salvador. The main objective was to explore which are the subjects of the differentiated area that deal with environmental management; for this purpose, a documentary research was carried out and the current study plans were reviewed. Preliminary results show that in most engineering and architecture courses there are subjects that include the environmental component; the same in the environmental health degree; however, in the case of economics and legal sciences this approach is minimal, and in the case of journalism, anthropology and arts degrees, there is no subject that contributes to the formation of professional cadres that contribute to the solution of the serious environmental problems of the country.

**Key words:** Academic training, climate change, public politics, sustainable development

02-06-22

JORNADA 2

## 23. Los proyectos ambientales: una experiencia de desarrollo local en Ciudad Escolar Libertad

Environmental projects. A local development experience in Ciudad Escolar Libertad

**Ana Gloria Rubié Cabrera**  
**Amparo Osorio Abad**  
**Rafael Bosque Suárez**  
**Jean Robaina Sánchez**  
**Yaneisys Cisneros Ricardo**  
**Rosa de Lima Paz Díaz**

Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona". Centro de Estudios de Educación Ambiental-Gea, Cuba.

**Contacto:** anagloriarubiecabrera@gmail.com

### RESUMEN

En el transcurso de 25 años, el Centro de Estudios de Educación Ambiental-Gea ha realizado diversos proyectos que contribuyen a la creación, de un sistema de equipamientos para integrar la educación ambiental y energética en los procesos educativos en la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona y en Ciudad Escolar Libertad. La actual ponencia tiene por objetivo implementar actividades, dirigidas a lograr una cultura ambiental y de responsabilidad ciudadana para el desarrollo local, tal como declara la Agenda 2030 y la Tarea Vida. Por otro lado, los bosques del contexto constituyen hábitat y refugio de cuantiosas especies endémicas y migratorias, siendo uno de los principales pulmones verdes de la capital. Además, existen escuelas de todos los niveles educativos en un espacio natural y socio cultural excepcional que favorece la participación comunitaria. El empleo de la metodología cualitativa, tipo de diseño, investigación acción participativa, facilitaron obtener resultados satisfactorios en la educación ambiental de los ciudadanos, manifestada en el protagonismo de promotores ambientales, agentes y agencias socializadoras. Se ofrece un sistema de actividades para la comunidad, proyectos de cooperación académica e institucional, que garantizan la reanimación de áreas y equipamientos, superación de diversos usuarios, con salida en la estrategia de comunicación.

**Palabras clave:** comunidad, desarrollo sostenible, medioambiente, participación

### ABSTRACT

In the course of 25 years, the Center for Environmental Education Studies-Gea has carried out several projects that contribute to the creation of a system of equipment to integrate environmental and energy education in the educational processes at the Enrique José Varona University of Pedagogical Sciences and at Ciudad Escolar Libertad. The current paper aims to implement activities aimed at achieving an environmental culture and citizen responsibility for local development, as stated in Agenda 2030 and Task Life. On the other hand, the context's forests are the habitat and refuge of numerous endemic and migratory species, being one of the main green lungs of the capital. In addition, there are schools of all educational levels in an exceptional natural and socio-cultural space that favors community participation. The use of the qualitative methodology, type of design, participatory action research, facilitated obtaining satisfactory results in the environmental education of the citizens, manifested in the protagonism of environmental promoters, agents and socializing agencies. It offers a system of activities for the community, academic and institutional cooperation projects, which guarantee the revival of areas and equipment, improvement of various users, with an output in the communication strategy.

**Key words:** Community, sustainable development, environment, participation

**JORNADA 2****02-06-22****24. Dimensión ambiental del desarrollo local. Una mirada desde la sostenibilidad en las comunidades cubanas****Environmental dimension of local development. A look from sustainability in Cuban communities****Noraida Garbizo Flores**  
**Alba Marina Lezcano Gil**  
**Dorys Contreras Hernández**  
**Marta María Cruz Bravo**  
**Odalys Garbizo Flores**

Centro Universitario Municipal "Hermanos Saíz Montes de Oca", Consolación del Sur, Pinar del Río. Cuba

**Contacto:** norita@upr.edu.cu**RESUMEN**

El presente estudio asume como punto de partida el significado de la dimensión ambiental del desarrollo local como recurso que dinamiza los procesos de desarrollo de manera sostenida, progresiva e inclusiva y facilita el diseño de estrategias ambientales que promuevan el avance económico-social de los territorios. Desde estos referentes, el presente trabajo se orienta proponer un sistema de acciones que permita aprovechar las potencialidades de la dimensión ambiental, teniendo en cuenta los aspectos endógenos que caracterizan a los territorios. Para ello, se utilizó una metodología sustentada en el paradigma cualitativo, con el empleo del método histórico-lógico, la modelación en relación con el sistémico estructural, la técnica de análisis documental y procedimientos como el análisis y la síntesis y la inducción-deducción. Los principales resultados develan la importancia de la educación ambiental como instrumento de transformación social, en tanto constituye una premisa básica para el desarrollo local sostenible en articulación con las políticas del territorio y se propone un sistema de acciones comunitarias que favorece un uso eficaz y eficiente de los recursos en armonía con el medioambiente y el empleo de prácticas ambientales sostenibles, desde la acción interdisciplinaria en el ámbito comunitario.

**Palabras clave:** educación ambiental; desarrollo local; sostenibilidad**ABSTRACT**

The present study assumes as a starting point the significance of the environmental dimension of local development as a resource that dynamizes development processes in a sustained, progressive and inclusive manner and facilitates the design of environmental strategies that promote the economic-social progress of the territories. From these references, the present work is oriented to propose a system of actions that allows taking advantage of the potentialities of the environmental dimension, considering the endogenous aspects that characterize the territories. For this purpose, a methodology based on the qualitative paradigm was used, with the use of the historical-logical method, modeling in relation to the structural systemic method, the documentary analysis technique and procedures such as analysis and synthesis and induction-deduction. The main results reveal the importance of environmental education as an instrument of social transformation, since it constitutes a basic premise for sustainable local development in articulation with the policies of the territory and a system of community actions is proposed that favors an effective and efficient use of resources in harmony with the environment and the use of sustainable environmental practices, from the interdisciplinary action in the community environment.

**Key words:** environmental education; local development; sustainability

02-06-22

JORNADA 2

## 25. El Plan Local de Aprovechamiento Sostenible: una iniciativa comunitaria en Bahía de Jiquilisco

The Local Plan for Sustainable Use: a community initiative in the Bay of Jiquilisco

**María Inés Dávila Medina**

**Claudia Guadalupe Carrillos Abarca**

**Marta Elisa Hernández Alfaro**

**Azucena Yamilet Hernández Baires**

**Yonatan Adoni Velasco Guerrero**

Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Paracentral

**Contacto:** maria.davila@ues.edu.sv

### RESUMEN

En 2010, ocho comunidades ubicadas en el sector occidental de la Bahía de Jiquilisco, integrantes de la Coordinadora del Bajo Lempa, realizaron gestiones a través de la Asociación Mangle para investigar la extracción de las especies silvestres de flora y fauna de la zona y elaborar el Plan Local de Aprovechamiento Sostenible (PLAS), como una estrategia comunitaria para abordar la sobreexplotación y contribuir a la conservación y restauración de los ecosistemas en este sector, donde se desarrollan actividades económicas importantes para la población. Entre las acciones implementadas en el marco del PLAS, se tienen: estudios sobre el ecosistema de manglar, procesos educativos y organizativos con la población, así como acciones para la restauración ecológica de manglares. Después de 12 años de implementación del PLAS, la Asociación Mangle, con el apoyo de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral de la Universidad de El Salvador, realizó un sondeo para conocer la percepción de la población sobre los avances del PLAS e identificar propuestas de mejora. Este estudio evidencia la importancia de los manglares para la población, la percepción de resultados favorables con la implementación del PLAS y la propuesta de continuar realizando actividades educativas y organizativas para la protección y conservación de los manglares.

**Palabras clave:** aprovechamiento sostenible, restauración de ecosistemas, Bahía de Jiquilisco

### ABSTRACT

In 2010, eight communities located in the western sector of Jiquilisco Bay, members of the Coordinadora del Bajo Lempa, took steps through the Mangrove Association to investigate the extraction of wild species of flora and fauna in the area and develop the Local Sustainable Use Plan (PLAS), as a community strategy to address overexploitation and contribute to the conservation and restoration of ecosystems in this sector, where important economic activities are developed for the population. Among the actions implemented within the PLAS framework are: studies on the mangrove ecosystem, educational and organizational processes with the population, as well as actions for the ecological restoration of mangroves. After 12 years of PLAS implementation, the Mangrove Association, with the support of the Paracentral Multidisciplinary Faculty of the University of El Salvador, conducted a survey to learn about the population's perception of PLAS progress and to identify proposals for improvement. This study shows the importance of mangroves for the population, the perception of favorable results with the implementation of PLAS and the proposal to continue carrying out educational and organizational activities for the protection and conservation of mangroves.

**Key words:** Sustainable use, Restoration of ecosystems, Bahía de Jiquilisco





**UNIVERSIDAD  
DE EL SALVADOR**



**SIC-UES**

Secretaría de Investigaciones Científicas  
de la Universidad de El Salvador

ISSN 2521-8794



9 772521 879403