

ISSN 2413-1792

Vol. 5(No.1)

Diciembre 2019

San Salvador, El Salvador



Revista

COMUNICACIONES

CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS



Ciudad Universitaria, diciembre de 2019

<http://revistas.ues.edu.sv/index.php/comunicaciones/index>

Revista

COMUNICACIONES

CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

COMITÉ EDITORIAL: Olga Lidia Tejada^{1,2}, Roberto Alegría Coto³, William Vaquerano Huezo¹ Oscar Wilfredo Paz^{1, 2}, Salvador Flores Guido⁵.

ASISTENTE DE EDICIÓN: Bessy López⁴

1 Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Facultad de Ciencias Naturales y
Matemática, Universidad de El Salvador,
San Salvador, El Salvador.

2 Escuela de Biología, Facultad de Ciencias
Naturales y Matemática, Universidad de El
Salvador, San Salvador, El Salvador.

3 Consejo Nacional de Ciencia y
Tecnología, Viceministerio de Ciencia y
Tecnología, Ministerio de Educación,
San Salvador, El Salvador.

4 Escuela de Comunicaciones Mónica
Herrera, Santa Tecla, El Salvador.

5 Universidad Autónoma de Yucatán
Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Mérida Yucatán, México.



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA



Revista

COMUNICACIONES

CIENTIFICAS Y TECNOLÓGICAS

Volumen 5, No. 1 - 2019

AUTORIDADES

M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado
Rector

PhD. Raúl Ernesto Azcunaga López
Vicerrector Académico

Lic. Mauricio Hernán Lovo Cordova
Decano Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador.
Ciudad Universitaria, Final Avenida Héroes y Mártires del 30 de julio, San Salvador, El Salvador, América Central. icmares@ues.edu.sv

Nuevo Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
Colonia Médica, Av. Dr. Emilio Álvarez y Pasaje Dr. Guillermo Rodríguez Pacas, Edificio Espinoza, No. 51, San Salvador, El Salvador, América Central.
Tels. (503) 2234-8400 ext 09 o 08 E – mail: ralegria@conacyt.gob.sv

Revista

COMUNICACIONES

CIENTIFICAS Y TECNOLÓGICAS

Volumen 5, No. 1

Diciembre 2019

Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.

Tel./FAX. (503) 2226-1948 Tel. 2511-2000

Imagen de portada:

Olga Lidia Tejada

ISSN 2413 – 1792

Se permite la reproducción total o parcial del contenido de la revista, siempre que se reconozca el derecho de autor y sea para fines académicos y científicos; caso contrario, se requiere permiso del comité editor. Todos los derechos reservados. Hecho el depósito de ley.

CONTENIDO

Carta editorial	11
Obituario.....	12
Olga Lidia Tejada y Daniel Isaí Alvarenga.....	13
Algas fósiles del sitio paleontológico La Gallina en El Salvador	
José Nicolás Pérez García y Oscar Wilfredo Paz Quevedo.....	26
Uso de los recursos espacio-temporales por un ensamble de reptiles en un bosque nuboso de El Salvador	
Oscar Wilfredo Paz Quevedo	48
Aprovechamiento sostenible de los servicios ecosistémicos recreativos: Ecoturismo	
Oscar Amaya, Gerardo Ruiz y Rebeca Quintanilla.....	54
Método de análisis destinado a la detección de Toxinas Marinas en productos pesqueros en El Salvador	
Roberto Amado Vásquez Díaz y Rhina Esmeralda Esquivel Vásquez.....	60
Biodiversidad y distribución altitudinal de macromycetes en el Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador.	
Guía de autores	81

CARTA EDITORIAL
La paleobotánica en El Salvador

Investigaciones geológicas desarrolladas en el país, indican que hay una historia de aproximadamente 145 millones de años, ya que, en lugares del municipio de Metapán, departamento de Santa Ana, se encuentran rocas sedimentarias del Cretácico, confirmándose con la presencia de fósiles principalmente invertebrados de origen marino, por lo cual es común encontrar entre las rocas sedimentarias de dicho municipio, caracoles, conchas, corales, erizos de mar.

El registro fósil es variado en nuestro país y a lo largo y ancho de él se han descubierto restos de vertebrados: mamíferos, reptiles, peces; pero también se han descubierto en la zona norte bosques petrificados o mineralizados que dan cuenta de bosques exuberantes, entre los cuales destaca Laurinoxylon chalatenanguensis, árbol fósil de la familia Laurácea, descubierto en el municipio de Concepción Quezaltepeque, departamento de Chalatenango. En la zona media del país se han descubierto troncos carbonizados preservados por la ceniza de diferentes volcanes; en zonas de sedimentación lacustre se han encontrado fósiles vegetales, especialmente impronta de hojas y de algas, preservadas en sedimento de diatomitas y de lutitas.

En 2016 se ejecuta de la investigación paleontológica en los terrenos a intervenir para el desarrollo de del By Pass de la ciudad de San Miguel, en el denominado sitio paleontológico La Gallina, en el cual, por primera vez para El Salvador, se descubren algas fósiles.

Este registro fósil en el país, es de suma importancia para conocer cómo ha evolucionado la vida, cómo diversas especies de plantas han aparecido y otras desaparecido a medida el suelo salvadoreño se ha ido consolidando en estos, aproximados, 145 millones de años de existencia, ya que la vegetación actual del país, es la consecuencia de eventos climáticos y geológicos que han ocurrido en el pasado.

Entendiendo la importancia primordial de las plantas para la vida en el planeta, el conocimiento que tengamos de las plantas fósiles, nos permitirá comprender de mejor forma, cómo las diversas especies de plantas, que han existido a lo largo del tiempo geológico, han desarrollado interacciones con los animales; cómo la aparición de flores revolucionó la vida (Ceballos-Ferriz, et al., 2012) y cómo, los humanos podemos utilizar toda esta información, todo este cumulo de conocimientos para beneficio propio y enfrentar de mejor forma los cambios que ocurren en nuestro ambiente actual.

Eunice Ester Echeverría
Directora
Museo de Historia Natural de El Salvador

OBITUARIO



Por este medio queremos expresar nuestro profundo agradecimiento al M.Sc. Jorge Alberto López Mendoza (Q.E.P.D.), primer biólogo graduado de la Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador en 1971. Amigo eterno de nuestra casa de estudios, que, de forma solidaria, entusiasta y ad honorem compartió siempre sus conocimientos con todas las generaciones de docentes y estudiantes, a través de charlas, talleres y clases de Biología Marina. Fue miembro de Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática por dos periodos, mostrando el mayor de los intereses por el buen desarrollo de nuestra Facultad. Hasta siempre querido amigo y colega.

Comité Editorial

“Jorge López siempre mostró entusiasmo e interés por el aprendizaje de nuestros estudiantes y apoyó en forma incondicional a la Academia y a la Biología como tal, siendo uno de los fundadores de la Asociación de Biólogos de El Salvador (A.B.E.S.) Como colega y amigo fue más que excelente, siempre estuvo allí en los momentos de alegría, en los difíciles o de incertidumbre que compartí con él. Para mí fue un ser humano muy especial que ha dejado un enorme vacío.”

M.Sc. Ana Martha Zetino. Directora de la Escuela de Biología.

“El Lic. Jorge López ayudó a jóvenes de mi generación a encontrar la pasión por la Biología Marina, Pesca y Acuicultura a través de un grupo de interés que abreviado le llamábamos GIBMPA a inicios del 2000, en donde su único propósito fue el de potenciarnos a través de capacitaciones que él propiciaba fuera de los muros de la Universidad, creando incluso una página web que pagaba para que nosotros incorporáramos información y también aprendiéramos. Sus sabios consejos y las orientaciones que nos diera cuando estábamos realizando nuestros trabajos de tesis fueron de mucha ayuda y siguen siéndolo ahora en nuestras vidas profesionales”

M.Sc. Diana Barahona. Bióloga de CENDEPESCA, graduada de la Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador.

Algas fósiles del sitio paleontológico La Gallina en El Salvador

Olga Lidia Tejada^{1,2} y Daniel Isaí Alvarenga³

¹ Laboratorio de Ficología Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática Universidad de El Salvador. olga.tejada.32@ues.edu.sv

² Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UES

³ Museo de Historia Natural de El Salvador. dalvarenga@cultura.gob.sv

Resumen. En el año 2015 se realizó una excavación de prospección a raíz del desarrollo del by pass de San Miguel. En dicha inspección se descubrió la quebrada llamada La Gallina en la cual se encuentra expuesta la estratigrafía de la zona, formada por un horizonte portador de improntas vegetales en una matriz de lutitas. Las improntas albergaban fragmentos de madera y de ramitas; además de hojas y algas. El sitio paleontológico en cuestión, se ubica a 600 metros de la carretera principal que conduce al Departamento de La Unión, entre los 13°26'56.10" LN y 88° 6'46.98" LO. El piso portador de las improntas tiene un espesor de 1.20 metros y está constituido por lutitas laminadas de color blanquecino y pertenece al miembro c1'1 de la Formación Cuscatlán y de edad Pleistoceno. La forma aleatoria en que se encontraron los fósiles, la falta de evidencias para determinar el evento responsable de la sedimentación del cuerpo de agua y el descubrir que la mayoría de los talos algales corresponden a formas marinas, representó un reto importante para el estudio de dichas improntas. El objetivo fundamental fue determinar hasta el taxón más bajo posible a las algas encontradas. La determinación consistió en examinar bajo la luz de un estereomicroscopio binocular y lupas de alto alcance, veinticuatro talos de algas, a las cuales se les efectuó mediciones morfométricas y análisis de caracteres de identificación taxonómica que permitieran ser contrastados con los presentados por los géneros de algas actuales. En el estudio se determinó que diez talos pertenecen a algas verdes, de los géneros aff. *Codium*, aff. *Rhizoclonium*, aff. *Cladophora*, aff. *Nitella* y aff. *Cladophoropsis*. Doce talos corresponden a aff *Dictyota* un alga café y dos talos poseen características de algas rojas, del orden Gracilariales. Por el tipo de flora algal encontrada se puede inferir que en la antigüedad el sitio paleontológico La Gallina estuvo influenciado por agua marina o salobre. La información generada, permitirá reconstruir la historia geológica de la zona y las condiciones climáticas prevalecientes hace más de un millón de años en el país.

Abstract

In 2015, a prospecting excavation was carried out due to the development of the San Miguel bypass. In this inspection the ravine called La Gallina was discovered in which the stratigraphy of the area is exposed, formed by a horizon bearing vegetable imprints in a shale matrix. The imprints host fragments of wood and twigs; in addition to leaves and seaweed. The paleontological site in question is located 600 meters from the main road that leads to the Department of La Unión, between 13 ° 26'56.10 "LN and 88 ° 6'46.98" LO. The floor bearing the imprints has a thickness of 1.20 meters and is constituted by whitish laminated shales and belongs to the member c1'1 of the Cuscatlán Formation and Pleistocene age. The random way in which the fossils were found, the lack of evidence to determine the event responsible for the sedimentation of the body of water and the discovery that most of the algae imprints correspond to marine forms, represent an important challenge for the study about this imprints. The main objective was to determine the lowest possible taxon to which belong the algae found. The determination consists in examining under the light of a binocular stereo microscope and high magnification magnifier, twenty-four seaweed imprints, to which they were make morphometric measurements and taxonomic identification character analysis that allow to be contrasted with the presented by the genera of current algae. The study determined that ten imprints belonged to green algae, of the genus aff. *Codium*, aff. *Rhizoclonium*, aff. *Cladophora*, aff. *Nitella* and aff. *Cladophoropsis* Twelve imprints corresponds to aff. *Dictyota* a brown seaweed and two imprints have characteristics of red algae, of the order Gracilariales. By the type of algal flora found it can be inferred that in ancient times the paleontological site La Gallina was influenced by sea or brackish water. The information generated, will allow reconstruct the geological history of the area and the prevailing climatic conditions over a million years ago in the country.

Keywords: Imprints, Pleistocene, lutitas, Ochrophyta, Chlorophyta, Rhodophyta

Introducción

Aun cuando existen evidencias de que la flora marina se originó en el periodo Cámbrico hace más o menos 700 millones de años, el registro fósil de algas con el que se cuenta en la actualidad no es tan completo como el de las plantas terrestres.

Los fósiles de organismos semejantes a algas rojas que se han informado

recientemente, sugieren que la vida multicelular puede haber surgido en la Tierra unos 400 millones de años antes de lo que se pensaba. Los especímenes más antiguos de estas algas fueron encontrados por Bengtson y colaboradores (2017), en un lugar de la India llamado Chitrakoot. Los autores refieren que las rocas portadoras están compuestas principalmente de calcio y carbonatos de magnesio; pero las esteras microbianas y los fósiles de algas

se conservaban en improntas en calcio y fosfato. Las algas que ellos encontraron datan de 1.600 millones de años y se trata de dos tipos de colonias multicelulares, una formas filamentosas con apariencia de hilos llamada *Rafatazmia chitrakootensis* y otra con formas lobuladas a la que llamaron *Ramathallus lobatus*. (Bengtson et al 2017).

Graham et al (2016) al referirse a las algas verdes del phylum Chlorophyta, “algas verdes”, afirman que son las que más registros presentan, principalmente las especies pertenecientes a los órdenes Dasycladales, Bryopsidales, Chladophorales y Charales; debido a su gran capacidad de calcificar la superficie de sus talos, lo que representa una ventaja para su conservación. Los autores refieren que algunos ejemplos notables de estas algas fósiles, son del género *Acetabularia* encontradas principalmente en regiones de Europa central y del Este de Asia, cuyos fósiles datan del mioceno Terciario; es decir, 63 millones de años. Existen otros fósiles de algas verdes que datan de 700-750 millones de años de edad, especies muy parecidas al género *Cladophora* que ahora conocemos.

En el caso de las algas pardas, distintos

autores coinciden en afirmar que el registro fósil es bastante escaso; posiblemente, porque la mayoría de éstas no producen partes duras o muy calcificadas. Los fósiles de algas pardas que se informan en su mayoría son Kelps de los órdenes Fucales, Dictyotales y Laminariales cuyas estructuras morfológicas y anatómicas se asemejan mucho más con las plantas superiores (Graham et al 2016).

El hallazgo de algas fósiles en nuestro país, ha generado información muy valiosa que va permitir reconstruir la historia geológica de la zona y las condiciones climáticas prevalecientes hace más de un millón de años, tomando en cuenta que son los registros fósiles la base fundamental para la datación de los suelos de una región determinada.

Materiales y métodos

En el año 2015, personal técnico de la sección de paleontología del Museo de Historia Natural de El Salvador, realizó una excavación de prospección a raíz del desarrollo del by pass de San Miguel. En dicha inspección se descubrió el sitio paleontológico La Gallina, una quebrada ubicada a 600 metros al suroeste de la carretera principal que conduce a La Unión, en el municipio de San Miguel, Departamento de San Miguel. Las coordenadas geográficas de la zona

donde se realizó la excavación son N 13°26'56.10" y O 88° 6'46.98". En ese terreno, la escorrentía de aguas lluvias ha generado una ampliación y brecha que ha

expuesto los sedimentos de interés. Dicha quebrada posee en algunos puntos hasta siete metros de profundidad (Fig.1)



Fig. 1. A) El triángulo muestra la ubicación de la quebrada La Gallina en el departamento de San Miguel. B) Vista del cañón creado en la quebrada.

Geología del lugar

De acuerdo con Baxter (1985), los suelos excavados pertenecen al miembro c1'1 de la Formación Cuscatlán y corresponden a sedimentos aluviales o fluvio-lacustres y por estar en contacto con suelos de la formación San Salvador, que han sido datados para mediados y finales del Pleistoceno se considera que el piso de la quebrada podría poseer la misma edad pleistocénica (Hernández, 2005).

La quebrada está orientada de Norte a Sur y posee una profundidad relativa del hombro a la base de 5.45 metros de altura a nivel promedio, el piso es arenoso y seco con algunas intercalaciones de

sustratos sedimentarios correspondientes a deposiciones de arenas mezcladas con arcillas y limos. Los horizontes observables se disponen de manera ordenada y con poca incidencia geológica, es decir, no poseen alteraciones debido a fenómenos geológicos observables como fallamientos y desprendimientos que hayan afectado al suelo portador desde su origen hasta la fecha. Las zonas en las que se desarrollaron las excavaciones son equivalentes de ambos lados, es decir, que no se perciben alteraciones ni esfuerzos en el piso de la quebrada y son paredes que tienen continuidad uniforme de un lado a otro del río.

Los sedimentos portadores se encuentran en tres capas principales de un paquete de 16 estratos, que se disponen de forma ordenada y horizontal, compuesta principalmente por cenizas y lutitas laminadas que se mezclan junto a otros sedimentos de re-depositación, que se observan en las partes más altas. Estos sedimentos

superiores se han cohesionado con algunos limos blanquecinos que se vuelven muy deleznable fuera del contexto (figura 2). De los horizontes levantados, solamente 3 son portadores de improntas vegetales que incluyen maderas en fragmentos, hojas y algas.



Fig. 2. Estratigrafía de la zona de excavación.

Trabajo de campo.

Para la extracción de los fósiles, se asignaron dos puntos de excavación, el primero en el margen oeste de la quebrada y el segundo en el margen este; luego, se seleccionaron secciones de 6 metros y se identificaron los horizontes portadores en todos los frentes aflorantes.

Para extraer los bloques de la matriz sedimentaria y poder identificar el material orgánico fósil, fue necesario el uso de martillos geológicos y espátulas. Cada bloque se limpió con a fin de eliminar elementos orgánicos y eliminar bacterias. Cuando los bloques o los especímenes contenidos en estos lo requerían, se les aplicaba también un reactivo químico

consolidante a fin de garantizar la estabilidad estructural. En algunos casos, también fue necesario hacer cortes en los bloques para eliminar el exceso de la matriz sedimentaria, de manera que estos se volvieran más manipulables para el embalaje y traslado al taller de conservación y restauración de fósiles del Museo de Historia Natural de El Salvador, en donde se dejaron expuestos sobre las mesas para que se secaran a temperatura ambiente.

Trabajo de laboratorio

Cuando los bloques se secaron completamente, se procedió a retirar las capas de sedimento que cubrían las improntas auxiliándose con bisturís, agujas de disección y exploradores dentales. Una vez realizada la limpieza total, cada pieza fue consolidada con una solución de polímeros sintéticos disueltos en thinner.

La identificación de las algas se llevó a cabo de febrero a mayo de 2017 y de marzo a junio del 2018. Inicialmente se observaron y analizaron un aproximado de cincuenta piezas conteniendo improntas de material orgánico. De todas ellas, solamente se seleccionaron veinticuatro piezas conteniendo material morfológicamente similar a talos de algas.

Debido a la escasa matriz orgánica presente en las improntas no se realizaron

cortes histológicos y el estudio se limitó a realizar mediciones morfométricas y al reconocimiento de aquellos caracteres sobresalientes que permitieran contrastarse con los presentados por los géneros de algas actuales; por ejemplo, cicatrices que permitieran conocer el arreglo de los cloroplastos, evidencias de paredes celulares, estructuras de fijación y estructuras reproductivas, entre otros.

Las observaciones y mediciones morfométricas se hicieron bajo la luz de un estéreo-microscopio marca MEIJI TECNO y de lupas de alta resolución; así mismo se hicieron registros fotográficos para su análisis posterior.

Para determinar los posibles géneros, se utilizaron las claves taxonómicas de Abbott, I. A., and J. M. Huisman. 2004; Abbott, I. A. 1999; Lee. R.E. 2008; Ortega M. 1984, Schnetter & Bula-Meyer. 1982, Taylor, W. R. (1945, 1960), Norris (2010), las descripciones de algas de Fernández Alvarado (2012) y también se consultó la base de datos AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2018).

El análisis morfométrico permitió comparar las características de las algas fósiles con géneros de algas existentes en la actualidad, encontrando grandes similitudes entre ellas; sin embargo, debido a que aún no se han realizado cortes de lámina fina o

análisis bajo un microscopio tomográfico de rayos X, en este informe preliminar se asignaron los géneros usando el prefijo aff. Las algas fósiles fueron depositadas en la colección paleontológica del Museo de Historia Natural de El Salvador y constituyen parte del patrimonio de la nación.

Resultados y discusión

Los análisis de laboratorio permitieron determinar seis géneros, del Phylum Chlorophyta; aff. *Codium* (Fig. 3, a) aff. *Cladophora* (Fig. 3b) aff. *Rhizoclonium*

(Fig. 3c). aff. *Cladophoropsis* (Fig. 3d) y aff. *Nitella* (Fig. 3e). También se identificaron doce talos de aff *Dictyota* (Fig. 4 a, b y c) del Phylum Ochrophyta y aff. *Gracilaria* del Phylum Rhodophyta (Fig.5)

A pesar de que las muestras fueron extraídas de una quebrada que muestra evidencias de haber albergado una laguna dulceacuícola, la mayoría de géneros que se encontraron son característicos de aguas marinas y salobres. En la actualidad solamente *Nitella* se desarrolla en ambientes lenticos de agua dulce y en ambientes salobres.

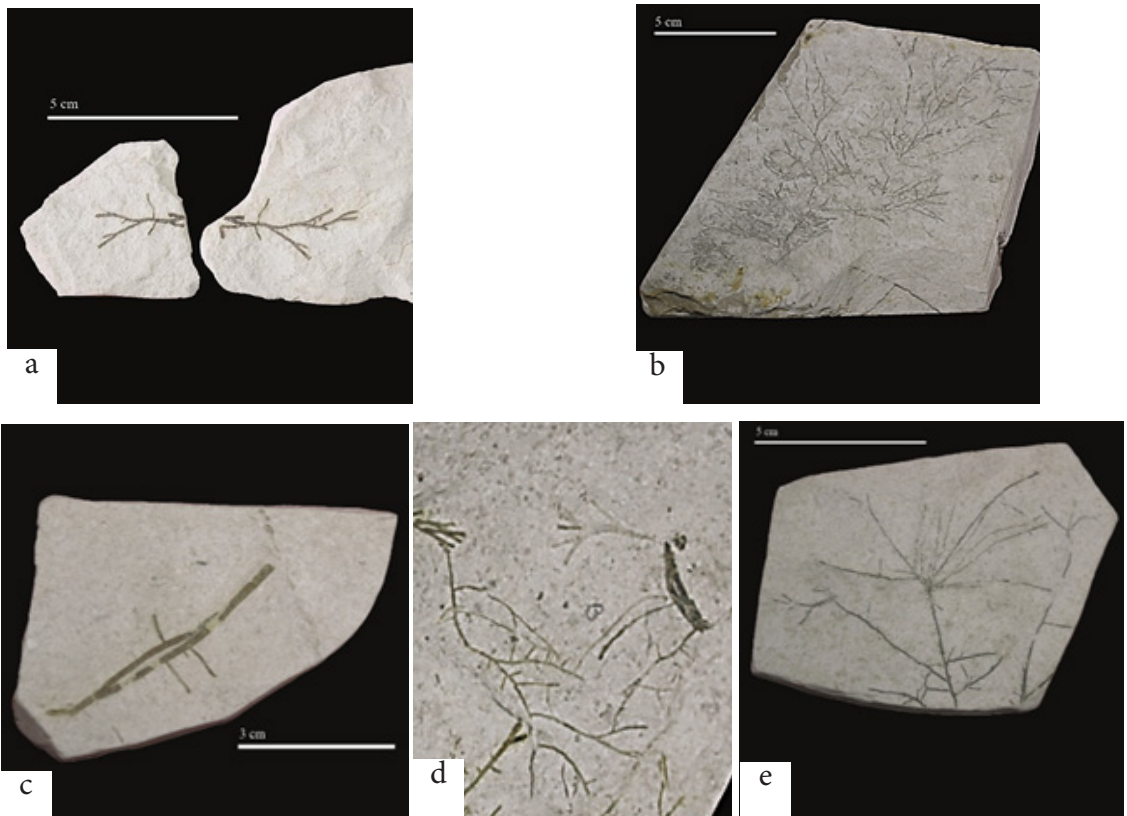


Figura 3. aff. *Codium*, color verde intenso, mostrando una ramificación entre dicotómica e irregular (a) aff. *Cladophora*, talo filamentosos formando mechones laxos y ramificación irregular (b) aff. *Rhizoclonium*, talo verde intenso, mostrando rizoides de fijación prominentes, cicatrices de cloroplastos parietales y paredes celulares engrosadas y blanquecinas (c). aff. *Cladophoropsis* mostrando ramificación simpodial de primer orden en varios planos, irregular (d) y aff. *Nitella* (e). Mostrando la típica ramificación verticilada en forma de candelabros.

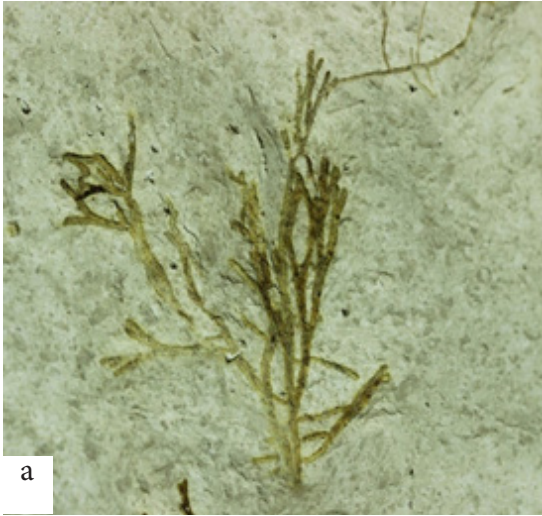


Figura 4 a, b, c. Talos aff. *Dictyota*, mostrando una marcada coloración café, con puntos claros y ramificación dicotómica. Se evidencian estolones basales para la fijación al sustrato (a y b).

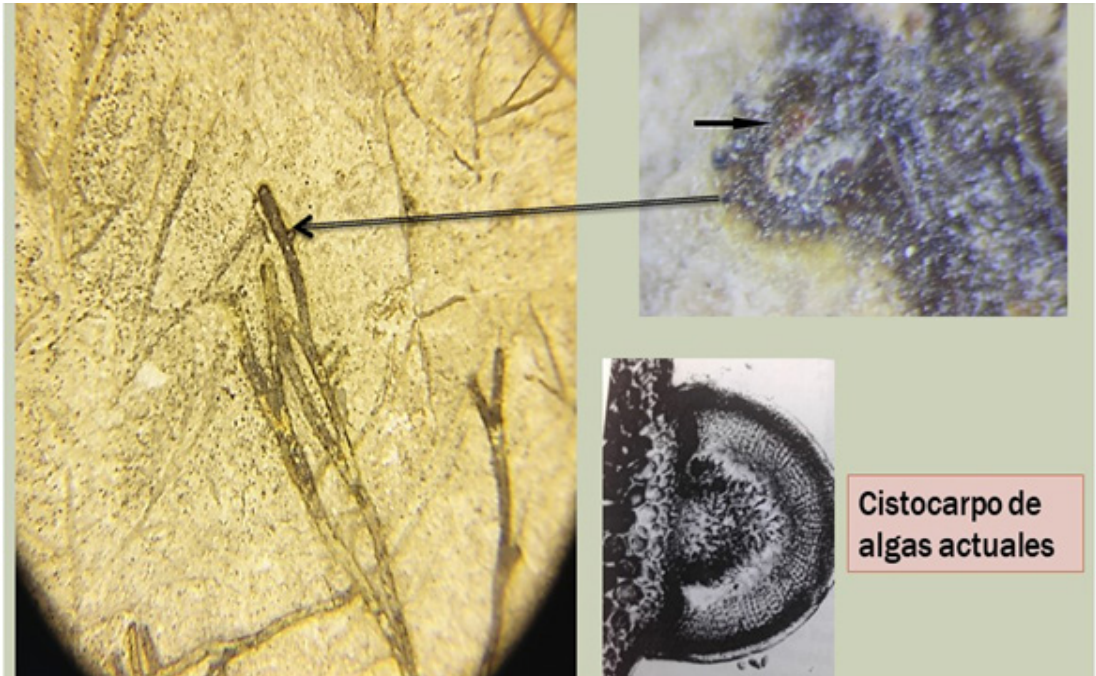


Fig. 5. Se muestra el talo de aff. *Gracilaria* (a). En la imagen b, se observa un acercamiento de los abultamientos que presentaba el talo en la superficie, que se asemeja a un cistocarpo, estructura de reproducción que presentan las algas actuales de ese mismo género.

De acuerdo con Lee (2008), algunos ordenes de algas verdes han podido dejar registros debido a que las especies tienden a calcificar las partes externas de sus talos, lo cual representa una ventaja para la conservación de fósiles ya que las características morfológicas se preservan bastante bien aunque las estructurales van desvaneciéndose gradualmente hacia el centro del talo a medida que se fosiliza la matriz orgánica ; este es el caso de algas de los órdenes Dasycladales y Bryopsidales, que incluye especies de algas calcificadas que se remontan al Período Triásico, aproximadamente 252 millones a 201 millones de años. Este autor reseña que

existen registros del género *Acetabularia* cuyos fósiles corresponden al Terciario y algas del género *Paleocodium* que corresponden al Carbonífero. Según Graham et al (2016), existen otros fósiles que datan de 700-750 millones de años que comparten características distintivas con algas modernas; se trata de algas filamentosas ramificadas que se parecen mucho al alga verde moderna *Cladophora* y que fueron encontrada en los depósitos de Spitsbergen, Noruega. En cuanto al género *Nitella*, los primeros fósiles de estas algas se informan para el Silúrico Superior (Lee 2008).

Los talos de aff. *Codium*, aff. *Cladophora*, aff. *Cladophoropsis*, aff. *Rhizoclonium* y aff. *Nitella* encontrados en el sitio paleontológico La Gallina, se observaban bastante bien preservados en cuanto a su forma y color, e inclusive en aff. *Rhizoclonium* se pudieron observar marcas que evidencian el arreglo reticulado de los cloroplastos, así mismo, en este talo se observa una gruesa pared celular sin pigmento y la presencia de un gran rizoide que funcionaba como estructura de fijación al sustrato (Fig. 3c); por su parte, aff. *Codium* conservo muy bien su forma y color y aun se evidencia parte de la matriz orgánica.

Rivera Charún (2019) afirma que en la actualidad las especies de algas del orden Charales son muy utilizados como marcadores bioestratigráficos para la datación de formaciones geológicas y reconstrucciones paleoambientales, debido a la alta calcificación de sus talos, pero sobre todo porque el órgano reproductivo femenino llamada oogonium secreta carbonato de calcio una vez que ocurre la fertilización y se deposita en las paredes que lo rodean para formar la girogonita, la estructura comúnmente fosilizada. (Rivera Charún 2019). Los talos de *Nitella* encontrados en La Gallina mantienen sus características morfológicas que le

caracterizan; es decir, la ramificación en forma de candelabros en la que prevalece un eje principal con filoides que se dividen en forma de Y, sin que se origine un eje principal (Figura 3e).

Se encontraron también diez improntas de algas morfológicamente muy similares al género *Dictyota*. Los talos encontrados presentan tallas que oscilan entre 1 a 5 cm, excediendo a las tallas de las algas actuales, informadas para el Pacífico de Centroamérica. Es importante remarcar que algunos talos de aff. *Dictyota* además de su color café y la típica ramificación dicotómica, también presentan puntos más claros sobre la superficie, lo cual podría indicar la presencia de puntos iridiscentes típicos de este tipo de algas; así mismo, algunas de ellas poseen evidentes estructuras estolóníferas de fijación (Fig. 4 a, b y c).

Haber encontrado a aff. *Dictyota* en el sitio paleontológico La Gallina parece estar indicando que este ambiente estuvo inundado por aguas marinas, ya que se trata del género más diverso en aguas tropicales y sub tropicales (Graham et al 2016).

Los mismos autores afirman que los depósitos del Mioceno han permitido determinar especímenes similares a los órdenes existentes Dictyotales,

Laminariales y Fucales que son eminentemente marinos. El orden Dictyotales ostenta una gran variedad de talos conspicuos y en el Pacífico tropical oriental, es una de los componentes conspicuo o incluso dominante de la ficoflora marina (Fernández 2012).

En relación a las algas rojas, a excepción de las algas coralinas, la mayoría de especies presentan talos con médulas gelatinosas y aunque existen muchos informes de algas fosilizadas, la identidad de tales restos es a menudo controvertida, cuando no poseen rasgos que permitan contrastarlas claramente con algas modernas; es por esta razón, que los informes de macroalgas rojas son escasos (Graham et al 2016). En nuestro estudio solamente se encontraron dos improntas de talos con características similares al alga roja del género *Gracilaria*. En este talo fue sorprendente encontrar una serie de abultamientos superficiales que se asemejan a las estructuras de reproducción sexual llamados cistocarpos, (Fig.5)

Lee (2008), afirma que los fósiles más antiguos y que proporcionan una fuerte evidencia de algas rojas, fueron encontrados en depósitos de 1200 millones de años en Somerset, Isla ubicada en el Ártico de Canadá, algas a las cuales nombraron *Bangiomorpha pubescens*, se trata de

filamentos anchos dispuestos radialmente con células en forma de cuña, parecidos al alga moderna llamada *Bangia*. Sin embargo, Bengtson et al (2017) informan dos algas multicelulares aún más antiguas que datan de 1.600 millones de años. Se trata de una colonia formada de algas filamentosas como hilos a la que llamaron *Rafatuzmia chitrakootensis* y otras con formas lobuladas *Ramathallus lobatus*, que presentan talos talo pseudoparenquimatosos con crecimiento apical, lo que sugiere que se trata de algas algas florideoficeas. Los autores reseñan que, si estas inferencias son correctas, *Rafatuzmia* y *Ramathallus* representan los rodófitos multicelulares más antiguos que se han descubierto.

A la luz de lupas de gran magnificación y del microscopio estereoscópico podemos inferir que en El Salvador hace 1 millón trecientos mil años existió un mar interior ubicado en el sitio paleontológico La Gallina y que probablemente con el correr de cientos de millones de años, debido a la dinámica geológica local o por algún evento climatológico extremo, este mar se convirtió en una laguna sedimentaria de agua dulce. La identificación de algas fósiles de origen marino constituye ahora un valioso hilo conductor para reconstruir la historia natural de nuestro país.

Esperamos que este primer acercamiento a la composición de la flora lagal fósil, sea el inicio de estudios más profundos para determinar si se trata de nuevos paleogéneros marinos.

Agradecimientos.

Agradecemos a Eunice Esther Echeverría Directora del Museo de Historia Natural y a Ana Martha Zetino, Directora de la Escuela de Biología por haber hecho posible esta investigación conjunta. A los Doctores Juan Manuel López Bautista y Cindy Fernández Alvarado por sus comentarios y ayuda con el género *Dictyota*, a Jennifer Benavides por su apoyo y a Daniel Aguilar por las largas tertulias en las que intentábamos dar una explicación a los hallazgos de algas marinas en la quebrada de La Gallina.

Referencias Bibliográficas

Abbott, I. A. 1999. Marine red algae of the Hawaiian Islands. Bishop Museum Press, Honolulu, Hawaii.

Abbott, I. A., and J. M. Huisman. 2004. Marine green and brown algae of the Hawaiian Islands. Bishop Museum Press, Honolulu, Hawaii.

Baxter, S., 1985. Léxico Estratigráfico de El Salvador. Comisión Hidroeléctrica del Río Lempa, CEL. 128 pp.

Bengtson S, Sallstedt T, Belivanova V, Whitehouse M (2017) Three-dimensional preservation of cellular and subcellular structures suggests 1.6 billion-year-old crown-group red algae. *PLoS Biol* 15(3): e2000735.doi:10.1371/journal.pbio.2000735

Fernández García C. 2012. Taxonomía y biogeografía de las familias *Caulerpaceae* (Chlorophyta), *Dictyotaceae* (Ochrophyta) y *Corallinaceae* (Rhodophyta) en el Pacífico de Centroamérica. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Marinas y Costeras.

Graham L.E, Graham J.M; Wilcox L.W y Cook M.E. 2016. *Algae*. 3ª Ed. LJLM Press.

Guiry, M. D., Guiry, M. D. & Guiry, G. M. (2019). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Recuperado en mayo 08, 2019, disponible en [http:// www.algaebase.org](http://www.algaebase.org).

Hernández, W., 2005: Nacimiento

y Desarrollo del Río Lempa. Servicio Nacional de Estudios Territoriales de El Salvador, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales.

Taylor, W. R. (1960). Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas. Michigan, EE. UU.: University of Michigan Press.

Lee, R.E. 2008. Phycology. 4^a Ed. Cambridge University Press.

Norris, J.N. 2010. Marine algae of the Northern Gulf of California: Chlorophyta and Phaeophyceae. Smith. Contr. Bot. 94: 1-276.

Ortega M. 1984. Catálogo de algas continentales recientes de México. Coordinación de la Investigación Científica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México 565 pp.

Rivera Charún M. L. 2019. Identificación y determinación de carofitas fósiles de las formaciones del cretáceo superior y paleoceno inferior. Región Cusco. Tesis. Universidad Ricardo Palma. Perú.

Schnetter, R. & Bula-Meyer, G. 1982. Marine Algen der Pazifikküste von Kolombien: Chlorophyceae. Bibliotheca Phycologia. 287 pp.

Taylor, W. R. (1945). Pacific Marine Algae of the Allan Hancock Expedition to the Galapagos Islands.: University of Southern California Press, Los Angeles California.

Uso de los recursos espacio-temporales por un ensamble de reptiles en un bosque nuboso de El Salvador

Use of spatial and temporal resources by an assembly of reptiles in a cloudy forest of El Salvador

Pérez-García, José Nicolás¹ y Paz-Quevedo, Oscar Wilfredo ²

¹(Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador, perezjose2493@gmail.com)

²(Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad de El Salvador, oscar.paz@ues.edu.sv)

RESUMEN

Se cuantificó la diversidad y se estimó el solapamiento y amplitud del nicho espacial y temporal del ensamble de reptiles del Parque Natural Cerro Verde, localizado en el departamento de Santa Ana. Se delimitaron tres zonas de muestreo dentro del bosque nuboso que rodea la zona de uso intensivo del Parque: Norte, Suroeste y Este. De enero a junio de 2016 se muestrearon tres transectos de 100 m longitud en cada zona. Se registró el microhábitat y hora en que fue observado por primera vez cada individuo de acuerdo a diez franjas horarias de una hora cada una, entre las 07:00 h-12:00 y 13:00-18:00. Los microhábitats se clasificaron en: hojarasca, tronco en pie, tronco caído, sobre hoja, entre hierbas, rama, roca y estructura artificial. Para estimar la diversidad se usaron los índices ecológicos: Margalef, Shannon-Wiener, Simpson y Pielou. Se empleó la ecuación de Pianka para estimar el solapamiento del nicho espacial y temporal, y la ecuación de Levins para estimar la amplitud del nicho. Se registraron cuatro especies de lacertilios y una de serpiente. La diversidad para el parque fue baja ($Mg=1.1$, $H'=1.2$, $\lambda =0.7$, $J=0.3$). La zona con mejor representación de especies e individuos fue la zona norte. Los microhábitats preferidos fueron hojarasca, entre hierbas y tronco en pie, y las franjas horarias cercanas al medio día las más usadas. No hubo sobreposición completa del nicho espacial y temporal. La mayoría de especies presentaron tendencia a ser especialistas en ambas dimensiones del nicho. Esto sugiere que son especies con baja competencia y con tendencia a ser especialistas en el uso de los recursos espacial y temporal.

Palabras claves: ensamble, diversidad, recursos, Parque Natural Cerro Verde.

ABSTRACT

We quantified the diversity and estimated the overlap and amplitude of the spatial and temporal niche of the reptile assembly of the Cerro Verde Natural Park, located in department of Santa Ana. Three sampling zones were delimited within the cloud forest that surrounds the intensive use area of the Park: North, Southwest and East. From January to June 2016 three transects of 100 m length were sampled in each zone. The microhabitat was recorded and the time when each individual was observed for the first time, according to ten time zones of one hour each, between 07:00 h-12:00 and 13:00-18:00. The microhabitats were classified: leaf litter, standing trunk, fallen trunk, on leaf, between grasses, branch, rock and artificial structure. To estimate the diversity, the ecological indexes were used: Margalef, Shannon-Wiener, Simpson and Pielou. Pianka's equation was used to estimate the overlap of the spatial and temporal niche, and Levins' equation to estimate the amplitude of the niche. Four species of lizards and one of snakes were registered. The diversity for the park was low ($Mg = 1.1$, $H' = 1.2$, $\lambda = 0.7$, $J = 0.3$). The area with the best representation of species and individuals was the northern zone. The preferred microhabitats were leaf litter, between Herbs and trunk Standing, and midday the most used time zone. There was no complete overlap of the spatial and temporal niche. Most species showed a tendency to be specialists in both dimensions of the niche, this suggests that those are species with low competition and tend to be specialists in the use of spatial and temporal resources.

Key words: assembly, diversity, resources, Cerro Verde Natural Park.

INTRODUCCIÓN

El ensamble, se define como un grupo de especies relacionadas filogenéticamente que coexisten y comparten recursos similares, se encuentran en un lugar y tiempo determinado (Fauth et al. 1996). El ensamble presenta importantes propiedades que pueden ser observadas, medidas y analizadas, ejemplo de ellas son la diversidad, distribución, abundancia y propiedades intrínsecas de cada especie (Zorro 2007).

Dentro de la Ecología Animal, uno de los

temas más importantes, es la determinación de cómo las especies utilizan los recursos disponibles. De manera tradicional para su estudio, el reparto de los recursos se divide en tres categorías: el hábitat, el alimento y el tiempo (Santoyo-Brito y Lemos-Espinal 2010). Por lo general, el reparto de recursos se establece entre miembros de especies simpátricas que cuentan con alguna semejanza en cuanto a su papel en la comunidad.

El estudio de los repartos de recursos a través de la amplitud y magnitud del nicho en cualquiera de sus dimensiones ayuda a

comprender la manera en que las especies coexisten (García-De la Peña 2007). La superposición (o solapamiento) del nicho está determinado por el grado en que dos especies comparten un conjunto de recursos comunes o utilizan las mismas partes del ambiente. Mientras que la magnitud (o amplitud) del nicho determina si una especie es generalista respecto al uso de un determinado recurso dentro de un ensamble (Santoyo 2009).

Sobre los reptiles del PNCV, prácticamente solo se cuenta con la estimación de las especies que pueden habitar en este hábitat, pero no hay estudios ecológicos para esta zona que determinen la composición y riqueza de especies. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue cuantificar la diversidad y estimar el uso de los recursos espacio-temporales del ensamble de reptiles del PNCV, para dar un aporte en el conocimiento de los mismos.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación geográfica

El Parque Natural Cerro Verde (PNCV), se ubica entre los 13° 49' N y 89° 39' W a 77 km de la ciudad de San Salvador, entre los 1950 y 2030 msnm, en el departamento de Santa Ana (Flores et al. 2012). Actualmente,

el PNCV forma parte del Área Natural Protegida Parque Nacional Complejo Los Volcanes, dentro del área de conservación Apaneca-Ilamatepec, declarada por la UNESCO en 2007 como Reserva de la Biosfera (MARN 2016) (Figura 1).

El PNCV posee un clima tropical de altura, con temperaturas promedio entre 15.5° C y 12° C (Gallo y Rodríguez 2007). El tipo de suelo corresponde a clase VI, es decir no aptos para cultivos intensivos. La humedad relativa promedio es de 80%; y las precipitaciones anuales son de 2,200 mm. Los vientos son muy variables, oscilan entre 1 y 5 nudos, es decir entre 10 km/h y 50 km/h (García et al. 2009). El área del PNCV constituye uno de los bosques nubosos más representativos del país. Estos bosques se desarrollan en sitios con altos promedios de precipitación y alta humedad relativa, lo que les proporciona el aspecto de bosques siempre verde. Delgado et al. (2000), clasifican al bosque nuboso como vegetación cerrada siempre verde tropical ombrófila montana nubosa.

Metodología

Se establecieron tres zonas de muestreo, localizadas en el área boscosa más representativa de la vegetación del bosque

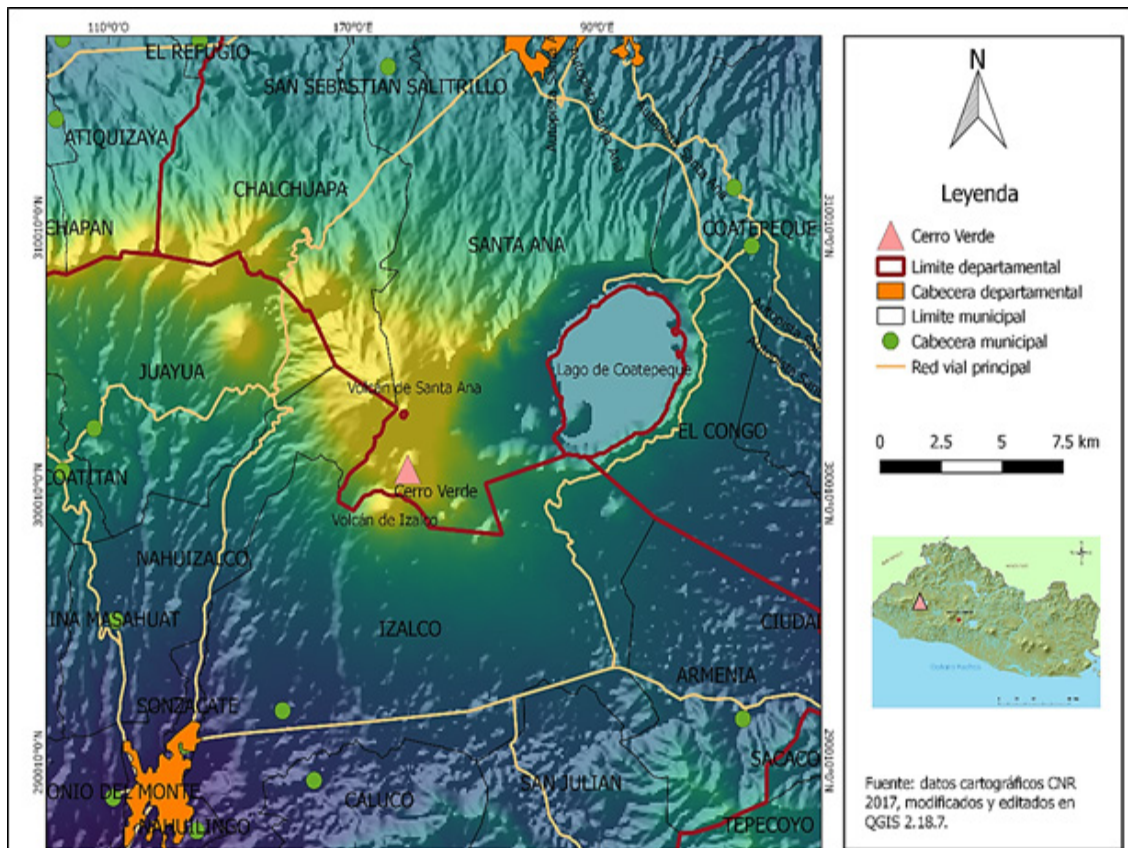


Figura 1. Ubicación geográfica del PNCV

nuboso y que rodea la zona de uso intensivo del Parque: zona Suroeste ($13^{\circ} 49' 29.63''$ N y $89^{\circ} 37' 30.63$ W), zona Norte ($13^{\circ} 49' 71''$ N y $89^{\circ} 37' 42''$ W) y zona Este ($13^{\circ} 49' 68''$ N y $89^{\circ} 37' 21''$ W). En el sector Oeste se ubican tierras privadas y es de difícil acceso, por lo que no se incluyó en el muestreo.

Dentro de cada zona se trazaron tres transectos de 100 m de longitud por 10 m de ancho (Figura 2). La disposición de los transectos no fue similar entre las zonas debido a las condiciones del terreno,

por lo cual, esta disposición obedeció a la dirección de los senderos turísticos preestablecidos por los guardaparques.

Muestreos

Se hicieron visitas mensuales al área de estudio con dos días de duración, entre enero y junio de 2016. En un día estándar de muestreo se recorrieron las tres zonas de muestreos en sus respectivos transectos. El horario de muestreo fue de 07:00 h a 12:00 h, y de 13:00 a 18:00 h. Conforme pasaban los días de muestreos, hubo alternación en

cuanto a la hora de visita a cada zona, de tal manera, que todas fueran muestreadas dentro del horario establecido. La toma de datos en cada transecto duró 40 minutos

aproximadamente. En cada transecto se aplicó la técnica de búsqueda intensiva de individuos (Carvajal-Cogollo et al. 2007); cuando no

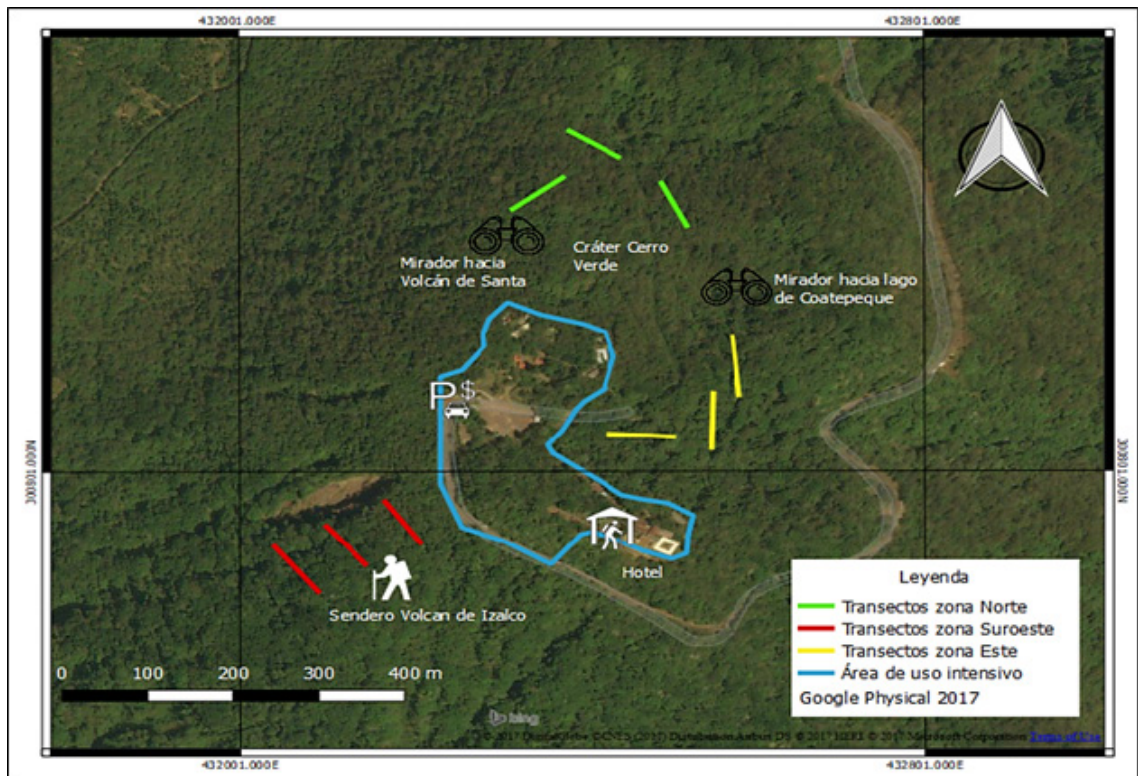


Figura 2. Ubicación de los transectos en cada zona de muestreo del PNCV.

fue posible la identificación de especie a simple vista, se capturaron manualmente los individuos y se usó la clave taxonómica descrita por Kholer et al. (2006), posterior a la identificación se liberaron los individuos. En cada sesión de muestreo se obtuvo la siguiente información: especie, número de individuos, hora de observación, microhábitat y actividad del individuo al momento de la observación (Stellatelli y

Vega 2010). El espacio se evaluó a través del uso de los microhábitats, los cuales se clasificaron en: hojarasca, entre la hierba, sobre roca, tronco en pie, tronco caído, sobre hoja, rama y estructura artificial. Respecto al tiempo, este se dividió en diez franjas horarias con una hora de duración cada una. Mientras que la actividad se agrupó en cuatro categorías: termorregulación,

reproducción, alimentación y refugio.

Análisis de datos

Diversidad total

Para establecer la riqueza total de reptiles, se usó el estimador Jack 2 y para estimar la diversidad total, se usaron los índices de Margalef y de Shannon Wiener. El índice de Simpson fue usado para establecer la dominancia de especies, mientras que el índice de Pielou para la equidad de especies.

Diversidad alfa

Para cada zona se estableció la riqueza de especies a través del estimador de riqueza Chao 2, ya que asume que los datos provienen de ambientes homogéneos. También, se obtuvieron los valores de diversidad de Margalef, Shannon Wiener; los valores de dominancia al aplicar el índice de Simpson y la equidad a través del índice de Pielou.

Diversidad beta

Se utilizó el índice de similitud de Sorensen para comparar el grado de similitud o asociación de las especies presentes en las zonas de muestreos a partir del número de

especies compartidas (Moreno 2001).

Todos los estimadores de riqueza e índices ecológicos de la diversidad total, alfa y beta fueron obtenidos por medio del programa BioDiversity Professional 2.0.

Solapamiento del nicho

El uso del microhábitat y horario de actividad de los reptiles se determinó usando la ecuación de Pianka, donde la superposición o solapamiento vale 0 cuando no existe superposición de la dimensión evaluada entre pares de especies y 1 cuando la superposición es completa: 100%.

Amplitud del nicho

Para determinar el nivel de especialización de cada una de las especies de reptiles, se calculó la amplitud o magnitud de nicho (espacial y temporal) utilizando el índice de amplitud de nicho de Simpson en forma estandarizada por Levins. Los valores cercanos a 0 indican que los organismos son selectivos y a 1, cuando son generalistas (Álvarez y Sarabia 2006).

Tanto los datos de solapamiento y magnitud del nicho espacial y temporal se obtuvieron para todo el Parque, ya que entre mayores

datos se tienen, mayor es la confiabilidad de los resultados de los índices. Estos datos fueron procesados en el programa Microsoft Excel 2013.

RESULTADOS

Resultados generales

Composición taxonómica

Se registraron cinco especies de reptiles, todas del Orden Squamata o Escamosos. Cuatro especies de lacertilios y una de serpiente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición taxonómica de los reptiles registrados en el PNCV.

ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Squamata	Lacertilia	Dactyloidae	Norops heteropholidotus (Anolis sminthus UICN)	Anolis vientre liso
			Norops tropidonotus (Anolis tropidonotus UICN)	Anolis escamoso
			Norops crassulus (Anolis crassulus UICN)	Anolis adornado
		Phrynosomatidae	Sceloporus malachiticus (Sceloórus internasalis UICN)	Talconete
	Serpentes	Dipsasidae	Tropidodipsas sartorii	Tragababosa anillada

Abundancia

En total se registraron 37 individuos de reptiles, de los cuales solo uno pertenece al grupo de las serpientes (*T. sartorii*), el resto son lacertilios. *Sceloporus malachiticus* fue

la especie más abundante con 21 individuos registrados, le sigue *Norops crassulus* con 10 individuos; *N. heteropholidotus* y *N. tropidonotus* fueron las menos abundantes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Abundancia de especies de reptiles registradas en el PNCV.

FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA ABSOLUTA
Dactyloidae	Norops heteropholidotus	3
	Norops tropidonotus	2
	Norops crassulus	10
Phrynosomatidae	Sceloporus malachiticus	21
Dipsasidae	Tropidodipsas sartorii	1
TOTAL		37

Distribución

En la zona suroeste se contabilizaron ocho individuos de tres especies del suborden

Lacertilia. *S. malachiticus* con seis, y *N. heteropholidotus* y *N. crassulus* con un individuo cada especie (Cuadro 3).

Cuadro 3. Distribución de los reptiles en cada zona estudiada del PNCV

ESPECIE	ZONA SUROESTE	ZONA NORTE	ZONA ESTE
<i>Norops heteropholidotus</i>	1	2	0
<i>Norops tropidonotus</i>	0	1	1
<i>Norops crassulus</i>	1	9	0
<i>Sceloporus malachiticus</i>	6	13	2
<i>Tropidodipsas sartorii</i>	0	1	0
TOTAL DE INDIVIDUOS	8	26	3
TOTAL DE ESPECIES	3	5	2

La abundancia de especie para la zona Norte fue de 26 individuos. Las especies más abundantes fueron *S. malachiticus* con 12 individuos, y *N. crassulus* con 9 individuos, mientras que *N. tropidonotus* y *T. sartorii* solo registraron un individuo cada especie.

En cuanto a la zona Este, solo se registraron dos lacertilios: *S. malachiticus* con dos individuos y *N. tropidonotus* con un solo individuo.

Diversidad

Diversidad total

De acuerdo al estimador de riqueza Jack 2, el número máximo de especies esperadas en el área es de siete, de modo que, con cinco registradas en este estudio, la representatividad es del 71% de esas especies. La diversidad determinada fue baja según los índices de Margalef (1.1) y de Shannon-Wiener (1.2) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Estimador de riqueza e índices ecológicos de la diversidad total del PNCV

Riqueza observada	Estimador Jack 2	Representatividad %	Margalef	Shannon-Wiener	Simpson	Pielou
5	7	71	1.1	1.2	0.7	0.3

Respecto a la dominancia, el índice de Simpson refleja una considerable dominancia de especie (0.7), mientras que el índice de Pielou refleja una baja equidad de especie en el área estudiada.

Diversidad alfa

Zona Suroeste. De acuerdo al estimador

Chao 2, es posible encontrar hasta cuatro especies de reptiles, por lo cual, se obtuvo una representatividad del 75%. Los índices de Margalef y Shannon-Wiener indican baja diversidad; el índice de Simpson denota leve dominancia de especie, y el índice de Pielou una equidad media de especies (Cuadro 5).

Cuadro 5. Estimador de riqueza e índices ecológicos para los reptiles de la zona Suroeste del PNCV.

Riqueza observada	Estimador Chao 2	Representatividad	Margalef	Shannon-Wiener	Simpson	Pielou
3	4	75%	0.91	0.63	0.53	0.48

Zona Norte. Según el índice Chao 2, es posible encontrar hasta siete especies, por lo cual, con cinco observadas, se logró una representatividad del 71%. Los índices

ecológicos indican baja diversidad de especies, baja dominancia y una intermedia equidad de especies (Cuadro 6).

Cuadro 6. Estimador de riqueza e índices ecológicos para los reptiles de la zona Norte del PNCV.

Riqueza observada	Estimador Chao 2	Representatividad	Margalef	Shannon-Wiener	Simpson	Pielou
5	7	71%	1.8	1.25	0.35	0.64

Zona Este. Las dos especies observadas obtuvieron una representatividad del 66% (Según el índice de Chao 2, se pueden observar tres especies como máximo).

Los índices ecológicos para esta zona indican baja diversidad de especies, baja dominancia y una intermedia equidad de especies (Cuadro 7).

Cuadro 7. Estimador de riqueza e índices ecológicos para los reptiles de la zona Este del PNCV.

Riqueza observada	Estimador Chao 2	Representatividad	Margalef	Shannon-Wiener	Simpson	Pielou
2	3	66%	0.62	0.50	0.33	0.66

Diversidad beta

De acuerdo con el índice de Sorensen, las zonas con mayor similitud de especies son las zonas Norte y Este, con 57% de

similitud. Mientras que el menor valor se genera entre las zonas Suroeste y Este (Cuadro 8).

Cuadro 8. Valores del índice de Sorensen entre pares de zonas de estudio del PNCV.

Zona	Suroeste	Norte	Este
Suroeste	-		
Norte	51%	-	
Este	50%	57%	-

Recurso espacial

En el cuadro 9 se presenta el número de individuos por especie encontrados en cada uno de los microhábitats. *S. malachiticus* fue la que estuvo presente en 5 de los ocho

microhábitats. *N. crassulus* ocupó tres microhábitats, *N. heteropholidotus* y *N. tropidonotus* dos. La única representante de las serpientes se registró en tronco caído.

Cuadro 9. Frecuencia de apareamiento de especies en cada microhábitat estudiado del PNCV.

Especie	Microhábitat							
	Hojarasca	Tronco en pie	Tronco caído	Estructura artificial	Sobre hoja	Rama	Entre hierba	Roca
Norops heteropholidotus	2	0	0	0	0	1	0	0
Norops tropidonotus	1	0	0	0	0	0	1	0
Norops crassulus	4	0	0	0	1	0	5	0
Sceloporus malachiticus	3	9	2	1	0	2	0	4
Tropidodipsas sartorii	0	0	1	0	0	0	0	0
Total de individuos	10	9	3	1	1	3	6	4

Sobreposición del nicho espacial

Los valores del índice de Pianka evidenciaron que la mayor competencia por los microhábitats surge entre *N. tropidonotus* y *N. heteropholidotus*

(0.63), mientras que *S. malachiticus* y *N. tropidonotus* poseen poca o casi nula competencia.

Cuadro 10. Valores de sobreposición del nicho espacial de los reptiles (lacertilios) del PNCV

Especie	Norops heteropholidotus	Norops tropidonotus	Norops crassulus	Sceloporus malachiticus
Norops heteropholidotus	-			
Norops tropidonotus	0.63	-		
Norops crassulus	0.31	0.55	-	
Sceloporus malachiticus	0.5	0.2	0.17	-

Amplitud del nicho espacial

Los valores de amplitud de nicho espacial son generalmente bajos. *S.*

malachiticus obtuvo el mayor valor (0.42) y *N. heteropholidotus* el menor valor (0.11) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Valores del índice de Levins de cada especie de reptil (lacertilios) del PNCV.

Especie	Valor del índice
Norops heteropholidotus	0.11
Norops tropidonotus	0.14
Norops crassulus	0.20
Sceloporus malachiticus	0.42

Recurso temporal

S. malachiticus fue la especie que usó más franjas horarias, se registró en nueve de las diez franjas establecidas. Le sigue *N. crassulus*, con seis franjas, *N. heteropholidotus* con tres, *N. tropidonotus* con dos y *T. sartorii* una franja horaria (Cuadro 12).

Sobreposición del nicho temporal

Los valores de la sobreposición del nicho temporal son significativamente altos, el mayor valor se genera entre *S. malachiticus* y *N. crassulus*, el segundo lugar corresponde al par entre *N. crassulus* y *N. heteropholidotus*, entre *N. tropidonotus* y *N. heteropholidotus* no hubo sobreposición temporal (Cuadro 13).

Cuadro 12. Frecuencia de aparecimiento de los reptiles en cada franja horaria.

Franja horaria	Especie					Total de individuos
	N. heterophilidotus	N. tropidonotus	N. crassulus	S. malachiticus	T. sartorii	
7:00-7:59	0	0	0	2	0	2
8:00-8:59	0	0	0	1	0	1
9:00-9:59	0	0	1	1	0	2
10:00-10:59	1	0	1	2	0	4
11:00-11:59	0	1	2	4	0	7
13:00-13:59	1	0	3	5	0	9
14:00-14:59	0	1	2	3	1	7
15:00-15:39	1	0	1	2	0	4
16:00-16:59	0	0	0	1	0	1
17:00-17:59	0	0	0	0	0	0

Cuadro 13. Valores de sobreposición del nicho temporal de los reptiles (lacertilios) del PNCV.

Especie	Norops heterophilidotus	Norops tropidonotus	Norops crassulus	Sceloporus malachiticus
Norops heterophilidotus	-			
Norops tropidonotus	0	-		
Norops crassulus	0.65	0.63	-	
Sceloporus malachiticus	0.64	0.61	0.94	-

Amplitud del nicho temporal

Los valores de amplitud del nicho temporal fueron intermedios. A *S. malachiticus* le corresponde el mayor valor y a *N. tropidonotus* el menor (Cuadro 14).

No fue posible establecer la sobreposición y amplitud del nicho espacial y temporal para las serpientes, debido a que solo se observó un individuo.

Cuadro 14. Valores de la amplitud del nicho temporal de los reptiles (lacertilios) del PNCV.

Especie	Valor del índice
Norops heterophilidotus	0.22
Norops tropidonotus	0.11
Norops crassulus	0.44
Sceloporus malachiticus	0.64

Actividad de los reptiles

Se registraron 20 individuos en actividad de termorregulación, 15 en alimentación y solo dos en reproducción. *S. malachiticus* fue la única especie que realizó las tres actividades (Cuadro 15).

DISCUSIÓN

Análisis general

Todas las especies que se encontraron (*N. crassulus*, *N. heteropholidotus*, *N. tropidonotus*, *S. malachiticus* y *T. sartorii*) son consideradas endémicas de la región de Mesoamérica nuclear según la IUCN (2016). De acuerdo con Young 2007, Sarukhán *et al.* 2009, Agudelo *et al.* 2012, Yaguana *et al.* (2012), Torres *et al.* (2013) y Batallas y

Brito (2014), los bosques nubosos, aunque no sean de gran extensión, como el caso del área estudiada, son importantes por la diversidad de reptiles que albergan; ya que muchas especies endémicas utilizan este ecosistema para subsistir (IUCN 2000).

De acuerdo al MARN (2015), las tres especies de *Norops* contabilizadas en el presente estudio, se ubican en la categoría de amenazadas de extinción. Sumado a esto, *N. heteropholidotus* y *N. tropidonotus* son nuevos registros para la zona geográfica estudiada, ya que solo se habían colectado especímenes en bosques similares de la zona noroccidente de El Salvador (Kholer *et al.* 2006).

Cuadro 15. Abundancia de especie en las principales actividades de los reptiles del PNCV.

Especie	Actividad			
	Termorregulación	Alimentación	Reproducción	Refugio
<i>Norops heteropholidotus</i>	1	2	0	0
<i>Norops tropidonotus</i>	1	1	0	0
<i>Norops crassulus</i>	3	7	0	0
<i>Sceloporus malachiticus</i>	14	5	2	0
<i>Tropidodipsas sartorii</i>	1	0	0	0
Total	20	15	2	0

La presencia de estas especies en el Bosque nuboso del PNCV, puede obedecer a las adaptaciones de los individuos a los ritmos

estacionales de la presencia o ausencia de llovizna y niebla dentro del bosque tal como lo mencionan González-Espinosa

et al. (2012) y Bustos-Zagal et al. (2013), los reptiles de estos ambientes son más conspicuos en días ligeramente soleados, que en días con presencia de niebla o días fríos.

Las cinco especies registradas resultaron ser un número representativo de reptiles para esta parte del país, teniendo en cuenta que la vegetación corresponde a bosque nuboso o de niebla a una altitud superior a los 1900 msnm. Se ha comprobado que, con el aumento de la altitud, la riqueza de reptiles tiende a disminuir, este fenómeno está determinado por la fisiología termal de la especie y temperatura del ambiente (Woolrich-Peña et al. 2006). Lo cual fue evidenciado en este estudio al registrar una temperatura ambiental durante los muestreos, entre los 17.9 y 19.5 °C. Contrariamente en otros estudios de zonas bajas del país donde la temperatura es mayor y por ende poseen mayor riqueza de especie (Lara 2011).

Henríquez (2004), realizó un estudio en el sector Los Andes-volcán de Santa Ana (Parque Nacional Complejo Los Volcanes, del cual el PNCV forma parte), donde, reconoció ocho especies de reptiles, cinco de estas en bosque nuboso (*Corytophanes percarinatus*, *N. crassulus*, *Dryadophis dorsalis*, *Tropidodipsas fischeri* y *Cerrophidium goodmani*), coincidiendo

con la riqueza obtenida, pero no con la composición. Con una abundancia de 16 individuos (frente a 10 obtenida por este estudio), *N. crassulus* fue la única especie en común. Se conceptúa que con mayores esfuerzos y áreas de muestreo es posible el registró de mayor número de especies e individuos, tal como lo señalan los estimadores de riqueza, pues la representatividad del presente estudio fue del 71%, por lo cual faltan especies por registrar.

Diversidad

La baja diversidad obtenida en el PNCV, (máximo esperado de 7 especies según Chao 2), pudo deberse a la dificultad para detectar especies con una baja densidad poblacional, hábitos predominantemente nocturnos, comportamiento escurridizos o raros.

Por otro lado, Contreras-Lozano (2011) y Martín-Regalado et al. (2011), Fernández y Lavín (2016), Reyes-Puig y Ríos-Alvear (2016), afirman que en ambientes de mayor altitud respecto al nivel del mar la diversidad de reptiles tiende a ser baja. Además, la alta dominancia y baja equidad de especies registrada está influenciada por la alta abundancia de ciertas especies del ensamble o comunidad estudiada, como por en este caso *S. malachiticus* y *N. crassulus*, son las especies más abundantes,

lo cual podría estar influenciando a que el ensamble presente alta dominancia de especie.

Hilje (2004) considera que la homogeneidad del bosque propicia a obtener baja diversidad de especies, como es el caso de la zona Suroeste y Este. Se estima que esta homogeneidad estaría produciendo menor variación climática y por ende menor calidad de microhábitat y ambientes para los reptiles. En cambio, la zona Norte al estar cercana a una zona de regeneración del bosque original, posee claros de bosques con lo cual estaría aportando mayor heterogeneidad ambiental y variabilidad climática a lo largo del día, situación que puede ser aprovechado para la presencia de reptiles.

Recurso espacial

En la repartición de los recursos, Santoyo (2009), puntualiza que, en los ensambles de reptiles, el espacio es la primera dimensión que dividen. Por ejemplo, las lagartijas, fraccionan dicho recurso en una gran diversidad de hábitat, lo cual se relaciona con el grado de complejidad estructural del hábitat; siendo en el presente estudio de ocho microhábitats. De éstos, se obtuvo que aquellos asociados al suelo, como hojarasca, entre hierba y tronco en pie, son los de mayor preferencia; en cambio las estructuras Artificiales y sobre Hoja,

los menos frecuentados. Probablemente porque la preferencia del microhábitat está influenciada por factores como: exposición solar, humedad, presencia o ausencia de depredadores, tipo de depredadores y facilidad de alimentación.

El hecho de detectar más individuos usando microhábitats cercanos al suelo, estaría relacionado con la protección que estos brindan ante posibles depredadores ornitofaunísticos, inversamente en microhábitats elevados, como rama y sobre Hoja, estarían mayormente expuestos y serían vulnerables ante depredadores.

La tendencia a usar la mayor cantidad de microhábitats por *S. malachiticus* es una estrategia de esta especie para facilitar la termorregulación, que le permite realizar el forrajeo, apareamiento y escape durante más tiempo a lo largo del día y del año, esto según los argumentos de Bustos-Zagal et al. (2013) y Siliceo-Cantero y García (2015).

Respecto a la sobreposición o solapamiento del nicho espacial, entre los pares de especies no se obtuvo sobreposición completa, el mayor valor sobresaliente lo registró *N. heteropholidotus* y *N. tropidonotus*, es decir estas especies, presentaron mayor competencia por usar los mismos microhábitats. En cambio, al comparar *S. malachiticus* con el resto de las especies, se obtienen valores bajos, 0.2 con

N. tropidonotus, y 0.17 con *N. crassulus*, indicando que *S. malachiticus*, prefiere evitar competir por el uso del microhábitat. De acuerdo con Santoyo (2009), determinar la amplitud del nicho espacial es fundamental para conocer la estructura del ensamble de reptiles, que por lo general se establece entre especies simpátricas. Pianka y Vitt (2003), manifiestan que, al abordar la amplitud del nicho, es común obtener ensambles con pocas especies generalistas y varias especies especialistas. Situación que se asemeja a la presente, pues tres de las cuatro especies a las que se le aplicó la fórmula, obtuvieron valores iguales o inferiores a 0.2 indicando que son especialistas para usar los microhábitats.

Los mecanismos que influyeron en la selección del hábitat por los reptiles de PNCV, se relacionaron con las fluctuaciones de la temperatura ambiente, por lo que, los sitios más importantes, son aquellos que sirven para el asoleo o termorregulación tal como lo señalan Gienger et al. (2002), Siliceo-Cantero y García (2015) para la herpetofauna de ambientes montañosos.

Recurso temporal

El uso del recurso temporal por los reptiles está estrechamente ligado a la termorregulación, ya que ésta es la que influye en la ecología, fisiología y comportamiento de estas especies. Al dividir

el tiempo diurno en 10 franjas horarias, en este estudio, se obtuvieron frecuencias de individuos diferentes en cada una de ellas, probablemente porque el uso diferencial de las horas junto con las estrategias de termorregulación permite a los reptiles mantener una óptima temperatura corporal, definiendo sus actividades biológicas diarias (Lara-Reséndiz et al. 2014).

Los pocos registros encontrados en este estudio en horas tempranas y crepusculares, es un indicador de que los reptiles del PNCV poseen horas de actividad diurnas restringidas al mediodía. Lo cual es congruente con lo manifestado por Pianka y Vitt (2003), García de la Peña et al. (2007) y Santoyo (2009), que los reptiles utilizan un reducido número de horas del día, sobre todo aquellas de mayor insolación. Igualmente, Pérez y Balta (2007) y Valdez (2013), afirman que el apareamiento de reptiles está determinado conforme aumenta la temperatura ambiente y de los microhábitats; y, que es a mediodía en que se favorecen las principales actividades de estos organismos haciéndolos más visibles. De acuerdo a los valores de sobreposición del nicho temporal, hay una activa competencia entre *N. crassulus* y *S. malachiticus*. Este último utilizó más franjas horarias, cuyo resultado es similar en especies de *Sceloporus* reportadas por

García de la Peña et al. (2007), por lo tanto, al hacer comparaciones con las demás especies, se obtendrá un valor significativo de sobreposición temporal. Contrario a esto, entre *N. tropidonotus* y *N. heteropholidotus* no hubo sobreposición, indicando que usan horas diferentes.

Con los datos obtenidos de la amplitud del nicho temporal, no se evidenció especies generalistas, la tendencia de los organismos fue usar horas específicas; que de acuerdo con Altamirano-Álvarez et al. (2012), la hora de actividad está estrechamente relacionada con la hora de actividad de las presas, sin embargo, la frecuencia de las principales actividades de los reptiles estudiados, denotó mayor actividad termorregulatoria, en segundo lugar alimentación y en último lugar actividad de reproducción. Estos resultados se obtuvieron probablemente, por las circunstancias del área estudiada, pues al tratarse de bosque nuboso y a una altura considerable, los reptiles necesitan aprovechar con eficiencia las horas de mayor insolación, para tener un metabolismo adecuado, y relegando en segundo lugar la alimentación.

Para Reaney y Whiting (2002), la diferencia en el uso del tiempo y el microhábitat, evidenciado en el presente estudio, es un mecanismo de coexistencia de las especies. Pues el uso diferencial de estos

recursos permitirá a lo largo del tiempo, el sostenimiento de la riqueza y abundancia de las especies que conforman el ensamble abordado.

CONCLUSIONES

El registro de reptiles del PNCV contó con cinco especies: cuatro de lacertilios y una de serpiente; con la posibilidad de registrar hasta siete especies. A pesar de que los índices de diversidad denotan baja diversidad de reptiles, la misma es aceptable al tomar en cuenta que se trata de un sitio localizado a los 2,030 msnm.

Entre las especies no hubo sobreposición completa del nicho espacial, indicando que son organismos que prefieren evadir la competencia por los mismos microhábitats. El mayor valor de amplitud del nicho espacial le corresponde a *S. malachiticus*, mostrando que es una especie con tendencia generalista. En cambio, los *Norops* obtuvieron valores bajos, manifestando que son especialistas; es decir, usan una reducida gama de microhábitats para llevar a cabo sus actividades principales.

Los reptiles del PNCV frecuentan en mayor medida las franjas horarias cercanas al medio día (11:00, 13:00 y 14:00 h), porque son horas de mayor insolación, favoreciendo la termorregulación de los

reptiles. *N. crassulus* y *S. malachiticus* se comportan como generalistas en el área de estudio, en el uso de las franjas horarias.

La relativamente baja competencia por el espacio y el tiempo de insolación diaria,

de los reptiles del PNCV, les permite la coexistencia a largo plazo, si las condiciones del entorno natural y artificial, se mantienen estables.

BIBLIOGRAFÍA

Agudelo, N.; Mora, J. M., Pérard, S. y J. C. Jut S. 2009. Extensión del Bosque Nublado y su Contribución de la Lluvia Horizontal a la Precipitación Total en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras. *Ceiba* Vol. 53(2): 109-123.

Altamirano-Álvarez, T. A.; Soriano S., M.; García Bernal, A. y N. P. Miranda González. 2012. Uso de los recursos espacio-temporales y alimentarios por una comunidad de serpientes, en Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Zoología*, núm. 23: 21-36.

Álvarez, A. T. y M. Sarabia. 2006. Espectro alimentario de *Aspidoscelis deppi* (Sauria: Teiidae). *Universidad Nacional Autónoma de México. Revista de Zoología*, 17: 39-45.

Batallas R., D. y J. Brito. 2014. Nueva especie de rana del Género *Pristimantis* del grupo *Lacrimosus* (Amphibia: Craugastoridae) del Parque Nacional Sangay, Ecuador. *Papéis Avulsos de*

Zoologia. Volumen 54(5):51-62.

Bustos-Zagal., M. G.; Manjarrez, J. y R. Castro-Franco. 2013. Uso de microhábitat y termorregulación en *Sceloporus horridus horridus* (Wiegmann 1939) (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 29(1): 153-163.

Carvajal-Cogollo, J. E.; Castaño-Mora, O.; Cárdenas-Arévalo, G. y J. N. Urbina-Cardona. 2007. Reptiles de áreas asociadas a humedales de la planicie del departamento de Córdoba, Colombia. *Caldasia* 29(2): 427-438.

Contreras Lozano, J. A. 2011. Distribución herpetológica del Cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León, México. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garzos, Nuevo León, México. 158 pp.

Delgado Olivares, F.; Graham, D.; Sloom, P.;

- Ventura, N.; Villacorta R. y J. Vreugdenhi. 2000. Mapeo de Vegetación Natural de Ecosistemas Terrestres y Acuáticos de Centro América. Capítulo El Salvador. Banco Mundial, CCAD, Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad de El Salvador.
- Fauth, J. E.; Bernardo, J.; Camara, M.; Resetarits, W. J.; Van Buskirk, J. Y S. A. McCollum. 1996. Simplifying the Jargon of Community Ecology: A Conceptual Approach. *The American Naturalist*. Vol. 147, (2): 282-286.
- Fernández L., A. y P. A. Lavín M. 2016. Richness and diversity of amphibians and reptiles in an altitudinal gradient at Sierra de Juárez, Chihuahua, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 32(3): 230-239.
- Flores S., M. C.; Cerritos G., M. E. y J. X. Cerritos G. 2012. Metodología básica para la formación de Ecoturismo para parques ecológicos: Cerro Verde y Walter Thilo Deininger. Trabajo de graduación para optar al grado de Técnico en Administración turística, Universidad Tecnológica de El Salvador. San Salvador, El Salvador. 177 pp.
- Gallo, M. y E. Rodríguez. 2007. Formulario de propuesta de Reserva de Biosfera Apaneca-Ilamatepec. San Salvador, El Salvador. 62 pp.
- García-De la Peña, C.; Gadsden, H.; Contreras B., A. J. y G. Castañeda. 2007. Ciclos de actividad diaria y estacional de un gremio de saurios en las dunas de arena de Viesca, Coahuila, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 141-147.
- García Q., N. Y.; Vega M., D. E. y C. E. Villegas M. 2009. Diversidad y composición de las Comunidades de Nymphalidae Lepidóptera: Rhopalocera; Ichneumonoidea y Chalcidoidea Hymenoptera: Apocrita en el Parque Nacional Cerro Verde, Departamento de Santa Ana, El Salvador, C. A. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador. 83 pp.
- González-Espinosa, M.; Meave, J. A.; Ramírez M., N.; Toledo A., T.; Lorea H., F.G. y G. Ibarra M. 2012. Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas* 21(1-2):36-54.
- Henríquez A., X. L. 2007. Estudio de la composición y estructura de la herpetofauna

- del área Natural Montaña de Cinquera, departamento de Cabañas y Cuscatlán, El Salvador. Trabajo de graduación para optar al grado de licenciado en Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador. 113 pp.
- Henríquez C., V. E. 2004. Propuesta de un sistema de monitoreo de especies indicadoras: anfibios y reptiles, en los Andes del Complejo los Volcanes, departamento de Santa Ana, El Salvador. Trabajo de graduación para optar al grado de licenciado en Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador. 67 pp.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). 2000. Bosques nublados tropicales montanos. 32 pp.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. On line. Consultado el 10 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>
- Köhler, G.; Veselý, M. y E. Greenbaum. 2006. The amphibians and reptiles of El Salvador. Krieger Press, Melbourne, Florida. 238 pp.
- Lara-Reséndiz, R.; Díaz de la Vega-Pérez, A.; Jiménez-Arcos, V.; Gadsden, H. y F. Méndez-De la Cruz. 2014. Termorregulación de dos poblaciones de lagartijas simpátridas: *Sceloporus lineolateralis* y *Sceloporus poinsettii* (Squamata: Phrynosomatidae) en Durango, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 875-884.
- Lara S., K. M. 2011. Diversidad de anfibios y reptiles del Área Natural Protegida de Normandía y los cultivos agrícolas aledaños al área, departamento de Usulután, El Salvador. Trabajo de graduación para optar al grado de licenciado en Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador. 87 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2015. Listado de especies amenazadas o en peligro de extinción. Acuerdo No 74.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2016. Guía de parques nacionales. En línea. Consultado el 22 de junio de 2016. Disponible en:
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir

- la biodiversidad. M. y T. Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Pérez Z., J. y K. Balta. 2007. Ecología de una comunidad de saurios diurnos de la Reserva Nacional de Paracas, Ica, Perú. *Revista peruana de Biología* 13(3): 169-176.
- Pianka, E. R. y L. J. Vitt. *Lizards. 2003. Windows to the Evolution of Diversity.* University of California press. Londres, Inglaterra. 91 pp.
- Reaney, R. L. y M. J. Whiting. 2003 Picking a tree: habitat use by the tree agama, *Acanthocercus atricollis atricollis*, in South Africa, *African Zoology*, 38:2, 273-278.
- Santoyo B., E. 2009. Ecología de la herpetofauna del Cañón de Chínipas, Chihuahua. Tesis para obtener el título de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgrado, Instituto de enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas. Montesillo, Texcoco, Estado de México, México. 90 pp.
- Santoyo-Brito, E. y J. A. Lemos-Espinal. 2010. Reparto de recursos de los gremios de lagartijas en el Cañón de Chínipas, Chihuahua, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 26(2): 435-450.
- Sarukhán, J.; Koleff, P.; Carabias, J.; Soberón, J.; Dirzo, R.; et. al. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 104 pp.
- Stellatelli, O. A. y L. E. Vega. 2010. Estructura del ensamble de anuros de la Reserva integral Laguna de los Padres (Buenos Aires, Argentina). *Cuad. Herpetol.* 24(10): 111-122.
- Torres, M.; Arendt, W. y J. M. Maes. 2013. Comunidades de aves y lepidópteros diurnos y las relaciones entre ellas en bosque nuboso y cafetal de Finca Santa Maura, Jinotega. *Encuentro No 95*: 69-79.
- Valdez V., J.H. 2013. Ecología térmica y uso de microhábitat de *Sceloporus hunsakeri* y *Sceloporus licki* (Sauria: Phrynosomatidae) en la Región del Cabo Baja California Sur. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigaciones del Noroeste. La Paz, Baja California Sur, México. 84 pp.
- Yaguana, C.; Lozano, D.; Neill, D. A. y M. Asanza. 2012. Diversidad florística y estructura del bosque nublado del Río Numbala, Zamora-Chinchipe, Ecuador: El "bosque gigante" de Podocarpaceae adyacente al Parque Nacional Podocarpus. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*

1(3): 226-247.

Young, B. E. 2007. Distribución de las especies endémicas en la vertiente oriental de los Andes en Perú y Bolivia. NatureServe, Arlington, Virginia, EE. UU. 92 pp.

Woolrich P., G. A.; Lemos E., J. A.; Oliver L., L.; Calderon M., M. E.; Gonzalez E., J. E.; Correa S., F. y R. Montoya A. 2006. Ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus grammicus* (iguanidae: phrynosomatinae) que ocurre en la zona centro-oriente de la ciudad de México. Acta zoológica Mexicana (n.s) 22(2): 137-150.

Zorro C., J. P. 2007. Anuros del Piedemonte Llanero: Diversidad y preferencias del microhábitat. Tesis para optar al grado de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 101 pp.

Aprovechamiento sostenible de los servicios ecosistémicos recreativos: Ecoturismo

Uso sustentável dos serviços ecossistêmicos recreativos: Ecoturismo. Sustainable use of recreational ecosystem services: Ecotourism

Oscar Wilfredo Paz Quevedo^{1,2}

¹Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador

Resumen: En la presente revisión, se destaca la relación existente entre las funciones ecosistémicas, que la naturaleza desarrolla sin la intervención humana, y el aprovechamiento que hacen las sociedades de dichas funciones, en sus diversas manifestaciones, bajo la figura de servicios ecosistémicos. Estos se clasifican en servicios de aprovisionamiento, de regulación, de hábitat y culturales, que comprenden los servicios de investigación, de educación y de recreación. Y es a partir de estos servicios que se ha podido iniciar y desarrollar el ecoturismo, una modalidad turística opuesta al turismo masivo perturbador de los ambientes naturales, con el fin de contribuir al desarrollo sostenible de los pueblos.

Palabras claves: aprovechamiento sostenible, servicios ecosistémicos, ecoturismo.

Abstract: In this review, is highlighted the relationship between ecosystem functions, which nature develops without human intervention, and the use that societies make of those functions, in their various manifestations, under the figure of ecosystem services. These are classified into provisioning, regulation, habitat and cultural services, which include research, education and recreation services. And it is from these services that it has been possible to initiate and develop ecotourism, a tourist modality opposed to mass tourism disturber of natural environments, in order to contribute to the sustainable development of nations.

Key words: Sustainable use, ecosystem services, ecotourism

Resumo: Nesta revisão, destaca-se a relação entre funções do ecossistema, que a natureza desenvolve sem intervenção humana, e o uso das sociedades dessas funções, em suas diversas manifestações, sob a figura de serviços ecossistêmicos. Eles são classificados em serviços de provisão, regulamentação, habitat e culturais, que incluem serviços de pesquisa, educação e recreação. E é a partir desses serviços que foi possível iniciar e desenvolver o ecoturismo, uma modalidade turística oposta ao turismo perturbador em massa de ambientes naturais, a fim de contribuir para o desenvolvimento sustentável dos povos.

palavras chave: Uso sustentável, serviços ecossistêmicos, ecoturismo, ecotourism

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas proveen a las sociedades humanas de bienes y servicios ambientales o ecossistêmicos, vinculados a funciones ecossistêmicas específicas. Entre esos servicios se tienen, refugio de especies silvestres, belleza escénica, producción de alimentos, recreación, cultura y recursos genéticos. Los servicios ecossistêmicos son, por tanto, los beneficios que las poblaciones humanas derivan directa o indirectamente de las funciones de los ecosistemas, o son los componentes y procesos de los ecosistemas que son consumidos, disfrutados o que conducen a aumentar el bienestar humano tomando en cuenta la demanda de los beneficiarios y la dinámica de los ecosistemas (Morocho 2018; Olmos-Martínez et al. 2015; Ramírez y López, 2016). Se clasifican en servicios de aprovisionamiento, de regulación, de hábitat y culturales, que comprenden los servicios de investigación, de educación y

de recreación (Ramírez y López, 2016). Y es a partir de estos servicios ecossistêmicos recreativos, que se ha podido iniciar y desarrollar el ecoturismo, una modalidad turística opuesta al turismo masivo de ocio pasivo, con altos niveles de perturbación en los ambientes naturales.

DESARROLLO DEL TEMA

En 2017, Báez en su compendio sobre el ecoturismo y el turismo sostenible en Costa Rica, hace una de las más completas recopilaciones de las diferentes definiciones y caracterizaciones del ecoturismo. Plantea que desde los 70's se proponen los primeros conceptos y definiciones sobre ecoturismo. Sin embargo, es hasta principios de los 90's que organismos internacionales como TIES (Sociedad Internacional de Ecoturismo) y OMT (Organización Mundial del Turismo) hacen sus propuestas. A continuación, se muestran varias de dichas definiciones

- Es el viaje responsable a las áreas naturales para conservar el medio ambiente y mejorar el bienestar de las personas locales.
 - Toda forma de turismo basado en la naturaleza en la que la motivación principal de los turistas sea la observación y apreciación de esa naturaleza o de las culturas tradicionales dominantes en las zonas naturales. Incluye elementos educativos y de interpretación.
 - Generalmente, si bien no exclusivamente, está organizado para pequeños grupos por empresas especializadas. Los proveedores de servicios que colaboran en el destino tienden a ser pequeñas empresas de propiedad local.
 - Procura reducir todo lo posible los impactos negativos sobre el entorno natural y sociocultural.
 - Contribuye a la protección de las zonas naturales utilizadas como centros de atracción de ecoturismo.
 - Es aquel segmento especializado del turismo responsable, que promueve y apoya la conservación de la naturaleza y los valores culturales de los destinos, los interpreta para el cliente, favorece el mejoramiento socioeconómico de las comunidades locales y persigue sensibilizar y satisfacer, de manera ética, a los clientes. Mantiene sus actividades con un diseño y a una escala apropiada al entorno y pone a sus clientes en contacto directo y personal con la naturaleza y la cultura local.
- Sin embargo, se tienen otras iniciativas internacionales que aportaron a la concepción teórica del ecoturismo (Zamora, Castro & Marín 2013)
- 1975: Entra en vigor el CITES, siglas que hacen alusión al Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la Flora y Fauna.
 - 1982: Se lleva a cabo la CNUDM, siglas que se refieren a la Convención sobre el Derecho del Mar, considerada como uno de los tratados multilaterales más importantes a nivel mundial.
 - 1991: Se emplea por primera vez el término de turismo sostenible.
 - 1992: El principal objetivo era la integración del desarrollo sostenible al turismo, por lo que dicha situación tuvo sus inicios en la Cumbre de Río.
 - 1993: Se crea el programa Hacia un Desarrollo Sostenible por la Comisión Europea. Para que el turismo se considere sostenible, se deben cumplir cinco principios:
 1. Los recursos naturales y culturales se conservan para su uso continuado en el futuro, al tiempo que reportan beneficios.
 2. El desarrollo turístico se planifica y gestiona de forma que no cause serios problemas ambientales o socioculturales.

3. La calidad ambiental se mantiene y mejora.
4. Se procura mantener un elevado nivel de satisfacción de los visitantes y el destino retiene su prestigio y potencial comercial.
5. Los beneficios del turismo se reparten ampliamente entre toda la sociedad (Lalangui et al., 2017).

De tal manera que, el concepto “ecoturismo” engloba todo tipo de turismo que involucre los principios de la sostenibilidad, por lo que debe quedar claro que el ecoturismo es un término aplicado a una modalidad particular de turismo sostenible.

En este sentido, el desarrollo turístico sostenible debe verse como la interacción balanceada en el uso apropiado de los recursos naturales y culturales, el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales y el éxito económico. Otros autores, ubican al ecoturismo prioritariamente dentro de áreas o espacios naturales protegidos, como La Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza, que ha definido al ecoturismo como “aquella modalidad turística responsable, consistente en viajar o visitar áreas naturales con el fin de disfrutar y apreciar la naturaleza, que promueve la conservación, tiene bajo impacto de

visitación y propicia un involucramiento activo y socioeconómicamente benéfico de las poblaciones locales”.

En tanto que Carrillo García et al. (2017) lo define como un viaje a destinos naturales que minimiza el impacto del turismo convencional y crea conciencia ambiental en los turistas y los residentes; provee beneficios económicos para la conservación y para el empoderamiento de la población local, respetando su cultura y apoyando los derechos humanos y movimientos democráticos. La definición propuesta por Morocho (2018) es consecuente con estas dos últimas, ya que la actividad ecoturística la ubica dentro de un área protegida, y consiste en el disfrute y contemplación de la naturaleza y proporciona oportunidades y beneficios para las comunidades que habitan en estos territorios. Además, el ecoturismo es un componente ideal de una estrategia de desarrollo sostenible donde los recursos naturales pueden ser utilizados como atracciones turísticas sin causar daño al área natural (González y Neri, 2015).

En todo caso, los siguientes elementos son cruciales para el éxito de una iniciativa de ecoturismo: tener un bajo impacto sobre los recursos de las áreas naturales; involucrar a los actores (individuales,

comunidades, ecoturistas, operadores turísticos e instituciones gubernamentales) en las fases de planificación, desarrollo, implementación y monitoreo; respetar las culturas y tradiciones locales; generar ingresos sostenibles y equitativos para las comunidades locales y para tantos actores participantes como sea posible, incluidos los operadores turísticos privados; generar ingresos para la conservación de las áreas protegidas; y educar a todos los actores involucrados acerca de su papel en la conservación (Carrillo García et al., 2017)

Sin embargo, aún hace falta investigar acerca de las realidades existentes en los proyectos ecoturísticos que se llevan a cabo, pues es fundamental conocer las diferentes estrategias empleadas, para evaluar si los proyectos mantienen una orientación hacia la conservación de los recursos naturales y si consideran la sustentabilidad social y cultural en los espacios donde se desarrolla o si se prioriza la rentabilidad económica de los mismos (Carballo, 2015).

CONCLUSIÓN

El término ecoturismo, aun es un concepto con diversas interpretaciones, aunque los diferentes autores concuerdan en ubicarlo como una modalidad particular

de turismo sostenible que debe entenderse como la interacción balanceada entre el uso apropiado de los recursos naturales y culturales, el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales y el éxito económico. Se desarrolla básicamente en las áreas naturales protegidas, cuyos planes de manejo lo contemplan y lo coloquen en sus respectivos programas de ecoturismo, para desarrollar el disfrute y apreciación de la naturaleza, que promueve la conservación, que tenga bajo impacto de visitación y propicia un involucramiento de las poblaciones locales.

Sin embargo, en muchos países no se ha puesto en valor esta actividad recreativa sostenible, y no representa ingresos significativos en las cuentas locales, regionales o nacionales.

REFERENCIAS

- Lalangui, J., Espinoza Carrión, C. R., & Pérez Espinoza, M. J. (2017). Turismo sostenible, un aporte a la responsabilidad social empresarial: Sus inicios, características y desarrollo. *Universidad y Sociedad* [seriada en línea], 9 (1), pp. 148-153. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/>
- Morocho Toaza, J. M. (2018). Valoración

del ecoturismo como servicio ecosistémico en el bosque de Polylepis, de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Olmos-Martínez, E., Arizpe-Covarrubias, O. A., Pérez, R. M. I., & Ortega-Rubio, A. (2015). Servicios ecosistémicos con potencial turístico del parque nacional Archipiélago Espíritu Santo, México. *Teoría y Praxis*, 158-173.

Ramírez Rostrán, M. F., Mercado, L., & Eduviges, D. (2016). Valoración participativa de servicios ecosistémicos prestados por el humedal RAMSAR de lago de Apanas y Asturias, Jinotega II semestre del 2015 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua).

Zamora, J., Castro, M., & Marín, A. (2013). Determinación de necesidades de investigación en turismo: Caso del Centro de Investigación en Turismo y Patrimonio de la Región de Valparaíso, Chile. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 22, pp. 926-952. Recuperado de [http:// www.redalyc.org/pdf/1807/180728713007.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/1807/180728713007.pdf)

Método de análisis destinado a la detección de Toxinas Marinas en productos pesqueros en El Salvador

Amaya, Oscar.¹ Ruiz, Gerardo.¹ & Quintanilla, Rebeca.¹

¹ Laboratorio de Toxinas Marinas LABTOX-UES. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Ciudad Universitaria. Final de Av. Mártires y Héroes del 30 julio, San Salvador, El Salvador, América Central.

Correo: oscar.amaya@ues.edu.sv, gearuro@gmail.com, rebekquintanilla@gmail.com

Resumen: Desde el 2011, investigadores del Laboratorio de Toxinas Marinas (LABTOX-UES) han puesto en marcha el ensayo receptor ligando (RBA) para estimar concentraciones analíticas de toxinas de tipo paralizante (PSP, por su nombre en inglés) en moluscos bivalvos y otros productos pesqueros, lo cual ha permitido brindar respuesta oportuna a brotes tóxicos de Mareas Rojas en El Salvador. Además del análisis de toxinas en moluscos, el método fue adaptado para analizar cangrejos, caracoles, tortugas marinas, y otros organismos de origen marino contaminados con potentes venenos generados por microalgas que pueden transferirse al hombre a través de la cadena alimentaria. La aplicación de este método ha permitido establecer una alerta temprana sobre la presencia de toxinas PSP durante brotes tóxicos de Mareas Rojas en 2011, 2012, 2013 y 2017 en El Salvador. LABTOX-UES ha proporcionado información técnica a las autoridades estatales fortaleciendo sus decisiones para establecer vedas a la extracción, comercialización y consumo de moluscos, mitigando el impacto en la salud pública y muy posiblemente salvaguardando vidas humanas. Instituciones como el Laboratorio de Ambiente Marino en Mónaco del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA-EEUU), han sido garantes en la aplicación de esta metodología al inter-comparar resultados. El Salvador es el primer país de América Latina en la aplicación de este ensayo en formato de microplacas.

Palabras claves: Mareas Rojas, Microalgas, Saxitoxinas, Moluscos, Ensayo Receptor Ligando.

Abstract: Since 2011, researchers at the Laboratory of Marine Toxins (LABTOX-UES) have implemented the AOAC official method 2011.27 receptor binding assay (RBA) to quantify the analytical concentration of paralytic-type toxins (PSP) in bivalve molluscs, this has allowed to provide timely response to toxic outbreaks of Red Tides and other effects in El Salvador. In addition, the method was adapted to analyze saxitoxins in crabs, snails, sea turtles, and other marine organisms contaminated with potent poisons associated with microalgae that can be transferred to humans through the food chain. The application of this method has allowed to establish an early warning about the presence of PSP toxins during toxic outbreaks of Red Tides in 2011, 2012, 2013, 2014 and 2017. LABTOX-UES has provided technical information to officials of state institutions strengthening their decisions to establish closures for the extraction, commercialization and consumption of mollusks, mitigating the impact on public health and most likely safeguarding human lives. Other institutions such as the Marine Environment Laboratory in Monaco of the International Atomic Energy Agency (IAEA) and the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA-USA), have been guarantors in the application of this methodology when comparing results. El Salvador is the first country in Latin America to apply this test in microplate format.

Key words: Red Tides, Microalgae, Saxitoxins, Molluscs, Ligand Receptor Assay.

INTRODUCCIÓN

Las Proliferaciones Algas Nocivas, comúnmente denominadas “Mareas Rojas”, pueden llegar a producir potentes toxinas de tipo paralizante (PSP) las cuales tienen un grave impacto en la salud pública y causan millonarias pérdidas a la industria pesquera en la costa del Pacífico de El Salvador, además de perjudicar especies amenazadas como las tortugas marinas. En 2011, 2012, 2013 y 2017 altos niveles de toxinas PSP asociadas a la microalga *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* fueron detectados en especies de moluscos, crustáceos y tortugas marinas; llegando en algunos casos a emitir vedas por parte

de las instituciones del Estado (Fig.1). A finales de septiembre y principios de octubre de 2013 ocurrió una mortandad de tortugas marinas, cuya cifra oficial declarada por funcionarios del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, fue de 201 tortugas marinas que arribaron muertas a diferentes playas de la costa salvadoreña, principalmente en el departamento de La Libertad. El LABTOX-UES, con el apoyo técnico del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (NOAA) ha implementado el ensayo receptor ligando o Receptor Binding Assay (RBA, por sus siglas en inglés) para la detección

de toxinas PSP en mariscos. Después de su validación por la AOAC (2011.27), este método oficial está siendo probado en diferentes laboratorios del mundo como un método rápido, sensible y alternativo al bioensayo en ratones.

Metodología.

Las muestras de ostras (*Crassostrea iridiscens*), caracoles (*Plicopurpura columellaris*), cangrejos (*Carcinus maenas*), mejillones (*Modiolus capax*) y tortugas marinas (*Chelonia mydas* y *Lepidochelis olivacea*) se prepararon de acuerdo a un proceso análogo a la metodología de extracción de saxitoxina para el bioensayo de ratón (AOAC 959.08). Dichas muestras fueron homogenizadas y se tomaron de 1 a 2g de tejido, utilizando como solvente de extracción, un volumen equivalente de HCl al 0.1 N.

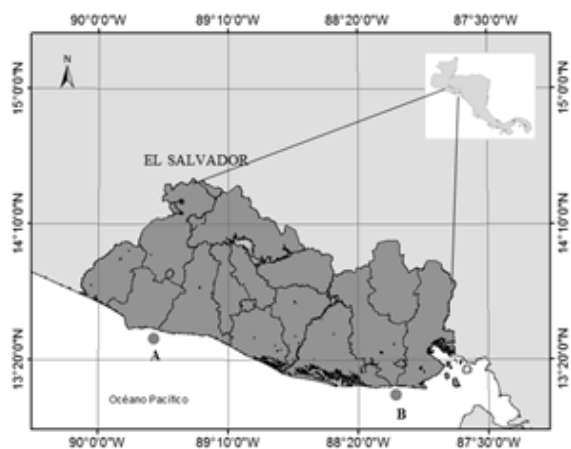


Fig. 1. Ubicación de estaciones de muestreo en las zonas afectadas por los eventos de floraciones algales nocivas ocurridas en 2011, 2012 y 2013, en El Salvador.

El pH del extracto se mide y corrige (si es necesario) para obtener un valor entre 3,0 y 4,0. Posteriormente, dicho extracto es llevado a ebullición durante 5 min y se deja enfriar a temperatura ambiente. Finalmente, el extracto es centrifugado (3400xg) y se limpia el sobrenadante con un filtro de tamaño de poro de 0.45 micras. Los extractos ácidos de las muestras se analizaron utilizando la técnica del ensayo receptor ligando para saxitoxinas (STX). Dicha técnica se basa en la interacción específica entre las toxinas y su blanco farmacológico, es decir, el canal de sodio dependiente de voltaje, en el sitio 1 para este tipo de toxinas y especies equivalentes o análogas. En este ensayo, una toxina radiomarcada ([³H] saxitoxina) compete con moléculas no marcadas para los sitios de los canales de sodio, presentes en una preparación de membrana de cerebro de rata o cerdo. Cuando se alcanza el equilibrio de unión, las [³H] saxitoxinas libres se eliminan por filtración y [³H] saxitoxinas ligadas al receptor se cuantifican por medio de un contador de centelleo líquido. La reducción de la cantidad de [³H] saxitoxina ligada al receptor es directamente proporcional a la cantidad de toxina no marcada presente; que representa, la cantidad de saxitoxina presente en la muestra o estándar de análisis.

Resultados y Discusión.

Se detectó actividad de saxitoxina similar en todas las muestras analizadas para los eventos de Marea Roja registrados entre 2011 a 2013. Los límites de detección del ensayo fueron aproximadamente 7,6 µg eq de STX/100 g de tejido, es decir, 10 veces menor que la del bioensayo en ratones. Las muestras se diluyeron, como fuese necesario, siempre que su concentración de toxinas PSP excede el rango lineal de la curva de calibración. Se realizaron tres diluciones en total en las proporciones de 1:10, 1:50 y 1:200; entre las cuales, está ubicada la concentración correspondiente al límite regulatorio internacional para moluscos de 80 µg eq de STX/100 g de tejido. Las concentraciones superiores a 2,500 µg eq de STX/100 g de tejido se detectaron en ostras y cangrejos en septiembre de 2011 (Figs. 2-3). El análisis de saxitoxina en tejidos de hígado, intestino y estómago de tortugas marinas arrojó acumulación de saxitoxina en concentraciones desde 116.11 hasta 478.28 µg eq de STX/100 g de tejido (Fig 3). También se analizaron ostras en las que se determinaron concentraciones de 58.33 µg eq de STX/100 g de tejido, es decir, por debajo del nivel regulatorio adoptado en El Salvador para toxina paralizante de 80.00 µg eq de STX/100 g.

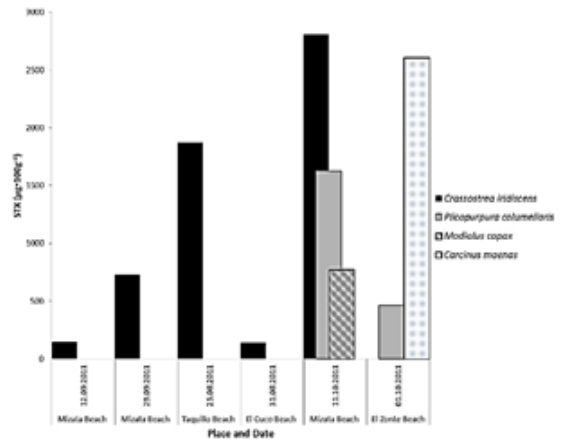


Fig. 2. Niveles de toxinas PSP (mg equiv. STX • 100 g-1 de tejido) determinados por RBA en 4 especies de mariscos (tres bivalvos y crustáceos uno) en El Salvador.

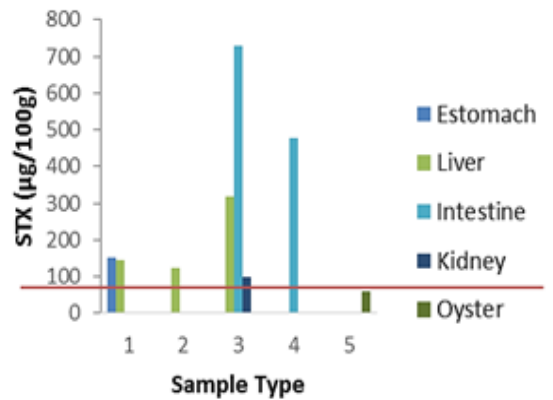


Fig. 3. Concentraciones analíticas de saxitoxinas encontrados en tortugas marinas y ostras en El Salvador durante agosto y septiembre de 2013, utilizando el ensayo receptor ligando RBA, la línea roja horizontal representa el nivel regulatorio en El Salvador

Altas densidades celulares de *Pyrodinium bahamense var compressum* se encontraron a 0 m, 3 m y 12 m de profundidad, durante los eventos tóxicos en aguas en la costa de El Salvador (Fig.4). Las toxinas PSP relacionadas con la proliferación del

dinoflagelado *Pyrodinium bahamense var compressum*, son recurrentes en El Salvador.

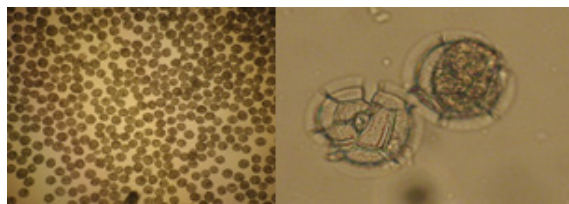


Fig. 4. . Micrografías de la microalga productora de PSP *Pyrodinium bahamense var. compressum*, que ha causado brotes tóxicos en El Salvador en septiembre de 2011, octubre de 2012 y agosto de 2013.

Conclusión.

El método oficial del ensayo receptor ligando (RBA), AOAC 2011.27 tiene la capacidad de analizar muestras de ostras, peces, cangrejos, caracoles tortugas marinas y otros productos del mar, con una amplia gama de niveles de toxinas. LABTOX-UES mantiene un monitoreo permanente de fitoplancton tóxico en la costa salvadoreña. Los informes de las densidades celulares y la concentración analítica de toxinas en moluscos se entregan a la comisión nacional de marea roja CONAMAR, conformada por el MARN, CENDEPESCA y MINSAL. La coordinación con las instituciones del Estado cuando se producen las mareas rojas es esencial. Para la mortandad de tortugas del año 2013, sugerimos que el fitoplancton tóxico se transmitió a las tortugas marinas a través de medusas como vectores de toxinas causándoles la muerte.

Los esfuerzos en curso se están dedicando a poner en práctica el método RBA para análisis de ciguatoxinas.

La aplicación del ensayo receptor ligando RBA, como un ensayo funcional (que permite la estimación del potencial tóxico en base a procesos bioquímicos) de gran sensibilidad, ha permitido una detección temprana de la presencia de toxinas PSP en productos pesqueros en El Salvador y probablemente han contribuido a salvar vidas humanas.

Es necesario implementar métodos que producen una respuesta rápida a los brotes tóxicos de Mareas Rojas en El Salvador. Popularizar el método RBA es un reto en América Latina y el Caribe.

Agradecimientos

Gracias al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) proyectos RLA7014 y ELS7007, por su apoyo para establecer el laboratorio LABTOX-UES y de la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (NOAA) para la cooperación y asistencia técnica. Al Consejo de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador CIC-UES por el aporte institucional del 5%

de contrapartida. A las autoridades de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática por el respaldo decidido a esta unidad de investigación.

Referencias Bibliográficas.

Barraza, J. 2009. *Toxicon* 54: 895-896.

Amaya, O. et al 2012. *Harmful Alge News* 45

Powell C et al 1999. *Natural Toxins* 7: 393-400.

Van Dolah F. et al 2009. *Journal of AOAC International* 92: 1705-1713.

Amaya, O. et al 2014. *Harmful Alge News* 48

Biodiversidad y distribución altitudinal de macromycetes en el Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador.

Biodiversity and altitudinal distribution of macromycetes in Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador.

Vásquez Díaz, Roberto Amado ^{1*} y Esquivel Vásquez, Rhina Esmeralda ^{1,2}.

¹ Departamento de Botánica, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Final Avenida Mártires y Héroes del 30 de julio, San Salvador, El Salvador. roberto.vasquez@ues.edu.sv

² Laboratorio de Micología, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Final Avenida Mártires y Héroes del 30 de julio, San Salvador, El Salvador.

Resumen: Biodiversidad y distribución altitudinal de macromycetes en el Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador. La finalidad de esta investigación fue generar nueva información que contribuya al conocimiento de la diversidad de macrohongos del Cerro La Palma y del país, además referenciar los valores de ámbito altitudinal y los tipos de sustrato en los cuales estos desarrollan su ciclo de vida. El proceso de investigación se llevó a cabo en dos fases, la primera, de campo, realizada en el Cerro La Palma, perteneciente al municipio de La Palma, Chalatenango, El Salvador, durante la época de transición seca-lluviosa, lluviosa y lluviosa-seca del año 2016. La segunda, de laboratorio, llevada a cabo en el Laboratorio de Micología, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Para la fase de campo la zona de estudio se dividió en tres zonas a diferentes valores de ámbito altitudinal, para determinar la diversidad de especies que se desarrollan en cada una de ellas. Se utilizaron claves dicotómicas y literatura especializada para la determinación y ubicación de las especies en las categorías taxonómicas correspondientes. Se identificaron un total de 263 especies de macromycetes, distribuidas en 154 géneros, todas ellas pertenecientes a las dos grandes divisiones taxonómicas que forman macro-carpóforos: Ascomycota y Basidiomycota. De acuerdo con los resultados obtenidos del cálculo de los Índices de Biodiversidad y Equitatividad, se concluye que la zona 1 fue la más diversa y equitativa, mientras que la zona 3 fue la menos diversa y equitativa. Es importante reconocer que los hongos no son sólo importantes en la dinámica de los ecosistemas, sino también en la dieta y la salud humana, por lo cual aumenta la necesidad de la conservación de estos recursos de productos forestales no madereros.

Palabras claves: Diversidad fúngica, Macromycetes, Ascomycota, Basidiomycota, Distribución altitudinal.

Abstract: Biodiversity and altitudinal distribution of macromycetes in Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador. The purpose of this research was to generate new information that contributes to the knowledge of the macro fungi diversity of Cerro La Palma and the country, in addition to referencing the values of the altitudinal reach and the types of substrate on which their life cycle is determined. The research process was divided into two phases, the first one, in the field, carried out in the Cerro La Palma, belonging to the municipality of La Palma, Chalatenango, El Salvador, during the dry-rainy, rainy and rainy-dry transition period of 2016. Moreover, the second, in the laboratory, carried out in the Mycology Laboratory, School of Biology, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University of El Salvador. For the field phase, the study area was divided into three zones at different altitude values, to determine the diversity of species that develop in each of them. Dichotomous keys and specialized literature were used for the determination and location of the species in the corresponding taxonomic categories. A total of 263 species of macromycetes were identified, distributed in 154 genera, all of them belonging to the two large taxonomic divisions that form macro-carpophores: Ascomycota and Basidiomycota. According to the results obtained from the calculation of the Biodiversity and Equity Indices, it is concluded that zone 1 was the most diverse and equitable, while zone 3 was the least diverse and equitable. It is important to recognize that fungi are not only important in the dynamics of ecosystems, but also in diet and human health, so the need for the conservation of these resources of non-wood forest products increases.

Keywords: Fungal diversity, Macromycetes, Ascomycota, Basidiomycota, altitudinal distribution.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el manejo, conservación y utilización de la biodiversidad debería ser una preocupación de la humanidad. Sin embargo los estudios sobre biodiversidad que se llevan a cabo a nivel mundial, se basan principalmente en especies superiores (plantas y animales), y poco o nada toman en cuenta a los hongos (Montoya et al. 2010).

Los organismos pertenecientes al reino Fungi representan uno de los cúmulos más grandes de biodiversidad, llevan a cabo actividades ecológicas que son de crucial importancia en todos los ecosistemas y presentan una enorme variabilidad en relación a su morfología y sus ciclos de vida. Todos estos organismos son tan diversos que se hace difícil dar una diagnosis diferencial concisa, son descritos como organismos, filamentosos (miceliares),

poseen crecimiento apical, presentan células eucarióticas, sin plastidios ni pigmentos fotosintéticos, son heterótrofos por degradación de sustancias orgánicas y absorción de los componentes nutricios, pueden presentar reproducción asexual y/o sexual por medio de esporas, y con su pared celular constituida principalmente por quitina o celulosa (Aguirre Acosta et al. 2012).

Poco se conoce sobre los factores o patrones que rigen a la flora micológica, a pesar de que es un componente importante y crucial de la biodiversidad global, de acuerdo con las estimaciones de Hawksworth en 1991; citado por Montoya et al (2010), hasta esa fecha se habían descrito el 5% de las 1,5 millones de especies que deben existir en el planeta (Montoya et al. 2010), sin embargo actualmente se maneja que se han descrito entre el 8% y 10% de las especies de hongos. Los hongos poseen la capacidad de crecer y desarrollarse en todos los climas y altitudes, por lo que se conocen como cosmopolitas, y son particularmente diversos en bosques húmedos (Ortiz-Moreno 2010).

Durante la última década la diversidad fungal ha recibido una creciente atención, esto se debe principalmente en parte a que los hongos están siendo estudiados y utilizados en procesos de producción de antibióticos, enzimas y alimentos, así como también como pulpa biodegradable para

papel y como biorremediación química (Lodge 1997, Morales et al. 2002, Bolaños y Soto Medina 2012, U. Flores et al. 2014). Los macromycetes se desarrollan y crecen mejor en los climas templados que en climas tropicales, pero la diversidad de estos organismos tiende a ser mucho mayor en los trópicos y subtrópicos, que en latitudes más altas, los motivos por los cuales la diversidad de hongos es más alta en latitudes bajas no siempre son claros, pero de acuerdo a especialistas en el área de micología, la diversidad de ecosistemas, la abundancia de recursos y la diversidad de hábitat son factores de contribución importantes (Lodge 1997).

Los macrohongos constituyen un grupo útil de prueba para tener una mejor comprensión del concepto “diversidad biológica” y para la comprensión de los cambios ambientales que muy probablemente pueden afectar de una forma u otra la biota entera de un sistema. Estos organismos son encontrados en cada entorno terrestre y directa e indirectamente están expuestos a diferentes formas y tipos de perturbación (Allen et al. 2000).

Los hongos son muy importantes desde el punto de vista ecológico ya que ellos sostienen papeles claves en la dinámica nutritiva, procesos de descomposición, potencial de uso, reciclaje de nutrientes, ciclos biogeoquímicos, salud de suelo,

mutualismos e interacciones de especies, así como en procesos de ecosistema totales. A pesar de su importancia funcional, muchas veces estos organismos son a menudo pasados por alto y excluidos de iniciativas de conservación (García Lemos y Bolaños Rojas 2010, Angelini et al. 2015).

La fructificación de los macrohongos en una determinada región geográfica, se verá influenciada por la elevación y la latitud, mientras que la temperatura y las precipitaciones siempre ejercerán efectos sobre estos (Lodge et al. 2004).

Los hongos formadores de carpóforos (macrohongos), se encuentran en dos de los principales grupos taxonómicos del Reino Fungi: Ascomycota y Basidiomycota (McKnight K. y McKnight V. 1987, Mata et al. 2003).

A la fecha, en nuestro país son pocos los estudios sobre macromycetes que se han realizado, cabe destacar los aportes importantes de Toledo 1977, Toledo y Escobar 1983, Olmedo 1988, Escobar y Orellana 1996, DíazHernández 1997, Juárez Batán y Rodríguez Santos 2003, Delgado García 2010, Toledo Ascencio, 2011 y Maekawa et al, 2013. De estos estudios únicamente el de Toledo y Escobar (1983), reportan la recolección de especies para algunos sitios de Chalatenango (La Palma, El Pital y Dulce Nombre de María). A pesar de que las investigaciones relacionadas a

estos organismos han sido escasas, a la fecha no se cuenta con una sistematización de todos los trabajos de investigación nacional sobre la biodiversidad de macrohongos de El Salvador.

El objetivo de este estudio es determinar la diversidad de macromycetes del Cerro La Palma, durante la durante la época de transición seca-lluviosa, lluviosa y lluviosa-seca del año 2016, así como conocer los valores de ámbito altitudinal y los tipos de sustratos en los cuales estos desarrollan su ciclo de vida, y contribuir de esta manera al conocimiento de las especies de estos organismos para nuestro país.

Materiales y métodos.

El Salvador está situado en la parte exterior del cinturón climático de los trópicos. Durante el año, los cambios en las temperaturas son pequeños, en contraste a las lluvias que muestran grandes oscilaciones en el transcurso del año. Se presentan dos épocas (seca y lluviosa) y dos transiciones (seca-lluviosa y lluviosa-seca) (SNET, 2015). El Cerro La Palma, se ubica en el municipio La Palma (Kilómetro 84 ½ de la carretera Troncal del Norte), en el departamento de Chalatenango, El Salvador (figura 1).

Para el proceso de trabajo de campo, el sitio de estudio se dividió en tres zonas de muestreo a diferentes valores de ámbito

altitudinal, de la siguiente manera: zona 1, de 1,000 a 1,200 msnm, zona 2 de 1,201 a 1400 msnm y zona 3 de 1,401 a 1,600 msnm. Se realizaron un total de 11 muestreos de campo entre los meses de junio y octubre de 2016, con un intervalo de 15 días entre cada muestreo. Para la recolección de muestras se utilizó el tipo de muestreo oportunista, ya que esta técnica permite realizar un muestreo exhaustivo de colecta de diferentes organismos, evitando dejar especies sin muestrear (Lodge et al. 2004, Mueller 2004, Halling 2005). Las unidades de muestreo naturales son apropiadas para las especies que fructifican sobre hojas, troncos, o conos, mientras que se requieren unidades de muestreo arbitrarias para descomponedores de basura o humus y para hongos micorrízicos (Mueller et al. 2007). La recolección se realizó en un solo sendero de aproximadamente 8 kilómetros de longitud, iniciando a 1,000 msnm y terminando en una altitud de 1,600 msnm. Se recolectaron todos aquellos carpóforos que se encontraban a 10 metros a la derecha y 10 metros a la izquierda del sendero trazado. Para la toma de los datos en campo, inherentes a cada especie encontrada, se hizo uso de una ficha matriz. La identificación de especies se realizó en el laboratorio de Micología de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad

de El Salvador, para ello se hizo uso de diferentes documentos de identificación de Géneros y Especies, tales como claves taxonómicas y bibliografía especializada, entre ellos: Claves para identificar algunos géneros de Basidiomycetes (Escobar 1974), Claves para identificar algunos géneros de Ascomycetes (Escobar 1976), Apuntes de Micología Básica (Escobar 1985), Hongos Agaricoideos de la Yungas Argentinas (Niveiro et al. 2014), Claves Taxonómicas en páginas web, además de diferentes glosarios ilustrados, libros y guías de campo tales como: Hongos de El Salvador (Maekawa et al. 2013), Macrohongos de Costa Rica Volumen I (Mata 2003) y Volumen II (Mata et al. 2003), Mushrooms Peterson Field Guides (McKnight y McKnight, 1987), Guía de Campo de los Hongos más vistosos de Chile (Furci George-Nascimento 2008) y Setas de Colombia (Franco-Molano et al, 2000).

Para la observación de esporas (forma y reacciones químicas), ascas, basidios, hifas (tipo, presencia/ausencia de septos), y otras estructuras (ornamentaciones), de importancia taxonómica como setas, cistidios, células en escoba, etc, se realizaron preparaciones al fresco del píleo, himenio y estípite, mediante cortes histológicos realizados a mano alzada haciendo uso de

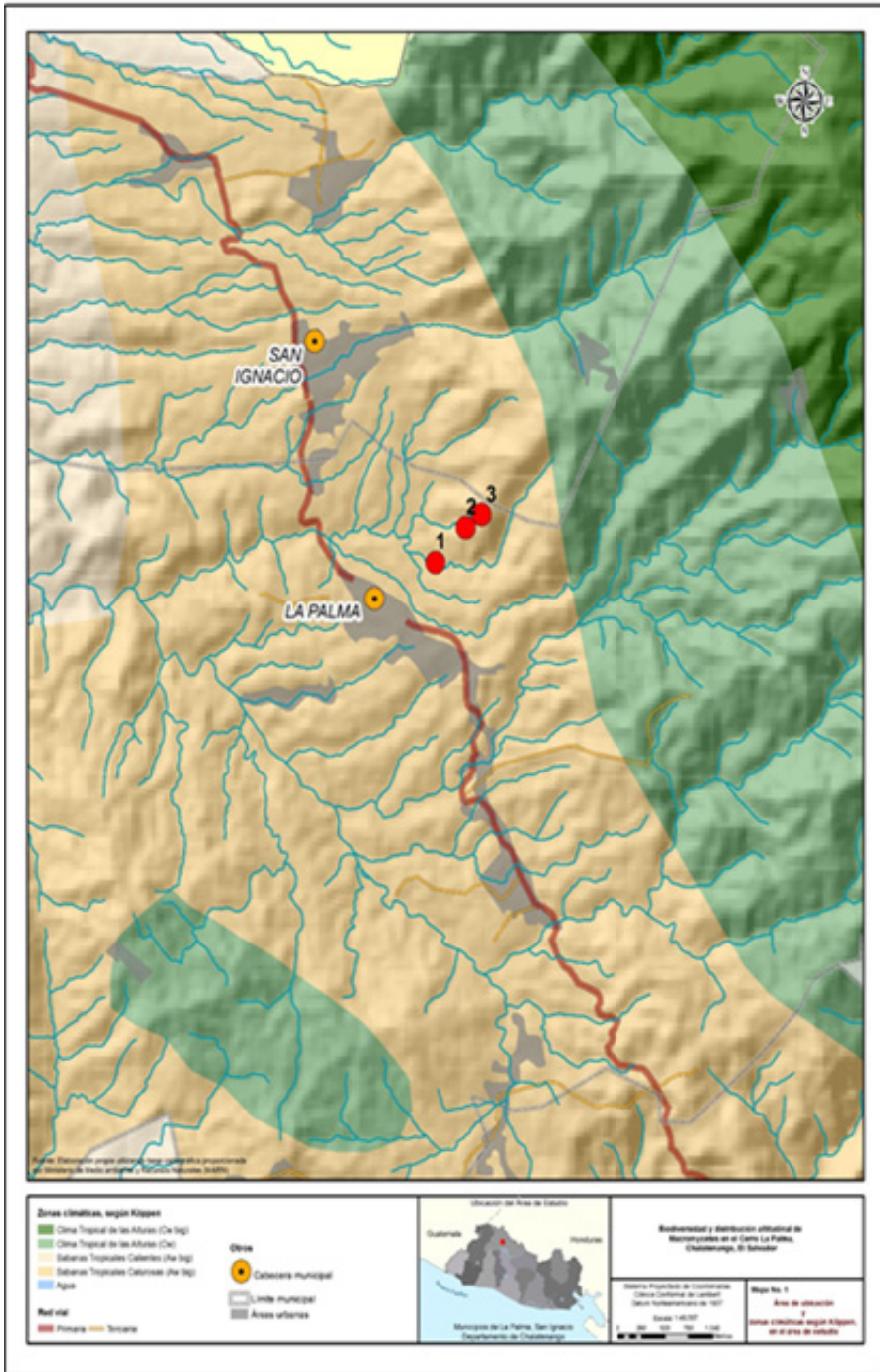


Figura 1. Ubicación geográfica del sitio de estudio

una lámina de afeitar, estos se montaron en portaobjetos de vidrio para ser visualizados en microscopio de campo claro, en aquellos que fue necesario se utilizaron diferentes reactivos y colorantes como:

azul de metileno, safranina al 1%, Lugol, Sulfato ferroso e Hidróxido de Potasio al 10% (KOH 10%). Para la observación de la forma y disposición de estructuras en el himenio de los macrohongos se utilizó un

estereoscopio. Tanto en la fase de campo como en la fase de laboratorio se hizo uso de una cámara marca Samsung para la toma y documentación mediante fotografías.

Todos los datos obtenidos fueron vaciados a una hoja de Excel, se realizó un análisis de la Densidad Relativa (D.R %) y la Frecuencia de Ocurrencia (F.O %) de acuerdo grupos taxonómicos identificados, para la interpretación de diversidad de especies en cada una de las tres zonas se aplicó el Índice de Diversidad de Shannon-Weiner e Índice de Diversidad de Simpson, y para datos de Equitatividad de utilizó el Índice de Margalef e Índice de Pielou,

para su respectivo cálculo se hizo uso del software estadístico Past 3.

Resultados.

En relación a diversidad se registraron un total de 263 especies fúngicas y en relación a abundancia 9,722 cuerpos fructíferos; de los cuales 3,716 pertenecen a la División Ascomycota y 6,006 pertenecen a la División Basidiomycota.

En la tabla 1, se presenta la distribución de los Órdenes, Familias y Especies de cada una de las Divisiones reportadas en la presente investigación.

Tabla 1: Distribución de Órdenes, Familias y Especies en cada División.

División	Número de Órdenes	Número de Familias	Número de Géneros	Número de Especies	Número T.C.	D.R. %
Ascomycota	6	12	26	35	3716	38.23
Basidiomycota	20	52	128	228	6006	61.77
TOTAL	26	64	154	263	9722	100.00

*T.C= Total de Carpóforos y D.R%= Densidad Relativa (%).

Para la División Ascomycota se identificaron organismos pertenecientes a dos grandes clases: Discomycetes y Pyrenomycetes; se reporta un total de 6 Órdenes: Geoglossales, Helotiales, Pezizales, Clavicipetales, Hypocreales y Xylariales, de estos el Orden Pezizales presenta 6 Familias, el Orden Helotiales agrupa dos Familias; y los órdenes Clavicipetales, Geoglossales, Hypocreales y Xylariales con 1 Familia cada uno. Por lo tanto dentro de la División Ascomycota se agrupan un total de 12

Familias. En esta División se registraron un total de 35 Especies distribuidas en 26 Géneros (Anexo A).

En la tabla 2, se presenta el número de Familias y su distribución en cada uno de los Órdenes identificados, estos a su vez se agrupan en las dos Clases identificadas, se incluye además el número total de ascocarpos (T.A.); que se agrupan en cada Orden y la Densidad Relativa correspondiente.

Tabla 2. Distribución de las Familias, Géneros y Especies en cada Orden de la División Ascomycota; Total de Ascocarpos (T.A) y Densidad Relativa (%) en el Cerro La Palma, Chalatenango (junio-octubre 2016).

División	Clase	Orden	Número de Familias	Número de Géneros	Número de Especies	T. A.	D.R. %
Ascomycota	Discomycetes	Geoglossales	1	1	1	3	0.03
		Helotiales	2	4	4	152	1.57
		Pezizales	6	14	17	2,875	29.57
	Pyrenomycetes	Clavicipetales	1	1	1	5	0.05
		Hypocreales	1	2	3	66	0.68
		Xylariales	1	4	9	615	6.33
TOTAL			12	26	35	3,716	38.23

En la figura 2, se puede apreciar la distribución de especies en cada uno de los órdenes de la división Ascomycota y en la figura 3 se presentan imágenes de los géneros más representativos reportados para esta división.

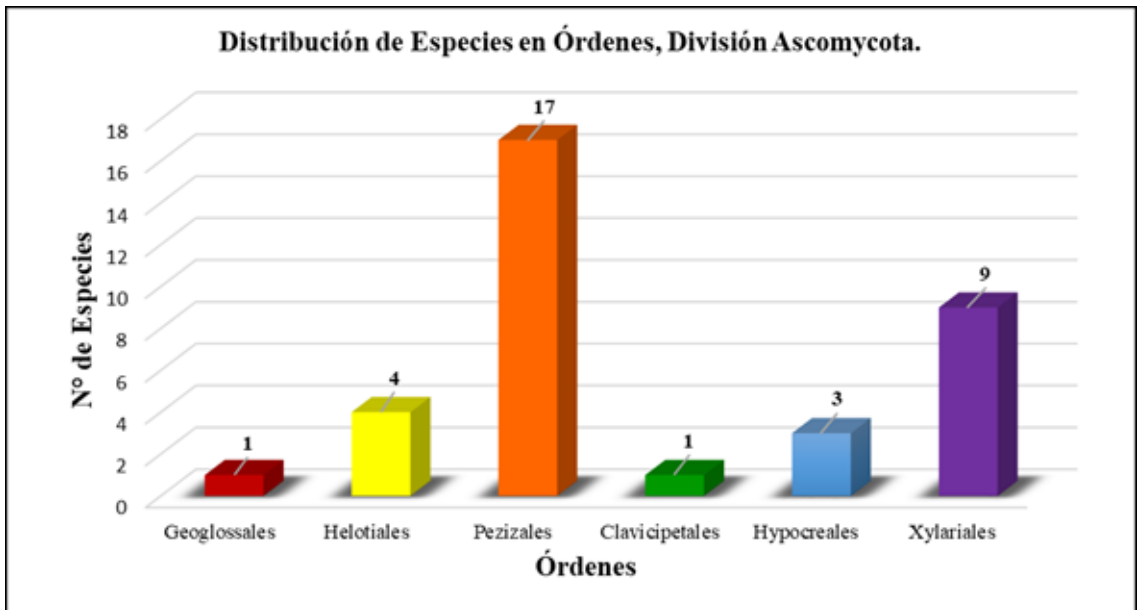


Figura 2. Número de Especies en los Órdenes pertenecientes a la División Ascomycota, en el Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador (junio-octubre 2016).

Para la división Basidiomycota se reportó un total de 228 especies, distribuidas en 128 géneros (Anexo B), todos ellos agrupados en dos grandes clases: Gasteromycetes e Hymenomycetes. Debido a estos datos obtenidos se puede evidenciar que esta, es la división que muestra una mayor diversidad en cuanto al número de especies identificadas. En la figura 4 y 5 se presentan algunos de los géneros más representativos

reportados para esta división.

En la Clase Hymenomycetes el orden Agaricales fue el más representativo ya que en este se identificaron un total de 117 especies, las cuales se distribuyen en 19 familias; en relación a abundancia fue el orden con mayor número de basidiocarpos contabilizados (2,178 basidiocarpos), y con una Densidad Relativa de 22.40%.



Figura 3. Organismos representativos de la división *Ascomycota*:
a. *Trichoglossum cf. hirsutum*,
b. *Bisporella sp.*,
c. *Leotia lubrica*,
d. *Helvella sp.*,
e. *Scutellinia scutellata*,
f. *Cordyceps cf. melolonthae*.



Figura 4. Organismos representativos de la división Basidiomycota, Clase Gasteromycetes: a. *Geastrum saccatum*, b. *Geastrum triplex*, c. *Lycoperdon cf. perlatum*, d. *Cyathus stercoreus*, e. *Mutinus sp.*, f. *Scleroderma sp.*



Figura 5. Organismos representativos de la división Basidiomycota, Clase Hymenomycetes: a. *Entoloma sp.*, b. *Coprinus micaceus*, c. *Amanita cf. gemmata*, d. *Agaricus cf. campestris*, e. *Auricularia auricula-judae* f. *Boletus sp.*

En relación a la Clase Gasteromycetes, esta fue menos diversa ya que se registraron un total de 13 especies, las cuales se distribuyen en 5 Familias y 5 Órdenes, en relación a abundancia en esta división se contabilizaron un total de 849 basidiocarpos.

En la tabla 3, se presenta la distribución de los géneros y especies identificadas, en cada una de las familias, órdenes y clases de la División Basidiomycota, así mismo se presenta el Total de Basidiocarpos (T.B) y la Densidad Relativa para cada uno de los Órdenes.

Tabla 3. Distribución de las Familias, Géneros y Especies en cada Orden de la División Basidiomycota; Total de Basidiocarpos (T.B.) y Densidad Relativa (D.R. %) en el Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador (junio-octubre 2016).

División	Clase	Orden	Número de Familias	Número de Géneros	Número de Especies	T.B.	D.R. %
Basidiomycota	Gasteromycetes	Geastrales	1	1	4	87	0.89
		Lycoperdales	1	1	3	71	0.73
		Nidulariales	1	1	2	401	4.12
		Phallales	1	1	1	1	0.01
		Sclerodermatales	1	2	3	289	2.97
	TOTAL		5	6	13	849	8.72
	Hymenomycetes	Agaricales	19	57	117	2178	22.40
		Auriculariales	1	3	5	69	0.71
		Boletales	5	16	25	429	4.42
		Cantharellales	1	3	7	211	2.17
		Clavariales	2	4	5	126	1.30
		Dacrymycetales	1	2	3	145	1.49
		Gomphales	1	1	4	43	0.44
		Hydnales	1	2	2	43	0.44
		Hymenochaetales	2	6	7	356	3.66
		Polyporales	5	18	19	418	4.30
		Russulales	5	6	13	1048	10.78
		Sebacinales	1	1	1	25	0.26
		Stereosporiales	1	1	1	22	0.23
		Thelephorales	1	1	3	35	0.36
Tremellales	1	1	3	9	0.09		
TOTAL		47	122	215	5,157	53.05	
TOTAL			52	128	228	6,006	61.77

En la Figura 6, se pueden apreciar los órdenes de la División Basidiomycota identificados así como el número total de especies que se distribuyen en cada uno de estos.

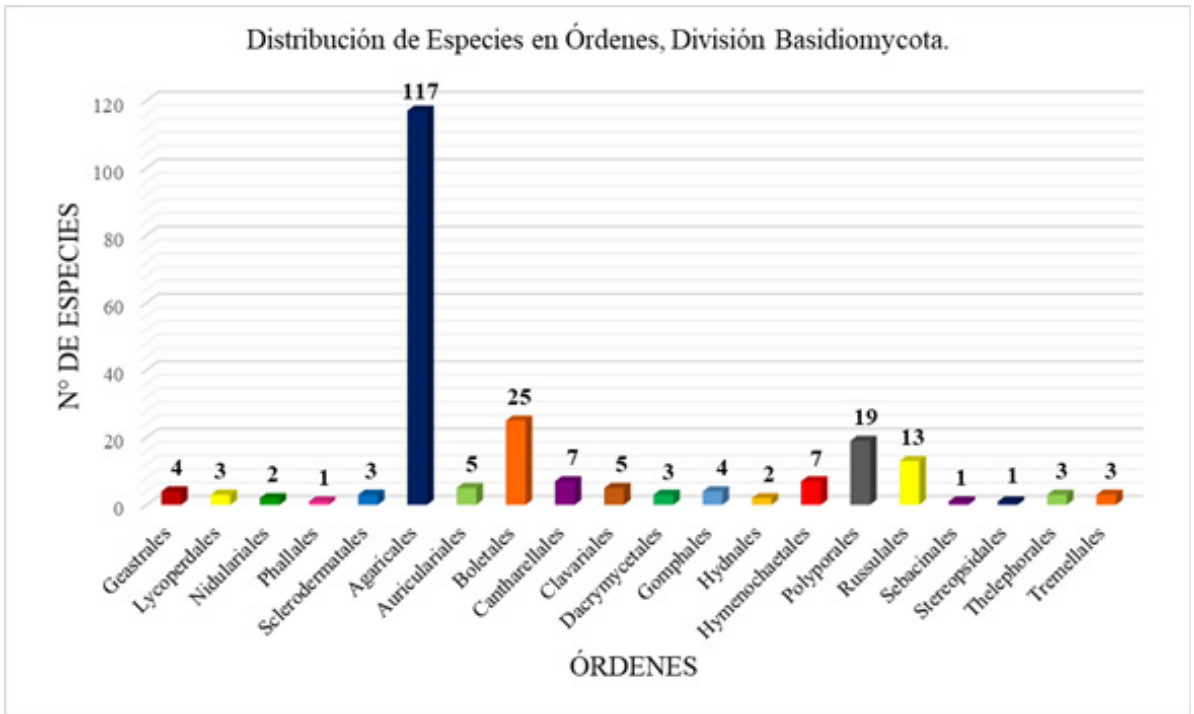


Figura 6. Órdenes correspondientes a la División Basidiomycota y el número de especies que se agrupan en cada uno de ellos. Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador (junio-octubre 2016).

En relación a la distribución en las tres zonas de estudio, de los carpóforos contabilizados, en la zona 1 se registró el mayor número de carpóforos (6,604), con una Densidad Relativa de 67.93%, para la zona 2 se reportaron 2,719 carpóforos, con una D.R de 27.97%, mientras que para la zona 3 se registraron un total 399 carpóforos y un valor de D.R de 4.10%. En el transcurso de la investigación durante cada una de las recolectas efectuadas se tomaron datos correspondientes al

tipo de hábitat en que se desarrolla cada especie de macromycetes; de esta forma se identificaron seis tipos diferentes de sustratos en los cuales los carpóforos estaban desarrollando su ciclo de vida. En la tabla 4, se muestran los tipos de sustratos identificados, así como la distribución total de las especies en cada uno de ellos y la Densidad Relativa correspondiente..

Tabla 4. Diferentes tipos de sustratos identificados, distribución de las especies en cada uno de ellos y la Densidad Relativa correspondiente. Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador (junio-octubre 2016).

Tipo de Sustrato	Total de Especies	D.R%
Madera	85	32.32
Estiércol	16	6.08
Mantillo	53	20.15
Tierra	107	40.68
Insecto	1	0.38
Hongo	1	0.38
TOTAL	263	100.00

El cálculo de Índices de Biodiversidad y de Equitatividad se realizó mediante el software estadístico Past3, los valores obtenidos para cada uno de los índices y planteados se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Número Total de Especies y de Carpóforos, con sus respectivos Índices de Biodiversidad y Equitatividad para cada una de las tres zonas muestreadas en el Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador (junio-octubre de 2016).

Número total de:	zona 1	zona 2	zona 3
Especies.	206	117	49
Carpóforos.	6604	2719	399
D''	0.97	0.92	0.95
H''	4.19	3.55	3.43
Margalef	23.31	14.67	8.02
J''	0.79	0.75	0.88

Índices de Biodiversidad: D'' = Índice de Biodiversidad de Simpson.

H'' = Índice de Biodiversidad de Shannon-Weiner.

Índices de Equitatividad: Índice de Equitatividad de Margalef.

J'' = Índice de Equitatividad de Pielou.

Discusión.

Para la presente investigación y luego del análisis de los datos reportados, la División Basidiomycota fue la más diversa y abundante, se agrupan dentro de esta

un total de 228 Especies que constituyen el 86.69% de las especies reportadas, en relación a la abundancia para esta división se contabilizaron un total de 6,006 basidiocarpos, que constituyen el 61.78% de abundancia de cuerpos fructíferos; estos

resultados obtenidos concuerdan con los datos reportados por otros investigadores como Toledo y Escobar (1983), en su libro "Hongos Salvadoreños", quienes reportaron un total de 22 Familias, de las cuales 17 pertenecen a la División Basidiomycota; Olmedo (1988), reportó una baja representatividad de macromycetes de la división Ascomycota, Díaz Hernández (1997), reportó en su trabajo de grado en el Volcán de Conchagua, La Unión, un total de 107 Especies fúngicas, de estas 100 pertenecen a la División Basidiomycota, Juárez Batán y Rodríguez Santos (2003), en su trabajo de grado reportaron un total de 165 Especies de macromycetes de las cuales 155 pertenecen a la División Basidiomycota, Delgado García (2010), en su trabajo de grado en el Bosque Las Lajas del ANP Complejo San Marcelino Santa Ana-Sonsonate, reportó 49 Especies de las cuales 41 pertenecen a la División Basidiomycota. A nivel del trópico y en la misma línea de investigación, en Colombia, y considerando que utilizaron la misma metodología que la utilizada en la presente investigación, Vasco Palacios y Franco Molano (2013), elaboraron un listado de las especies de macromycetes de Colombia, en el que incluyen 1,239 Especies, de las cuales 1,058 pertenecen a la División Basidiomycota. Andrew et al (2013), en las

Montañas de Camerún reportaron un total de 177 Especies fúngicas de las cuales 163 pertenecen a la División Basidiomycota.

La división Ascomycota se reportó con menor abundancia y diversidad, se contabilizaron un total de 3,716 ascocarpos (38.22%) en términos de abundancia y 35 especies que representaron un 13.31%, del total de especies identificadas. Lo anterior concuerda con estudios previos tales como los realizados por Toledo & Escobar (1983), Olmedo (1988), Díaz Hernández (1997), Juárez Batán y Rodríguez Santos (2003), Delgado García (2010), Vasco Palacios y Franco Molano (2013) y Andrew et al (2013).

La división Basidiomycota fue la que presentó la mayor diversidad, dentro del Orden Agaricales el cual resultó ser el más diverso reportando para este, un total de 117 especies de un total de 263, este dato equivale al 41.06% de todas las especies identificadas en la presente investigación y en relación a la abundancia se reportó un total de 2,178 basidiocarpos (D.R % = 22.40%), estos datos concuerdan con los resultados con los obtenidos por Díaz Hernández (1997), quien también reportó al orden agaricales como el más abundante. En la misma línea de investigación en Colombia; García Lemos y Bolaños

Rojas (2010), registraron un total de 199 especímenes de los cuales el 49% pertenecen al Orden Agaricales.

En relación a las familias identificadas, dentro del orden Agaricales, se registró la Familia Agaricaceae, como la más diversa en relación al número de especies (23); sin embargo Andrew et al (2013), reportan en su investigación 87 especies pertenecientes a este orden, sin embargo en su estudio la familia Marasmiaceae fue la más abundante agrupando un total de 18 Especies, mientras que Díaz Hernández (1997) y Delgado García (2010), reportan a la Familia Tricholomataceae como la de mayor abundancia en sus respectivas investigaciones.

Para la División Ascomycota, se reportó a la clase Discomycetes como la más diversa ya que en esta se agrupan un total de 22 Especies, contrario a lo encontrado por Díaz Hernández (1997) y Delgado García (2010); quienes registraron a la Clase Pyrenomycetes como la más abundante y diversa.

De las tres zonas, en la número 1 (1,000 a 1,200 msnm), fue donde se registró la mayor diversidad y abundancia de carpóforos, se reportaron un total de 6,604 carpóforos, los cuales equivalen

a una D.R % de 67.93% y 206 Especies, de las cuales 135 se reportaron solo para esta zona. La abundancia y diversidad de cuerpos fructíferos reportados en esta zona concuerda con lo registrado por Andrew et al (2013).

Agradecimientos.

Agradecimientos especiales a la Escuela de Biología por proporcionar los reactivos y colorantes utilizados para la identificación de especies y el préstamo de microscopio y estereoscopio para la fase de laboratorio, a Raquel Alvarado Larios por la elaboración del mapa del sitio de estudio y asimismo agradecer a los miembros revisores del presente manuscrito por su valioso aporte a la mejora del mismo.

Referencias bibliográficas.

Aguirre Acosta C.E, Ulloa M, Aguilar S, Cifuentes J & Valenzuela R. 2012. Biodiversidad de hongos en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Suplemento 86. Pp. 76-81.

Allen M.F, Egerton-Warburton L, Treseder K.K, Cario C, Lindahl A, Lansing J, Querejeta J.I, Karen O, Harney S & Zink T. 2000. Biodiversity of Mycorrhizal Fungi in Southern California. Planning for Biodiversity: Bringing Research and

- Management Together, a Symposium for the California South Coast Ecoregion, February 29-March 2, 2000, California State Polytechnic University, Pomona, CA. Pp. 43-56.
- Andrew, E.E., Kinge T.R., Tabi E.E., Thiobal N. & Mih, A.M. 2013. Diversity and distribution of macrofungi (mushrooms) in the Mount Cameroon Region. *Journal of Ecology and the Natural Environment*. Volumen 5. Pp. 318-334
- Angelini P, Bistocchi G, Arcangeli A, Bricchi E & Venanzoni R. 2015. Diversity and Ecological Distribution of Macrofungi in a Site of Community Importance of Umbria (Central Italy). *The Open Ecology Journal*. Volumen 8. Pp. 1-8.
- Bolaños A.C & Soto Medina E. 2012. Macrohongos Comestibles y Medicinales Comunes en la Vegetación de la Universidad del Valle, Colombia. *Revista de Ciencias*. Volumen 15. Pp. 31-38.
- Delgado García S.V. 2010. Diversidad y abundancia de Macromicetos del Bosque las Lajas del área natural Complejo San Marcelino, Santa Ana Sonsonate, El Salvador. Universidad de El Salvador. Pp. 1-60.
- Díaz Hernández, O.E. 1997. Estudio de la distribución y la abundancia de Macromicetes en el volcán de Conchagua, departamento de La Unión. Trabajo de graduación de Licenciatura en Biología, Universidad de El Salvador. Pp. 1-174
- Escobar, G. 1974. Claves para Identificar algunos géneros de los Basidiomycetes.
- Escobar, G. 1976. Claves para Identificar algunos géneros de los Ascomycetes.
- Escobar, G. 1985. *Apuntes de Micología Básica*.
- Escobar, G. & Orellana. 1996. *Historia Natural y Ecología de El Salvador*, Tomo II. Ministerio de Educación de El Salvador. Xochimilco, D.F. Editorial Offset, S.A. de C.V.
- Franco Molano A.E, Aldana Gómez R, & Halling R.E. 2000. *Setas de Colombia (Agaricales, Boletales y otros hongos)*. 156 pp.
- Furci George-Nascimento, G.M. 2008. *Fungi Austral: Guía de los Hongos más vistosos de Chile*.
- García Lemos, A & Bolaños Rojas A.C. 2010. Macrohongos presentes en el bosque seco tropical de la región del Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Ciencias*. Universidad del Valle. Volumen 14. Pp. 45-54.
- Halling R.E. 2005. Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods. *Economic Botany*. Volumen 59. Pp. 87-87.

- Juárez, M. & Rodríguez, R. 2003. Diversidad de Macrohongos del Parque Nacional Montecristo, Metapán. Departamento de Santa Ana. Trabajo de graduación de Licenciatura en Biología., Universidad de El Salvador.
- Lodge D.J. 1997. Factors related to diversity of decomposer fungi in tropical forests. *Biodiversity and Conservation* 6. Pp. 681–688.
- Lodge, D. Jean; Ammirati, Joseph F.; O’Dell, Thomas E.; Mueller & Gregory M. 2004. Collecting and describing macrofungi. *Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2004. Pp. 128-158.
- Maekawa N; Nagasawa E; Shirouzu T; Sotome K; Ushijima S; Parada Jaco R.Y. & Castillo B.C. Hongos de El Salvador, 2013. Fungus/Mushroom Resource and Research Center, Tottori University y Centro Nacional de Tecnología Agraria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” CENTA.
- Mata Hidalgo, M. 2003. Macrohongos de Costa Rica Volumen 1. Instituto Nacional de Biodiversidad InBio. Segunda Edición. Pp. 1-256.
- Mata Hidalgo, M. Halling R & Mueller G.M. 2003. Macrohongos de Costa Rica. Volumen 2. Instituto Nacional de Biodiversidad InBio. Primera Edición. Pp. 1-240.
- McKnight K.H, & McKnight V.B. 1987. *Mushrooms North America*. Peterson Field Guides. New York. USA. Pp. 29-125.
- Montoya S, Gallego J.H, Sucerquia A, Peláez B.J, Betancourt O & Arias D.F. 2010. Macromicetos observados en bosques del Departamento de Caldas: su influencia en el equilibrio y la conservación de la biodiversidad. *Boletín Científico Museo de Historia Natural* ISSN 0123-3068. Pp. 57–73.
- Morales O, Bran M, Cáceres R & Flores R. 2002. Contribución al conocimiento de los hongos comestibles de Guatemala. Proyecto Hongos Comestibles de Guatemala, Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pp. 1-19
- Mueller G.M, Bills G.F & Foster M.S. 2004. *Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods*. Elsevier Academic Press, London, Amsterdam.
- Mueller G.M, Schmit J.P, Leacock P.R, Buyck B, Cifuentes J, Desjardin D.E, Halling R.E, Hjortstam K, Iturriaga T & Larsson K.H. 2007. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodiversity*

- and Conservation. Volumen 16. Pp. 37–48.
- Niveiro, N. Zuliani, P., Ramírez, N.A., Popoff, O.F. & Albertó E.O. 2014. Hongos Agaricoideos de las Yungas Argentinas. Clave de Géneros. Lilloa, Volumen 51. Pp. 78-86.
- Olmedo, E. 1988. Estudio de la composición y dinámica de dos comunidades fúngicas del Parque Nacional Walter Thilo Deininger. Trabajo de grado, Universidad de El Salvador.
- Ortiz-Moreno M.L. 2010. Macromicetos en Zona Rural de Villavicencio. Orinoquia 14. Pp.-125–132.
- Sistema Nacional de Estudios Territoriales SNET. 2015. Boletín Climatológico Anual 2015. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Pp. 1-16
- Toledo Ascencio, J. D. 1977. Etnomicología en El Salvador. Editorial Universitaria. San Salvador, El Salvador. Pp. 1-32.
- Toledo Ascencio, J.D. & Escobar G. 1983. Hongos Salvadoreños. Editorial Universitaria. San Salvador, El Salvador.
- Toledo Ascencio, J. D. 2011. Inventario de Macrohongos Área Natural Protegida El Espino–Bosque Los Pericos - Parque del Bicentenario. Fundación Salvanatura, 2011. San Salvador, El Salvador. pp. 7-68.
- U. Flores, A.A., Jr, Ma. Lourdes C. Alvarez M.A, Cortez, F.E., O. Perez, B., L. Sanico F., M. Somoray, M.J., G. Vicencio M.C, & R. Cui, K.M. 2014 Inventory and Utilization of Macrofungi Species for Food and Medicin. International Institute of Chemical, Biological & Environmental Engineering. Pp. 25-28
- Vasco Palacios A.M. & Franco Molano A. E. 2013. Diversity of Colombia Macrofungi (Ascomycota-Basidiomycota). Mycotaxon. Pp. 1-5.

Anexo A: Listado de Géneros de la División Ascomycota.

Clase Discomycetes:

Orden Geoglossales: *Trichoglossum* Boud. 1885,

Orden Helotiales *Ascocoryne* J.W. Groves & D.E. Wilson 1967, *Bisporella* Sacc. 1884, *Chlorociboria* Seaver 1936, *Leotia* Pers. 1797,

Orden Pezizales: *Ascobolus* Pers. ex J.F.

Gmel. 1792, *Saccobolus* Boud. 1869, *Helvella* L. 1753, *Peziza* L. 1753, *Plicaria* Fuckel 1870, *Aleuria* Fuckel 1870, *Anthracobia* Boud. 1885, *Cheilymenia* Boud. 1885, *Coprobia* Boud. 1885, *Pulvinula* Boud. 1885, *Pachyella* Boud. 1907, *Scutellinia* (Cooke) Lambotte 1887, *Plectania* Fuckel 1870, *Phillipsia* Kalchbr. & Cooke 1880,

Clase Pirenomyces:

Orden Clavicipetales: *Cordyceps* Fr. 1818,
 Orden Hypocreales: *Hypocrea* Fr. 1825,
Hypomyces (Fr.) Tul. & C. Tul. 1860,

Orden Xylariales: *Daldinia* Ces. & De Not.
 1863, *Phylacia* Lév. 1845, *Poronia* Willd.
 1787 y *Xylaria* Hill ex Schrank 1789.

Anexo B: Listado de Géneros de la División Basidiomycota.**Clase Gasteromycetes:**

Orden Geastrales: *Geastrum* Pers. 1794,
 Orden Lycoperdales: *Lycoperdon* P.
 Micheli 1729,
 Orden Nidulariales: *Cyathus* Haller 1768,
 Orden Phallales: *Mutinus* Fr. 1849,
 Orden Sclerodermatales: *Pisolithus* Alb. &
 Schwein. 1805, *Scleroderma* Pers. 1801.

1863, *Hydropus* Kühner ex Singer 1942,
Lactocollybia Singer 1939, *Marasmius*
 Fr. 1836, *Nothopanus* Singer 1944,
Pleurocybella Singer 1947, *Tetrapyrgos*
 E. Horak 1987, *Trogia* Fr. 1836, *Mycena*
 (Pers.) Roussel 1806, *Panellus* P. Karst.
 1879, *Xeromphalina* Kühner & Maire
 1934, *Armillaria* (Fr.) Staude 1857,
Cyptotrama Singer 1960, *Flammulina*
 P. Karst. 1891, *Oudemansiella* Speg.
 1881, *Xerula* Maire 1933, *Hohenbuehelia*
 Schulzer 1866, *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm.
 1871, *Chamaeota* (W.G. Sm.) Earle 1909,
Pluteus Fr. 1836, *Volvariella* Speg. 1898,
Coprinellus P. Karst. 1879, *Panaeolus* (Fr.)
 Qué. 1872, *Parasola* Redhead, Vilgalys &
 Hopple 2001, *Psathyrella* (Fr.) Qué. 1872,
Schizophyllum Fr. 1815, *Agrocybe* Fayod
 1889, *Deconica* (W.G. Sm.) P. Karst. 1879,
Pholiota (Fr.) P. Kumm. 1871, *Psilocybe*
 (Fr.) P. Kumm. 1871, *Stropharia* (Fr.) W.
 Saunders & W.G. Sm. 1870, *Clitocybe*
 (Fr.) Staude 1857, *Collybia* (Fr.) Staude
 1857, *Delicatula* Fayod 1889, *Lepista* (Fr.)
 W.G. Sm. 1870, *Omphalina* Qué. 1886,
Tricholoma (Fr.) Staude 1857,

Clase Hymenomyces:

Orden Agaricales: *Agaricus* L. 1753,
Chlorophyllum Masee 1898, *Coprinopsis*
 P. Karst. 1881, *Coprinus* Pers. 1797,
Lepiota P. Browne 1756, *Leucoagaricus*
 Locq. ex Singer 1948, *Leucocoprinus*
 Pat. 1888, *Macrolepiota* Singer 1948,
Pseudocoprinus Kühner 1928, *Amanita*
 Dill. ex Boehm. 1760, *Copelandia* Bres.
 1912, *Panaeolina* Maire 1933, *Cortinarius*
 (Pers.) Gray 1821, *Crepidotus* (Fr.)
 Staude 1857, *Entoloma* P. Kumm. 1871,
Rhodocybe Maire 1926, *Laccaria* Berk. &
 Broome 1883, *Hygrocybe* (Fr.) P. Kumm.
 1871, *Hygrophorus* Fr. 1836, *Hebeloma*
 (Fr.) P. Kumm. 1871, *Inocybe* (Fr.) Fr.

Orden Auriculariales: *Auricularia* Bull. 1780, *Exidia* Fr. 1822, *Exidiopsis* Vuill. 1890,

Orden Boletales: *Aureoboletus* Pouzar 1957, *Austroboletus* (Corner) Wolfe 1980, *Boletellus* Murrill 1909, *Boletinellus* Murrill 1909, *Boletochaete* Singer 1944, *Boletus* Tourn. 1694, *Fuscoboletinus* Pomerl. & A.H. Sm. 1962, *Phylloporus* Qué. 1888, *Retiboletus* Manfr. Binder & Bresinsky 2002, *Strobilomyces* Berk. 1851, *Suillus* P. Micheli 1729, *Tylopilus* P. Karst. 1881, *Gomphidius* Fr. 1836, *Gyroporus* Qué. 1886, *Paxillus* Fr. 1836, *Pseudomerulius* Jülich 1979,

Orden Cantharellales: *Cantharellus* Adans. ex Fr. 1821, *Craterellus* Pers. 1825, *Pseudocraterellus* Corner 1958,

Orden Clavariales: *Clavaria* P. Micheli 1729, *Clavulinopsis* Overeem 1923, *Ramariopsis* (Donk) Corner 1950, *Clavulina* J. Schröt. 1888,

Orden Dacrymycetales: *Calocera* (Fr.) Fr. 1828, *Dacryopinax* G.W. Martin 1948,

Orden Gomphales: *Ramaria* Holmsk. 1790,

Orden Hydnales: *Hydnum* L. 1753, *Sistotrema* Pers. 1794,

Orden Hymenochaetales: *Aurificaria* D.A. Reid 1963, *Coltricia* Gray 1821, *Hymenochaete* Lév. 1846, *Inonotus* P. Karst. 1879, *Phellinus* Qué. 1886, *Cotylidia* P. Karst. 1881,

Orden Polyporales: *Daedalea* Pers. 1801, *Fomitopsis* P. Karst. 1881, *Piptoporus* P. Karst. 1881, *Amauroderma* Murrill 1905, *Ganoderma* P. Karst. 1881, *Hydnopolyporus* D.A. Reid 1962, *Bjerkandera* P. Karst. 1879, *Cymatoderma* Jungh. 1840, *Phlebia* Fr. 1821, *Podoscypha* Pat. 1900, *Cerrena* Gray 1821, *Favolus* P. Beauv. 1805, *Hexagonia* Pollini 1816, *Lentinus* Fr. 1825, *Phaeolus* (Pat.) Pat. 1900, *Pycnoporus* P. Karst. 1881, *Polyporus* P. Micheli 1729, *Trametes* Fr. 1836,

Orden Russulales: *Albatrellus* Gray 1821, *Heterobasidion* Bref. 1888, *Laxitextum* Lentz 1956, *Lactarius* Pers. 1797, *Russula* Pers. 1796, *Stereum* Hill ex Pers. 1794,

Orden Sebaciniales: *Tremellodendron* G.F. Atk. 1902,

Orden Stereopsidales: *Stereopsis* D.A. Reid 1965,

Orden Thelephorales: *Thelephora* Ehrh. ex Willd. 1787,

Orden Tremellales: *Tremella* Dill. ex L. 1753,

Revista COMUNICACIONES Científicas y Tecnológicas

Guía de Autores

CONTENIDO: La revista de COMUNICACIONES Científicas y Tecnológicas, publica trabajos científicos teóricos y experimentales de trabajos originales e inéditos, dirigidos a las áreas de ciencias naturales, biomédicas e ingenierías. Es una revista de acceso abierto, en versiones impresa y electrónica. Publica artículos, Editorial, Cartas al Editor, Artículo de Revisión y Notas Científicas.

Editorial. Escrito por el Comité Editor o equipo editorial de COMUNICACIONES y por invitación. En el primer caso es la opinión oficial de la Revista respecto a un tema específico. Cuando se trate por invitación a un especialista, se publicarán apreciaciones sobre un tema de particular interés, sin tener responsabilidad de su autoría y contenido.

Cartas al Editor. Escrita a manera de carta, analiza críticamente los artículos publicados en COMUNICACIONES, o por derecho de respuesta. Tiene una extensión de dos páginas y se publicará un máximo de 2 cartas por suplemento.

Artículo Original. Es un trabajo original e inédito que hace aportes significativos al conocimiento en una o varias áreas temáticas, que puede ser repetido o generalizado por otros investigadores.

Artículo de Revisión. Expone el estado del arte de un tema de interés nacional, regional o mundial, con base en la revisión de información pertinente y relevante. Es redactado por investigadores de reconocido prestigio por invitación del Comité Editor.

Nota Científica. Comunica resultados de estudios pequeños, nuevos hallazgos, resultados preliminares novedosos que aporten nuevas hipótesis para futuros estudios.

ACEPTACIÓN: Los manuscritos se recibirán en el entendido que cuando participe más de un autor, los participantes están de acuerdo con el contenido y ubicados en el orden establecido por ellos mismos. Los resultados e ideas contenidas no habrán sido publicados ni enviados simultáneamente a otras revistas para su publicación. Los Artículos y Notas Científicas serán evaluados por al menos dos revisores seleccionados por el Comité Editor. El autor deberá cerciorarse de haber preparado el manuscrito conforme las normas editoriales siguientes detalladas en la presente guía de autor.

FORMATO Y ENVÍO: El manuscrito a someter debe enviarse a revcomunicaciones.naturales@ues.edu.sv Los manuscritos se recibirán en español o inglés. El uso del español se basa en la última edición del Diccionario de la Lengua Española, de la Real Academia Española (www.rae.es). Se recomienda a los autores cuya lengua nativa no sea inglés, asesorarse con algún profesional idóneo en inglés científico. Además, los manuscritos deben cumplir lo siguiente:

- El formato del manuscrito debe ser en Word, los cuadros deberán incluirse al final del texto y las figuras se enviarán en un archivo separado con formato GIF o TIFF con al menos una resolución de 300 dpi.
- Las paginas deben ser tamaño carta con margen de 2.5 cm y numeradas correlativamente.
- El título y subtítulos de las secciones se escriben en el margen izquierdo, sin sangría y en negritas; con la letra inicial en mayúscula y finalizados con un punto (.), el texto deberá iniciarse en el siguiente reglón.
- El texto tendrá una alineación de párrafo justificado con doble espacio y una sangría de 2 cm al inicio de cada párrafo, sin espacio entre párrafos. Los reglones del texto y cuadros deberán numerarse consecutivamente. Las palabras no irán separadas en sílabas al final del reglón.
- La letra deberá ser tipo Times New Roman de 12 puntos.
- Los nombres científicos se deben escribir en cursiva (no subrayados), completos la primera vez que se utilicen el texto, subsecuentemente el nombre genérico se abreviará, excepto cuando aparezca al inicio de una oración, en títulos o encabezados. Las autoridades y fechas no deberán ser incluidos en la sección de literatura citada y son indispensables en trabajos de sistemática.
- Los manuscritos deberán apegarse al Código Internacional de Nomenclatura respectivo.

PARTES DEL MANUSCRITO: El manuscrito debe contener las siguientes secciones:

Artículo Científico: No deberá exceder 11,580 espacios en total (1158 espacios por página, con figuras y tablas incluidas).

- Título deberá ser breve, claro e indicativo, deberá colocarse en la primera página en español, al inicio del margen izquierdo y en el reglón siguiente su versión en inglés. Si el manuscrito es en inglés, deberá agregarse el título en su versión en español. El nombre científico no debe incluir el nombre del autor, fechas de nombres científicos, nombres comerciales o abreviaturas químicas. Para el caso de especies animales se deberá colocar Orden y familia y para el caso de plantas solo familia.
- Nombre de autor/es sin negrita al inicio del margen izquierdo, primero el/los apellidos, seguidos por el o los nombres y separados por una coma (,). El autor responsable para correspondencia debe estar indicado con un asterisco (*).
- Filial o dirección de autor/es debe incluir el correo electrónico de todos los autores, la información se relacionará con el nombre/s del autor/es utilizando números en superíndice (Ver anexo).
- Resumen se deberá redactar en español, en forma de párrafo e indicar el objetivo general del estudio, el método, los resultados relevantes y las conclusiones. El resumen contendrá entre 250 y 300 palabras. El texto no debe incluir citas

bibliográficas, figuras o tablas.

- Palabras clave deben ser relevantes y adecuadas para indizar en bases de datos, con un máximo de cinco palabras clave, que no se encuentren en el título.
- Abstract es la versión en inglés del resumen y deberá contener cinco Keywords que serán las mismas palabras claves del resumen escritas en inglés.
- Introducción debe ser corta y clara, mencionar el motivo del trabajo, definir el problema, mostrar su situación actual con los trabajos publicados más relevantes. Además, en el párrafo final se especificarán los objetivos.
- Materiales y Métodos debe describir de forma breve y concisa el área de estudio, procedimientos de campo y laboratorio, análisis de datos, con sus respectivas citas en caso de ser necesario; la descripción de la metodología debe garantizar que sea repetible.
- Resultados debe contener información nueva y concisa, en este sentido se debe describir y analizar datos relevantes. Los datos que se presenten en cuadros y figuras no deben repetirse en el texto. En trabajos taxonómicos, el título
- Discusión rescata aspectos más relevantes del estudio, incluyendo una interpretación y explicación de los datos, relacionándolos con los resultados y comparándolos con otros estudios de áreas similares.
- Agradecimientos deben ser breves, concisos y específicos, es importante consultar previamente a los investigadores.
- Citas bibliográficas en el texto: deben colocarse en base del sistema nombre- año en donde el autor de la fuente y la fecha de publicación se colocan en paréntesis. Por ejemplo: para un autor: (Mazariego 2001), para dos autores: (Jiménez y Ochoa 2000), y para más de dos autores: (Hernández et al. 2001). Cuando hay más de dos citas en un párrafo, estas deben ordenarse por año iniciando desde la cita más antigua, al existir citas con los mismos años se debe ordenar por orden alfabético.
- Referencias Bibliográficas: deben aparecer en orden alfabético y luego por año de publicación del más reciente al más antiguo, el formato a presentar será en base al Consejo Editorial de Ciencias (CSE), (Ver anexo).

NOTAS CIENTÍFICAS: cuenta con la siguiente estructura: Abstract, Key words, introducción, materiales y métodos, Resultados y discusión, Agradecimientos y Referencias bibliográficas. El abstract se debe incluir 150 palabras, para el caso de los resultados y discusión deben compaginarse en una sola sección; no deben exceder de 3 Tablas o Figuras. El documento debe tener un máximo de 3,000 palabras y 8 páginas, debe enviarse en formato Word, con tablas y figuras incluidas).

REVISIONES: No deben exceder las 25 páginas en formato Word, incluyendo figuras y tablas. La estructura de las revisiones debe estar compuesta por el Abstract, Resumen, Key words, Palabras clave, Introducción, desarrollo del tema (con subtítulos si el caso fuese

necesario), debe agregarse la sección de Discusión y/o Conclusión y Agradecimientos (en el caso que el autor lo estime conveniente).

1. **Comentarios de libros:** Es un texto simple sin secciones. Deben tener una extensión máxima de 2 páginas, incluyendo una imagen de la portada del libro en alta resolución (≥ 400 dpi).
2. **Obituarios:** Es un texto simple sin secciones. Deben tener una extensión máxima de una página y media, incluyendo una fotografía en alta resolución (≥ 400 dpi).

FIGURAS Y CUADROS: Los cuadros y figuras deberán numerarse en secuencia. La inclusión de cuadros deberá limitarse a casos en que los datos no puedan ser incorporados adecuadamente en el texto. El encabezado deberá incluirse en la parte superior a este. Las figuras se enviarán en archivo separado (Archivo Word) en blanco y negro con formato TIFF de 400 dpi para fotografías y 1200 dpi para dibujos, graficas o mapas. Se enunciará con la palabra “Figura”. Sin negrito con el texto en formato de párrafo bajo la misma.

Anexo

1. Ejemplo de Filial o dirección de autor/es

Mazariego José Roberto¹, López Hernández Yanira^{2*} y Álvarez Pérez Sofía Esther³.

1. Instituto de Estudios Históricos Antropológicos y Arqueológicos. Edificio Censalud, Ciudad Universitaria, Final Avenida Mártires y Héroes del 30 julio, San Salvador, El Salvador. mazariego.jr@iehaa.ues.edu.sv
2. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES). Laboratorio Marino, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Ciudad Universitaria, Final Avenida Mártires y Héroes del 30 julio, San Salvador, El Salvador. lhernandez@ues.edu.sv
3. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Ciudad Universitaria, Final Avenida Mártires y Héroes del 30 julio, San Salvador, El Salvador. alsofia@ues.edu.sv

2. Algunos ejemplos de Referencias Bibliográficas tomado de CSE Citation Style-Quick Guide, 7th Edition.

Artículos científicos:

Con un autor

Villalobos CR. 1980. Algunas consideraciones sobre el efecto de los factores físicos y biológicos en la estructura de una comunidad de algas en el Pacífico de Costa Rica

Con dos a 10 autores

Coll M, Cortés J, Sauma D. 2004. Aspectos físico-químicos y análisis de plaguicidas en el agua de la laguna de Gandoca, Limón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 (2): 33-42.

Libros, libros editados y capítulos de libro

Libros

Con uno a dos autores

Jiménez JA. 1984. *Los manglares del Pacífico Centroamericano*. Editorial FAUNA, Heredia, Costa Rica.

Con 3 a 10 autores

Pedroche FF, Silva PC, Aguilar-Rosas LE, Dreckmann KM, Aguilar-Rosas R. 2008. *Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México. II Phaeophycota*. UAM, México.

Mismo autor y mismo año

Andrew JE. 1960a. Cold hardiness of sprouting wheat as affected by duration of hardening and hardening temperature. *Can J Plant Sci.* 40(1): 93-102.

Andrew JE. 1960b. Cold hardening and cold hardiness of Young Winter rye seedling as affected by stage of development and temperature. *Can J Bot.* 38(3): 353-363.

Libros editados

Wehrmann IS, Cortés J, editores. 2009. *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Monogr. Biol. 86. Springer + Business Media B.V., Berlín.

Capítulo de libros editados

Tejada OL. 2003. Listado de macroalgas en el litoral de El Salvador, basado en registros entre 1961 al 2001. En: Flores VO, Handal A, editores. *Diagnóstico de la diversidad biológica de El Salvador*. Red Mesoamericana de Recursos Bióticos (p. 1-171).

Revista

COMUNICACIONES

CIENTIFICAS Y TECNOLÓGICAS

Volumen 5, N0 1

Diciembre 2019

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología,
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador.
Ciudad Universitaria, Final Avenida Héroes y Mártires del Treinta de Julio, San Salvador,
El Salvador, América Central.
Tels. (503) 2225-1500 E-mail: icmares@ues.edu.sv



@ICMARES

Revista COMUNICACIONES Científicas y Tecnológicas
Universidad de El Salvador
San Salvador, El Salvador.

Carta editorial	11
Obituario	12
Olga Lidia Tejada y Daniel Isaí Alvarenga	13
Algas fósiles del sitio paleontológico La Gallina en El Salvador	
José Nicolás Pérez García y Oscar Wilfredo Paz Quevedo	26
Uso de los recursos espacio-temporales por un ensamble de reptiles en un bosque nuboso de El Salvador	
Oscar Wilfredo Paz Quevedo	48
Aprovechamiento sostenible de los servicios ecosistémicos recreativos: Ecoturismo	
Oscar Amaya, Gerardo Ruiz y Rebeca Quintanilla	54
Método de análisis destinado a la detección de Toxinas Marinas en productos pesqueros en El Salvador	
Roberto Amado Vásquez Díaz y Rhina Esmeralda Esquivel Vásquez	60
Biodiversidad y distribución altitudinal de macromycetes en el Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador.	
Guía de autores	81



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA

