

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación en Educación – PUIE –

Informe final

**Guías interpretativas de plantas y macrohongos para el Sistema Universitario de Áreas
Protegidas como elementos de educación y conservación.**

Equipo de Investigación

Maura Liseth Quezada Aguilar (Coordinadora)
Rebeca Elizabeth Orellana (Investigadora)
Alicia Maríasol Díaz Reyes (Auxiliar de Investigación II)

Guatemala, 30 de noviembre de 2020

Herbario USCG/Jardín Botánico
Centro de Estudios Conservacionistas (Cecon)
Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas – IIQB –
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
Centro Universitario de Petén – CUDEP –

Contraportada (reverso de la portada)

Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Lic. Roberto Barrios
Programa Universitario de Investigación en Educación

Maura Liseth Quezada Aguilar
Coordinadora

Rebeca Orellana
Investigadora

Alicia Maríasol Díaz Reyes
Auxiliar de investigación II

Otros colaboradores
Andrea Marroquín
Rosario Rodas

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2020. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Partida Presupuestaria 4.8.63.4.41. durante el año 2020 en el Programa Universitario de Investigación en Educación.

Índice de contenido general

1. Resumen	4
2. Abstract and keyword	4
3. Introducción	5
4. Planteamiento del problema	6
5. Preguntas de investigación	6
6. Delimitación en tiempo y espacio	7
7. Marco teórico	7
Sistema Universitario de Áreas Protegidas – SUAP –	7
Senderos interpretativos y guías interactivas	8
La diversidad biológica como indicadores de bienestar	9
8. Estado del arte	10
9. Objetivos	11
10. Hipótesis (si aplica).	11
11. Materiales y métodos	11
12. Vinculación, difusión y divulgación	3
13. Productos, hallazgos, conocimientos o resultados:	4
Guía interpretativa Biotopo del Quetzal	8
Guía interpretativa Cerro Cahuí	10
Guía interpretativa El Zotz	11
14. Análisis y discusión de resultados:	12
15. Conclusiones	14
16. Impacto esperado	14
17. Referencias	15
18. Apéndice	18

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de las variables o unidades de análisis	14
Tabla 2. Riqueza de plantas y macrohongos en los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz.	4

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de los tres biotopos universitarios, del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz.	8
Figura 2. Porcentaje de visitas a Áreas Protegidas Universitarias según la encuesta digital	18
Figura 3. Porcentaje de visitas a cada área protegida del SUAP según la encuesta digital a visitantes	18

Apéndice

Anexo 1. Encuesta digital para guardarecursos y técnicos de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz.	30
Anexo 2. Encuesta digital para visitantes de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz.	31
Anexo 3. Presentación en power point para el correcto uso de la aplicación GIS Cloud ®	33
Anexo 4. Uso de aplicación GIS Cloud ® para uso de datos	34
Anexo 5. Borrador de guías ilustrativas de los tres biotopos	36

Guías interpretativas de plantas y macrohongos para el Sistema Universitario de Áreas Protegidas como elementos de educación y conservación.

1. Resumen

El Centro de Estudios Conservacionistas -CECON-, a través de la administración del Sistema Universitario de Áreas Protegidas -SUAP-, tiene el objetivo de contribuir a la conservación de la diversidad biológica del país. El SUAP está conformado por siete áreas protegidas, cuya extensión territorial corresponde al 1.5% del territorio nacional, proveyendo a los pobladores cercanos de bienes y servicios ecosistémicos, tales como provisión de alimento, zonas de recarga hídrica, belleza escénica, entre otros. Por lo tanto, establecer acciones que permitan la vinculación de actividades de investigación, docencia y extensión debe ser prioritarias en el SUAP. En este sentido, esta investigación tiene como objetivo el desarrollo de guías interpretativas de los senderos de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz. Para ello, se determinó la riqueza de plantas y macrohongos de los biotopos de Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz, lo cual se obtuvo por medio de recolección de información bibliográfica y la revisión de ejemplares de herbario. Por medio de encuestas y los coordinadores de área, se identificaron puntos estratégicos a lo largo de los senderos. La información recabada se utilizó para diseñar guías interpretativas de plantas y macrohongos de los tres biotopos, y un borrador de guías ilustrativas, ofreciendo a los guardarecursos, promotores de turismo y líderes comunitarios, una herramienta que les ayude a transmitir a los visitantes el conocimiento y sensibilización de los valores naturales y culturales de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz.

Palabras clave: Monitoreo biológico, educación ambiental, valoración cultural, especies indicadoras, servicios ecosistémicos.

2. Abstract and keyword

The Centro de Estudios Conservacionistas – CECON – through the administration of the Sistema Universitario de Áreas Protegidas – SUAP –, has the objective of contributing to the conservation of the country's biological diversity. The SUAP has seven protected areas, whose territorial extension corresponds to 1.5% of the national territory, providing nearby inhabitants with ecosystem goods and services, such as provision of food, water recharge areas, scenic beauty, among others. Therefore, establishing actions that allow the linking of research, teaching and extension activities should be a priority in the SUAP. In this sense, the present proposal aims to develop interpretive guides for the trails of the most visited biotopes: Biotopo del Quetzal, Cerro Cahú and El Zotz. For this, the richness and distribution of plants and macro-fungi of these tree biotopes were determined, which was obtained through surveys and area coordinators, strategic points were identified along the trails. The information collected was used to design interpretive guides for plants and macro-fungi, offering resource guards, tourism promoters and community members as a tool that helps them transmit to visitors the knowledge and awareness of the natural and cultural values of the Biotopo del Quetzal, Cerro Cahú and El Zotz.

keyword: Biological monitoring, environmental education, cultural valuation, indicator species, ecosystem services.

3. Introducción

En 1976 la Universidad de San Carlos de Guatemala – USAC – inicia el proceso de administración y protección de áreas silvestres iniciando con el establecimiento del Biotopo Universitario "Mario Dary Rivera" para la Conservación del Quetzal – BUCQ –, en Baja Verapaz. Luego con la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, en Santa Rosa. Posteriormente en 1980 se crea el Biotopo Cerro Cahú en Petén y en el año 1981 se establece el Biotopo Universitario Chocón Machacas para la conservación del Manatí. En 1987 se crean los Biotopos Universitarios San Miguel La Palotada “El Zotz”, Naachtun-Dos Lagunas y Laguna del Tigre-Río Escondido. Es así como la USAC, a través del Centro de Estudios Conservacionistas – CECON –, actualmente administra siete áreas protegidas constituyendo el Sistema Universitario de Áreas Protegidas – SUAP –, el cual ocupa alrededor del 1.5% del territorio nacional (Cecon, 2016).

El bienestar, desarrollo y supervivencia de las poblaciones humanas, están vinculadas directamente con la diversidad biológica, sin embargo, la falta de concientización y educación hace que se dé por hecho que los beneficios y servicios que nos proveen actualmente seguirán dándose en el tiempo (Castillo, García, López & Celada, 2013; CECON, 2016, Daily, 1997; García-Nieto, García-Llorente, Iniesta-Arandia & Martín-López, 2013). La generación de instrumentos de sensibilización y de educación ambiental, a partir del conocimiento de la diversidad biológica, orientada a visitantes de las áreas protegidas, permitirá esa vinculación entre la naturaleza y sociedad que se ha estado perdiendo en las áreas urbanas del país.

Los recorridos guiados por una persona con basto conocimiento local es muy valioso y contribuye a establecer conexiones (Brochu & Merriman, 2003; García-Nieto, et al., 2013). Sin embargo, aunque tener un guía local resulte muy llamativo y útil, la realidad presupuestaria no siempre permite obtener este recurso humano para los biotopos. Por lo tanto, el recurso de senderos autoguiados (o interpretativos) junto con material impreso (folletos, guías y fichas de interpretación) han sido recursos eficientes para vincular a la sociedad con la naturaleza y cultura (Brochu & Merriman, 2003; Cecon, 1999; García-Nieto, et al., 2006).

De los siete biotopos universitarios, el Biotopo del Quetzal, Biotopo Cerro Cahú y el Biotopo el Zotz, son los que presentan mayor visitación en relación a ecosistemas terrestres, alcanzando más de 23 mil visitantes anuales (21850, 1110 y 143 respectivamente en 2019) (Sistema Universitario de áreas protegidas, 2019). A pesar que estos biotopos cuentan con senderos utilizados para educación y concientización, no ofrece herramientas como las guías interpretativas que permitan a los visitantes profundizar acerca de la importancia de la diversidad biológica y servicios ecosistémicos. Por ello, se realizaron guías interpretativas de estos tres biotopos con el objetivo de proveer a los guías, guardarecursos y líderes comunitarios, una herramienta práctica y de fácil para invitar a los visitantes a recorrer los senderos y comprender el gran valor natural y cultural de cada una de las áreas protegidas. Así mismo, los visitantes podrán establecer una mayor conexión con el ecosistema que se visita y potencializar la importancia de cada uno de los biotopos y los elementos que lo componen. Estas guías interpretativas son una herramienta a corto plazo que permite el monitoreo de la diversidad biológica, así como el ingreso económico a cada una de los biotopos seleccionados a través de la incorporación de estos productos dentro de los programas autofinanciables con los que se cuentan actualmente.

4. Planteamiento del problema

El SUAP comprende una extensión territorial que representa alrededor del 1.5% del territorio nacional (123,000 ha). Donde la mayoría de las áreas están ubicadas en sitios donde las presiones de las actividades económicas humanas son intensas, y son éstas los únicos remanentes naturales de los ecosistemas donde se encuentran, contribuyendo a mantener nuestra supervivencia de frente al cambio global (Centro de datos para la conservación, 2017). Tal es el caso del BUCQ, el cual es un importante remanente de bosque nuboso donde se presenta un ecosistema frágil con alto grado de endemismo. Asimismo, el biotopo resguarda numerosas especies de flora y fauna, incluyendo el ave símbolo de Guatemala, el Quetzal (*Pharomachrus mocinno*), cuya protección es el objetivo principal de este biotopo. El área también es importante por su aporte en la captación y producción de agua de alta calidad para consumo humano, asimismo, es parte del corredor del Bosque Nuboso de Baja Verapaz (CDC, 2017). Por otra parte, el Biotopo Cerro Cahú, se encuentra la zona de amortiguamiento de la Reserva de Biósfera Maya -RBM- por lo cual favorece un sistema de corredores que facilita la continuidad de los procesos ecológicos de la RBM. Además, es considerado un importante refugio faunístico como hábitat y forrajeo de aves y otros grupos taxonómicos (CDC, 2017), y por último el Biotopo San Miguel la Palotada El Zotz, el cual junto con el Parque Nacional Tikal y la Reserva Bioitzá representan un bloque estratégico de planificación, clave para la preservación de los procesos ecológicos y la conectividad con otras áreas de la RBM.

Dada su importancia y el incremento de visitación en los últimos años, la cual ha ascendido a 85 visitantes para el 2018 (en el Biotopo El Zotz) (SUAP, 2019), en donde 10 % corresponde a visitantes nacionales y el resto a visitantes extranjeros. Se hace necesario ofrecer a los visitantes herramientas que le provean una mejor experiencia considerando elementos naturales y culturales de cada biotopo.

5. Preguntas de investigación

Las preguntas que enmarcan esta investigación son: ¿Cuál es el diseño apropiado de guías interpretativas de los Biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz, en función de elementos naturales y culturales, utilizando plantas y macrohongos como grupos indicadores? ¿Cuál es la composición de plantas y macrohongos que ocurren en los Biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz? ¿Cuál es la riqueza y abundancia de especies de plantas y macrohongos que se distribuyen a lo largo de los senderos los Biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz? ¿Cuáles son los valores culturales que los guardarecursos y población aledaña le dan a los biotopos? ¿Dónde se ubican los puntos estratégicos a lo largo de los senderos que permiten una conexión entre naturaleza, cultura y especies clave? ¿Qué diseño de guía interpretativa es el más adecuado para transmitir el valor natural y cultural de los diferentes biotopos utilizando para ello plantas y macrohongos, así como elementos culturales relevantes?

6. Delimitación en tiempo y espacio

El estudio se realizó del mes de marzo al mes de noviembre de 2020, en las áreas protegidas: Biotopo Protegido para la Conservación del Quetzal “Lic. Mario Dary Rivera” en Purulhá, Baja Verapaz (sendero largo y corto), Biotopo Protegido San Miguel la Palotada “El Zotz” (recorrido Maya-Trek), y Biotopo Protegido Cerro Cahuí (sendero Los Escobos y sendero Sac o’ox), ambos en Petén.

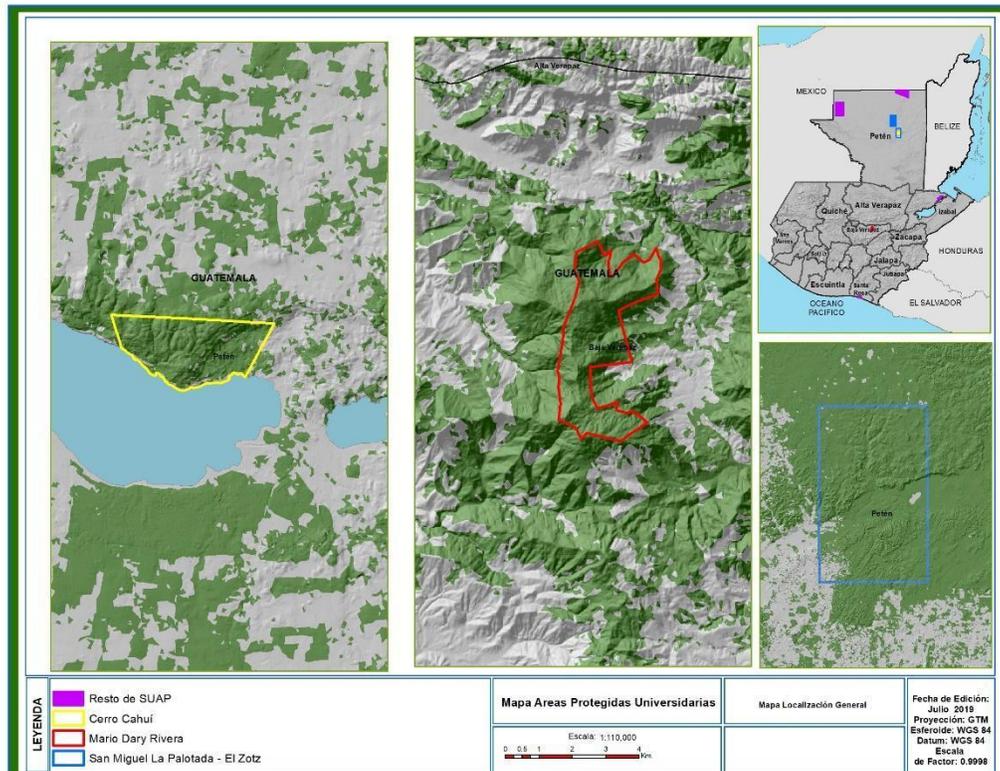


Figura 1. Mapa de los tres biotopos universitarios, del Quetzal, Cerro Cahuí y El Zotz.

7. Marco teórico

Sistema Universitario de Áreas Protegidas – SUAP –

El Centro de Estudios para la Conservación - CECON - fue creado por los profesionales Mario Dary Rivera y Luis Villar Anléu, en 1981, como una unidad de investigación de la USAC para la conservación de los ecosistemas (Centro de estudios para la conservación, 2019). En 1989, junto con la creación de la Ley de áreas protegidas, Decreto 4 - 89 del Congreso de la República de Guatemala, nace el Consejo Nacional de Áreas Protegidas - CONAP - (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2016). Dentro de esta institución, se crea el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas - SIGAP - que se encarga de cumplir los objetivos en pro de la conservación, rehabilitación, mejoramiento y protección de los recursos naturales del país, y la diversidad biológica (CONAP, 2016). En la actualidad, se encuentran más de 339 áreas protegidas en toda la nación (CONAP, 2019).

Dentro del CECON se encuentra la unidad del Sistema Universitario de Áreas Protegidas - SUAP -. Ésta tiene a su cargo la administración de siete áreas protegidas: Biotopo para la conservación del manatí “Chocón Machacas”, en Izabal; Biotopo protegido para la conservación del quetzal “Mario Dary Rivera”, en Baja Verapaz. Reserva natural de usos múltiples Monterrico en Santa Rosa y en el área de Petén se encuentran Biotopo Cerro Cahuí, Biotopo El Zotz “San Miguel la Palotada” El Zotz, Biotopo Laguna del Tigre-Río Escondido y Biotopo protegido Naachtún Dos Lagunas (Centro de Datos para la Conservación, 2017).

Biotopo Protegido Cerro Cahuí

Se encuentra dentro de la Reserva de Biósfera Maya, en el municipio de San José, Petén. El área protegida inició en octubre de 1981 y se estableció legalmente en 1989 con la ley de Áreas Protegidas (CONAP, 2004). Posee 650 hectáreas, que se asocia al sistema montañoso que inicia en Cerro Cahuí hasta el norte del lago Petén Itzá. Debido a que se encuentra rodeado de actividades antropogénicas como la agricultura, hotelería y crecimiento urbano, el bosque se encuentra en efecto de borde, aumentando la susceptibilidad de agentes que atenten con su conservación, como el fuego, plagas y la penetración de especies competidoras, además de ser atacado constantemente por la búsqueda de productos maderables y no maderables (CONAP, 2004). El atractivo turístico es el paisaje que puede apreciarse en los miradores del sitio (CONAP, 2015).

Biotopo Protegido San Miguel La Palotada El Zotz

Se encuentra dentro de la RBM y es considerado área protegida desde 1987. Posee 49,000 hectáreas con vegetación típica de la Selva Tropical Húmeda, con una gran diversidad biológica y endemismo (más de 130 especies de plantas, 36 especies de escarabajos coprófagos, 5 tarántulas, 7 escorpiones, 12 anfibios, 31 reptiles, 50 mamíferos y más de 112 de aves). Es reconocido por sus cuevas que albergan diferentes especies de murciélagos como *Saccopteryx bilineata*, *Diclidurus albus*, *Rhogeessa tumida*, *Myotis elegans*, *Lasiurus ega*, *Pteronotus parnellii*, *Molossus* y *Nyctinomops laticaudatus* (CONAP, 2015; Ixcot, 2005). Las estructuras arqueológicas que alberga son El Zotz, El Palmar, El Bejucal y El Diablo. Sin embargo, el atractivo turístico con más auge, es el Maya Trek, que es un recorrido de 50 km durante 3 días y 2 noches que combina aventura, naturaleza, cultura y arqueología. Éste inicia en la comunidad del Cruce Dos Aguadas, pasa por los sitios arqueológicos El Zotz, El Palmar, Chikin y termina en Tikal (CONAP, 2019).

Biotopo Universitario Licenciado Mario Dary Rivera para la conservación del quetzal

Tuvo sus orígenes en junio de 1976. Se ubica en Purulhá, Baja Verapaz con 1,017 hectáreas de bosque nuboso. Posee la estructura y composición vegetal de la selva nublada, con características topográficas e hidrográficas (relieve quebrado, numerosas cascadas y riachuelos) bastante homogéneas a lo largo de la selva (CONAP, 1999). El atractivo turístico es la observación del quetzal y otras aves que se pueden apreciar durante el recorrido por los senderos con ayuda de una guía interpretativa (CONAP, 1999).

Senderos interpretativos y guías interactivas

La interpretación es una forma de aprendizaje que debe tomar en cuenta al público al cual va dirigido el mensaje para generar comunicación y no sólo información en una vía (Bazán, 2014). No pretende sólo difundir la información, sino en darle significado (Baltazar, et al., 2014; Bazán, 2014).

Asimismo, se define a los senderos interpretativos como recorridos que presenta un sitio con valor cultural y/o natural, y que posee mensajes que ayuda a los visitantes a conectarse con los elementos que

componen al sitio de visita. Se busca que el visitante no sea únicamente un espectador, sino, que sea parte de ese entorno (Bazán, 2014; Tilden, 1977). Los senderos pueden complementarse con guías interactivas, las cuales pueden ser folletos, manuales, o cualquier material que se entrega al visitante, para que éste lo pueda leer y explorar con tiempo (Bazán, 2014).

La aplicación de los principios interpretativos en el diseño de senderos o mensajes interpretativos de exhibiciones, son alternativas viables en la educación y en el desarrollo sostenible del área rural, tomando en cuenta el Patrimonio natural y cultural. Cuando se le da valor a los participantes (visitantes y habitantes de comunidades), éstos juegan un papel importante como herramientas para la divulgación científica y para la conservación de los sitios, y ello también ayuda a reducir la extracción ilegal de elementos esenciales del ecosistema (Baltazar, et al., 2014; Bazán, 2014).

Para dar lugar a la interpretación correcta, es importante una buena comunicación entre el emisor y el receptor; para ello, la interpretación debe ser agradable y atractiva, con mensajes comprensibles y claros, que sean relevantes para el ego del visitante, que lo involucre; ordenada, con un esquema lógico y que facilite el entendimiento; con un tema claro y definido, sintetizando la idea principal del mensaje, es el que representa el sentido y la esencia para provocar los pensamientos más profundos. Lo más importante, es buscar la estimulación de las personas para que generen sus propios pensamientos (Bazán, 2014; Ham, 2007; Tilden, 1977).

La diversidad biológica como indicadores de bienestar

El uso de especies o grupos indicadores ha sido utilizado como estrategia para evaluar la diversidad biológica, así como los procesos que la afectan. Sin embargo, esta utilización ha generado una serie de debates y críticas que han permitido afinar el concepto, establecer criterios rigurosos para su postulación como indicadores y precisar el tipo de información que se desea obtener (Favila & Halffter, 1997). De manera general, existen dos grandes aproximaciones en el uso de grupos indicadores (Pearson, 1995; McGeoch, 1998). La primera corresponde a la utilización de especies para estimar la biodiversidad de un área determinada (Pearson & Cassola, 1992; Pharo Beattie, & Binns, 1999) y la segunda se refiere a la utilización de especies o grupos de especies para medir cambios ambientales o la influencia antrópica sobre las comunidades, en relación a procesos de contaminación, deforestación y cambio del uso del suelo (Capó, 2007; Polanía, 2010; The Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018). Por lo tanto, los bioindicadores son organismos o comunidades que poseen sus características estructurales, funcionamiento y reacciones que dependen del medio en que se desarrollan y cambian cuando se modifican las condiciones ambientales (Capó, 2007). Son sensibles a los cambios ambientales, por lo que pueden proporcionar una advertencia temprana de degradación de un ecosistema o de bienestar del mismo (Polanía, 2010).

Vegetación como indicador de bienestar

La vegetación es uno de los indicadores más importantes, dado que, al ser evaluada a nivel de paisaje, permite una primera aproximación hacia la diversidad biológica que puede encontrarse en un área determinada, según la estructura que ésta posee. Por lo tanto, este grupo tiende a ser un grupo indicador clave, el cual permite establecer el grado de antropización y perturbación del paisaje, dada la composición y abundancia de especies. Asimismo, es un indicador del estado de madurez, conservación y resiliencia de los remanentes en el área. Por otra parte, muchas plantas vasculares han sido utilizadas como bioindicadores de distintos niveles de contaminación o temperatura en el ambiente, ello se debe a que algunas no pueden crecer normalmente cuando los niveles de contaminación aumentan (Tripathi &

Gautam, 2007), o al contrario, algunas germinan y se reproducen, debido al aumento de temperatura en sitios donde no es común la germinación, como en la Antártida (Lewis, 1994).

Hongos indicadores de bienestar

Los hongos por su tipo de nutrición (absorción a través de exotoxinas) tienden a ser muy sensibles a los cambios en el ambiente donde se desarrollan, por lo que pueden considerarse muy buenos indicadores de estos cambios. Adicionalmente, presentan otras cualidades que les permiten ser seleccionados como buenos indicadores, entre ellas: a) se identifican fácil y rápidamente en el campo, b) presentan poca movilidad, c) son abundantes. d) su ciclo de vida es conocido y e) presentan potencial importancia económica (Galindo, 1999; Pearson, 1995). Recientemente, la utilización de hongos comestibles, son utilizados como indicadores, dado que además de enriquecer la dieta de diferentes poblaciones, son considerados como parte del bienestar ambiental y por ende, como indicador de la continuidad del ecosistema forestal (Jasso-Arriaga, Martínez-Campos, Gheno-Heredia & Chávez-Mejía, 2016).

8. Estado del arte

Actualmente, muchas áreas de conservación presentan senderos autoguiados, debido a la falta de recursos y de personal que lo dirija. En algunos países, la identificación, organización, capacitación y promoción alrededor de la biodiversidad como capital turístico (llevadas a cabo con sentido profesional y responsable), puede ser una herramienta para la conservación de los recursos naturales y generación de ingresos económicos, lo que a su vez reduce la extracción o uso ilegal de los mismos (Thomé-Ortiz, Tejeda-Sartorius, Téllez-Velasco & Torres-Rivera, 2017; Vidal & Moncada, 2006). Tal es el caso de Venezuela, en donde la conformación de Senderos de Interpretación Ambiental, han permitido desarrollar educación ambiental a diferentes sectores, desarrollando estos medios con fines turísticos y de conservación no tradicionales (Vidal & Moncada, 2006). Por lo cual, los senderos, no sólo deben poseer información biológica de los organismos característicos del área, sino deben estar vinculadas con historias precolombinas que puedan relacionarse y generar pensamientos críticos en los visitantes.

Las primeras exploraciones botánicas en Petén inician en 1922 por O.F. Cook y R.D. Martin. Los productos de esta expedición dieron lugar a la primera colección botánica de la región, con 234 ejemplares (Lundell, 1937). En 1931, H.H. Bartlett, realizó otra expedición en el área de Uaxactún, aumentando la colección (Lundell, 1937). Para 1969, la Organización de las Naciones Unidas (FAO) realizó el primer inventario forestal de Petén, aunque el objetivo principal era la explotación maderera. La extracción realizada de 1962 a 1988, provocó una alta deforestación (CONAP, 2001), la cual se buscó detener con la declaración de la RBM en 1990. Tras la creación de la Ley de Áreas Protegidas y la declaración de éstas áreas, se invirtió en la realización de planes maestros, donde la investigación biológica fue primordial para obtener información sobre el tipo de fauna y flora de cada sitio, donde se encuentran estudios como Ixcot (2005), García, González & Yaxcal (2013), García, López y Ramírez, (2015), Velásquez (2015), Quezada y colaboradores, (2017); mientras que para el Biotopo del Quetzal hay estudios como los de García (1998), Papa (2015) y Herrera, (2017). Sin embargo, estos estudios no se han concretado en herramientas de educación ambiental.

9. Objetivos

General

Elaborar guías interpretativas de plantas y macrohongos en base en elementos naturales y culturales que se encuentran en los senderos de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz.

Específicos

Determinar la riqueza y distribución de plantas (árboles y arbustos) y macrohongos de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz.

Identificar puntos estratégicos a lo largo de los senderos que permita transmitir a los visitantes el valor de los elementos naturales y culturales de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz

Diseñar guías interpretativas de plantas y macrohongos para el conocimiento y sensibilización de los valores naturales y culturales de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz.

10. Hipótesis (si aplica).

Debido a que la investigación es exploratoria y descriptiva, no aplica.

11. Materiales y métodos

- 1.1 Enfoque y tipo de investigación: La presente investigación tiene un **enfoque mixto**, categorizándose como No experimental, exploratoria y descriptiva. Se recopilieron datos de investigaciones anteriores, revisiones de bases de datos, así como encuestas para obtener datos de valoración cultural de los biotopos, percepción de valores ecosistémicos, entre otros. Asimismo, se tomaron datos cuantitativos, como la riqueza de las especies de plantas y macrohongos.
- 1.2 Recolección de información: Durante la fase de gabinete, se recolectó información bibliográfica disponible basada en investigaciones preliminares relacionadas con vegetación y macrohongos de los tres biotopos, con el fin de obtener un listado actualizado de la diversidad de plantas y macrohongos. Además, se consultaron las bases de datos del Herbario USCG y en base a ello, se escanearon las muestras de herbario que se encontraban en físico. Se realizaron encuestas digitales a visitantes de los biotopos universitarios y encuestas digitales a guardarecursos y administradores de las áreas protegidas seleccionadas. Se elaboró una aplicación de reconocimiento de sitios de interés (naturales, culturales, ecológicos) para que guardarecursos e investigadores puedan tomar datos. Con esta aplicación, también fue posible seleccionar sitios de importancia natural y cultural a lo largo de los senderos. Se seleccionaron especies de plantas y hongos más representativas con significado ecológico y cultural en los senderos en base a literatura y encuestas. Diseño y validación de guías interpretativas.

1.3 Técnicas e instrumentos:

1.3.1 Recolección de información de plantas y macrohongos

Se realizó observación directa de los ejemplares de plantas y hongos, así como de los sitios de importancia de los senderos del Biotopo del Quetzal. Se utilizó la aplicación para Sistema Android GIS Cloud ®, para marcar los puntos de interés de los biotopos, así como libretas de campo, GPS y cámara para tomar fotografías.

Se utilizaron las bases de datos del Herbario USCG para identificar las especies de plantas que se han documentado en los tres biotopos.

Se realizó una búsqueda bibliográfica para la obtención de una base de datos, y se curó con los nombres actualizados en base a The Plant List.

1.3.2 Selección de sitios prioritarios y diseño de Guías interpretativas

Se utilizaron encuestas digitales que fueron entregadas a visitantes y guardarecursos para obtener información sobre la experiencia y percepción de cada individuo sobre los recursos naturales y culturales de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz. Se contactó a los coordinadores de cada biotopo para que divulgaran las encuestas con los guardarecursos del área y conocidos. Se socializó la encuesta de visitantes por medio de las redes sociales, en grupos promotores de turismo, grupos de viajeros de Guatemala y otros afines. Se tomaron en cuenta los puntos clave que se repetían en la encuesta, así como los datos obtenidos de la bibliografía consultada.

1.3.3 Instrumento

Para recabar la información utilizada en las guías interpretativas, se utilizó el siguiente equipo:

- Literatura referente a plantas y macrohongos de los biotopos
- Smartphone con aplicaciones: GIS Cloud y Geo Tracker
- GPS
- Libreta de campo
- Lápiz
- Cámaras fotográficas
- Encuestas en la plataforma Google docs
- Base de datos de Herbario USCG
- Escáner
- Muestras de Herbario
- ArcGis 10.3 ®

1.4 Operacionalización de las variables o unidades de análisis:

Se obtuvo un listado de las plantas y macrohongos de los tres biotopos, encontrados en diferente literatura. Se elaboraron guías interpretativas en base a la selección de los sitios de mayor interés natural y cultural de los senderos de cada uno de los datos. Se seleccionaron sitios clave que representen la belleza escénica del sitio.

Tabla 1

Operacionalización de las variables o unidades de análisis

Objetivos específicos	VARIABLES O UNIDADES DE ANÁLISIS QUE SERÁN CONSIDERADAS	FORMA EN QUE SE MEDIRÁN, CLASIFICARÁN O CUALIFICARÁN
Determinar la riqueza y distribución de plantas (árboles y arbustos) y macrohongos de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz.	Riqueza y distribución de especies de plantas y macrohongos que ocurren en los biotopos universitarios del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz	Listado actualizado y muestras de herbario escaneadas de especies de plantas y hongos que ocurren en los biotopos universitarios del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz.
Identificar puntos estratégicos a lo largo de los senderos que permita transmitir a los visitantes el valor de los elementos naturales y culturales de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz	Reconocimiento de sitios que presenten belleza escénica, evidencia de servicios ecosistémicos, especies endémicas, entre otros, así como elementos culturales (sitios sagrados, historias, anécdotas, plantas	Encuestas digitales a visitantes de los biotopos universitarios. Encuestas digitales a guardarecursos y administradores de las áreas protegidas seleccionadas. Elaboración de aplicación reconocimiento de sitios de interés (naturales, culturales, ecológicos) para que guardarecursos e investigadores puedan tomar datos.
Diseñar guías interpretativas de plantas y macrohongos para el conocimiento y sensibilización de los valores naturales y culturales de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz.	Selección de los sitios más representativos natural y culturalmente a lo largo de los senderos de los biotopos Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz.. Selección de especies de plantas y hongos más representativas con significado ecológico y cultural en los senderos.	Encuestas digitales a visitantes de los biotopos universitarios. Encuestas digitales a guardarecursos y administradores de las áreas protegidas seleccionadas. Selección de los sitios más representativos natural y culturalmente de los senderos. Selección de especies de plantas y hongos más representativas con significado ecológico y cultural en los senderos en base a literatura y encuestas Diseño y validación de guías interpretativas

13.7 Procesamiento y análisis de la información:

Especies de vegetación y macrohongos de los Biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz.

Los datos obtenidos a partir de la revisión bibliográfica y los registros de herbario se manejaron a través de bases de datos en hojas de cálculo de Microsoft Excel ® . A partir de estas bases de datos, se obtuvo la riqueza de especies de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz.

Identificación de puntos estratégicos a lo largo de los senderos que permita transmitir a los visitantes el valor de los elementos naturales y culturales de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz.

En base a las encuestas realizadas, a la literatura citada y a las observaciones por los coordinadores de área y de las investigadoras, se ubicaron puntos naturales y culturales clave en el recorrido de los senderos, ubicando al menos cinco puntos estratégicos que transmitan el valor natural y cultural de cada área. Estos puntos fueron anotados en la aplicación para smartphone GIS Cloud ®, donde permitía tomar fotografía del punto, grabar audio y marcar la coordenada exacta. En base a estos puntos estratégicos y con el programa Arc GIS ®, se realizaron las guías interpretativas.

Diseño de guías interpretativas de plantas y macrohongos para el conocimiento y sensibilización de los valores naturales y culturales de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz.

Se seleccionaron al menos 75 puntos estratégicos en los senderos del Biotopo del Quetzal, 30 en el Biotopo Cerro Cahú y 8 en el Biotopo El Zotz. En cada punto se identificaron y resaltaron elementos relevantes, tanto naturales como culturales, con información que permita conectar al visitante con el sitio. Cada guía cuenta con un código QR (código de barras bidimensional) con información en digital, de forma que cada visitante pueda apreciar la información en diferentes maneras.

12. Vinculación, difusión y divulgación

El Herbario USCG y el Centro de Estudios Conservacionistas forman parte de varias redes de intercambio de información. Se creó un vínculo con el Centro Universitario de Petén – CUDEP – para este proyecto, junto con el Centro Universitario del Norte – CUNOR – y el Centro Universitario de Baja Verapaz – CUNBAV –, quienes tienen incidencia directa en el área del Biotopo del Quetzal. Asimismo, el Herbario USCG tiene vinculación con la escuela de Diseño Gráfico, quien aporta estudiantes de EPS, con quien se desarrolló el diseño de las Guías Interpretativas, para los biotopos. Sin embargo, debido a la emergencia surgida por la pandemia a causa del COVID-19, la vinculación estuvo restringida y no fue posible realizar un acercamiento más personal con los guardarecursos y comunidades cercanas a los biotopos, esto debido a que el implemento de plataformas virtuales excluye a una gran parte de la población objetivo. Sin embargo, se contó con el apoyo del CUNOR y de la coordinación del BUCQ para socializar las encuestas digitales dirigidas a visitantes y a guardarecursos de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz.

13. Productos, hallazgos, conocimientos o resultados:

Determinar la riqueza y distribución de plantas (árboles y arbustos) y macrohongos de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz.

Se obtuvieron listados actualizados de plantas y macrohongos de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz, se curó la base de datos y se revisaron las muestras de herbario de los sitios de estudios y se escanearon 916 muestras de plantas.

Se procesaron 1,028 especies de plantas y 138 de hongos en los tres biotopos: 755 de plantas y 95 de macrohongos para el BUCQ; 158 de plantas y 90 de macrohongos para el Cerro Cahú; 175 de plantas y 67 macrohongos para El Zotz (Tabla 1). Estos datos se obtuvieron por medio de revisiones bibliográficas y las bases de datos del herbario, así como sus ejemplares. Las investigaciones de macrohongos revisadas para la base de datos fueron de los siguientes autores: Somerkamp, 1984; Papa, 2015; Quezada, 2016; Car & Quezada, 2017; Herrera, 2018 y Quezada, 2018. Para la base de datos de plantas, se revisaron las investigaciones de los autores: Monterroso, 1976; Pérez, et al., 1999; Cecon, 1999; Ixcot, et al., 2005; Morales, et al., 2011; García, et al., 2013; García, et al., 2017; García, 1998; Freire, et al., 2004; Jiménez, 2009; Bustamante, et al., 2010.

Tabla 2

Riqueza de plantas y macrohongos en los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz.

	BUCQ	Cerro Cahú	El Zotz
Plantas	755	158	175
Macrohongos	95	90	67

Identificar puntos estratégicos a lo largo de los senderos que permita transmitir a los visitantes el valor de los elementos naturales y culturales de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz

Se realizaron dos encuestas: una especial para los visitantes de cada biotopo, y otra especial para los guardarecursos. Esto debido a que los guardarecursos son especialistas en su área, y su conocimiento natural y cultural es muy valioso. La encuesta la respondieron 20 guardarecursos, 6 de Petén y 14 del Biotopo del Quetzal (Anexo 1). Algunas de las preguntas claves dirigidas a este grupo focal son las siguientes:

- ¿Qué es lo más importante o llamativo que tiene el biotopo en donde trabaja? (En cuanto a su naturaleza)
- ¿Cuáles considera que son las plantas más características de los biotopos que conoce? (coloque el nombre del biotopo por favor)

- ¿Cuáles son los hongos más llamativos que recuerde haber visto en el sendero?
- ¿Dónde es más común visualizar hongos dentro de los senderos?
- ¿Cuáles son las preguntas más frecuentes en cuanto a plantas y hongos que hacen los visitantes?
- 10. Dentro del sendero del biotopo donde trabaja, ¿cuáles son los puntos importantes que permiten transmitir a los visitantes el valor de la naturaleza y/o la cultura (por ejemplo, un mirador, un árbol grande y viejo, una cascada, etc.)?
- ¿Cuál es la parte del sendero más llamativa?
- Consideraría valioso tener un documento que permita resaltar la importancia del biotopo, la vegetación y hongos que se pueden encontrar.
- ¿Qué información adicional considera que debe contener un documento informativo de plantas y hongos del biotopo donde labora, que sea clave para los visitantes y para usted?

Respecto a la última pregunta, es muy importante resaltar que los encuestados tuvieron diferentes opiniones, pero el 60% recalcaron la importancia de que las áreas protegidas posean una guía con información clave para los visitantes. El 50% menciona que las guías deben tener nombres sobre plantas, hongos y otros organismos importantes para el área, el 45% indicó que hay que darle más importancia a los hongos, actualizando los datos y proporcionando información clave como nombre, si es comestible o no, fotografía o ilustración, y en qué lugares se puede observar más, y un 45% mencionó sobre la importancia de mencionar los usos, ilustraciones o fotografías y nombre de las plantas.

En cuanto a la encuesta a los visitantes, se obtuvieron 422 respuestas (Anexo 2). Dentro de estas respuestas, se calcularon las visitas a las áreas protegidas del SUAP, siendo un 3.3% que no ha visitado alguna área protegida del SUAP, un 29.6% que ha visitado un área protegida, un 21.5% que ha visitado dos áreas protegidas y un 44.7% que ha visitado al menos tres áreas protegidas.

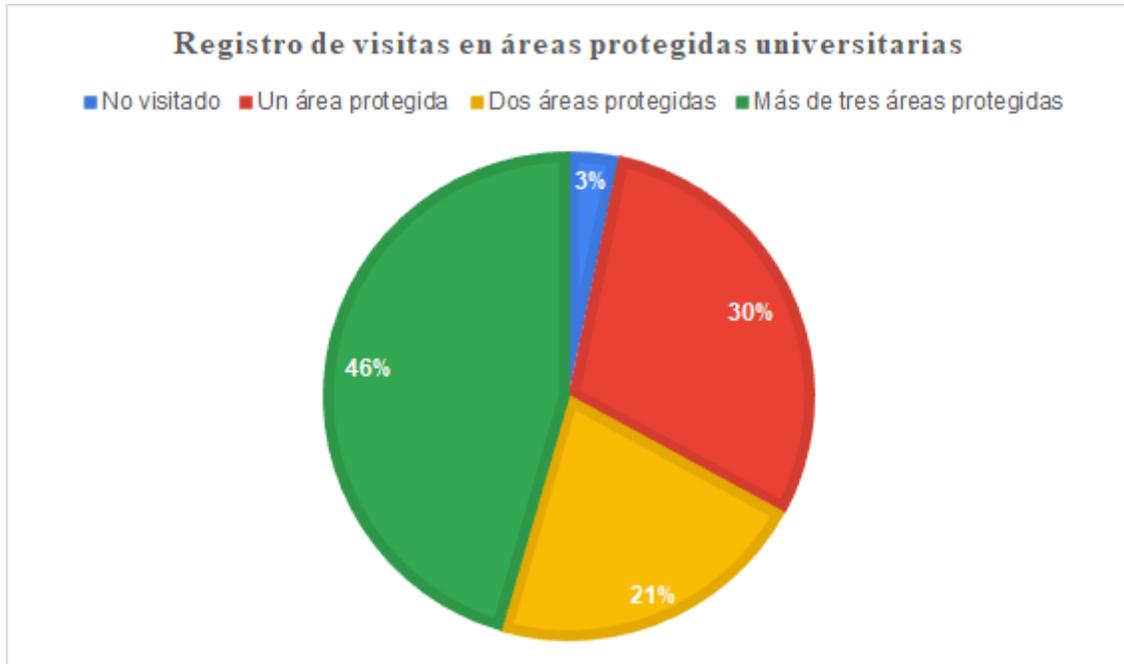


Figura 2. Porcentaje de visitas a Áreas Protegidas Universitarias según la encuesta digital

De los encuestados que han visitado las áreas protegidas universitarias, la Reserva Natural para Usos Múltiples Monterrico es el área con mayor visitación, con un 88.5%, seguido del Biotopo del Quetzal con 83.2%, luego el Biotopo Cerro Cahuí con 42.2%, Biotopo Chocón Machacas con 32.4%, Biotopo El Zotz con 24.2% y por último Biotopo Naachtún Dos Lagunas con 9.7%.

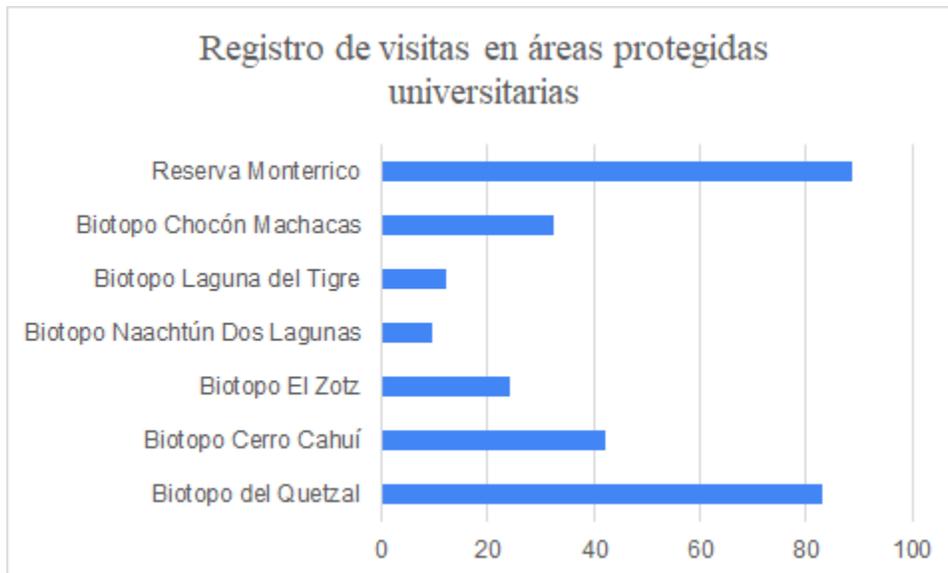


Figura 3. Porcentaje de visitas a cada área protegida del SUAP según la encuesta digital a visitantes

Dentro de las preguntas con mayor importancia que se realizaron a los visitantes, son las siguientes:

- ¿Qué lo motivó a visitar estas áreas protegidas?
- ¿Qué fue lo que más le llamó la atención de cada uno de los biotopos visitados?
- ¿Recibió algún tipo de guía? (por escrito o verbalmente)
- Si usted tuviera acceso a un documento informativo ¿qué tipo de información le gustaría encontrar en él?
- ¿Cómo cree que se puede mejorar el recorrido?
- ¿Qué recomendaciones daría a la administración de los Biotopos Universitarios visitados para futuras mejoras?

Para estas últimas dos preguntas, el 33% de los encuestados sugiere mejorar los recorridos con información impartida por algún tipo de guía: folletos, volantes, trifoliales o guías interpretativas con las que se pueda acceder a aplicaciones o a más información virtual por medio de códigos QR u otros medios para tener más conocimientos sobre el lugar que visitan. Otro 9.6 % mencionan la importancia de la señalización durante el recorrido, principalmente en los Biotopos de Cerro Cahú y el Zotz, con el objetivo de conocer más sobre el sitio que visitan, y un 1.4% de visitantes mujeres mencionan que debe mejorar la seguridad en los senderos del Biotopo Cerro Cahú.

Para identificar los puntos estratégicos a lo largo de los senderos, se elaboró una aplicación de reconocimiento de sitios de interés (naturales, culturales, ecológicos) para que guardarecursos e investigadores tomaran datos con la aplicación GIS Cloud ®, donde quedaba anotado la coordenada, y se podía guardar fotografía y audio. Estos archivos se descargaron por la página web “giscloud.com”. Para el correcto uso de la aplicación, se elaboró una guía para su instalación y su uso adecuado (Anexo 3). Los datos del Biotopo del Quetzal se obtuvieron en recorridos realizados por las investigadoras y del Biotopo Cerro Cahú por el coordinador Marvin Rosales (Anexo 4). Los datos obtenidos por la aplicación fueron manejados por el programa ArcGIS ®.

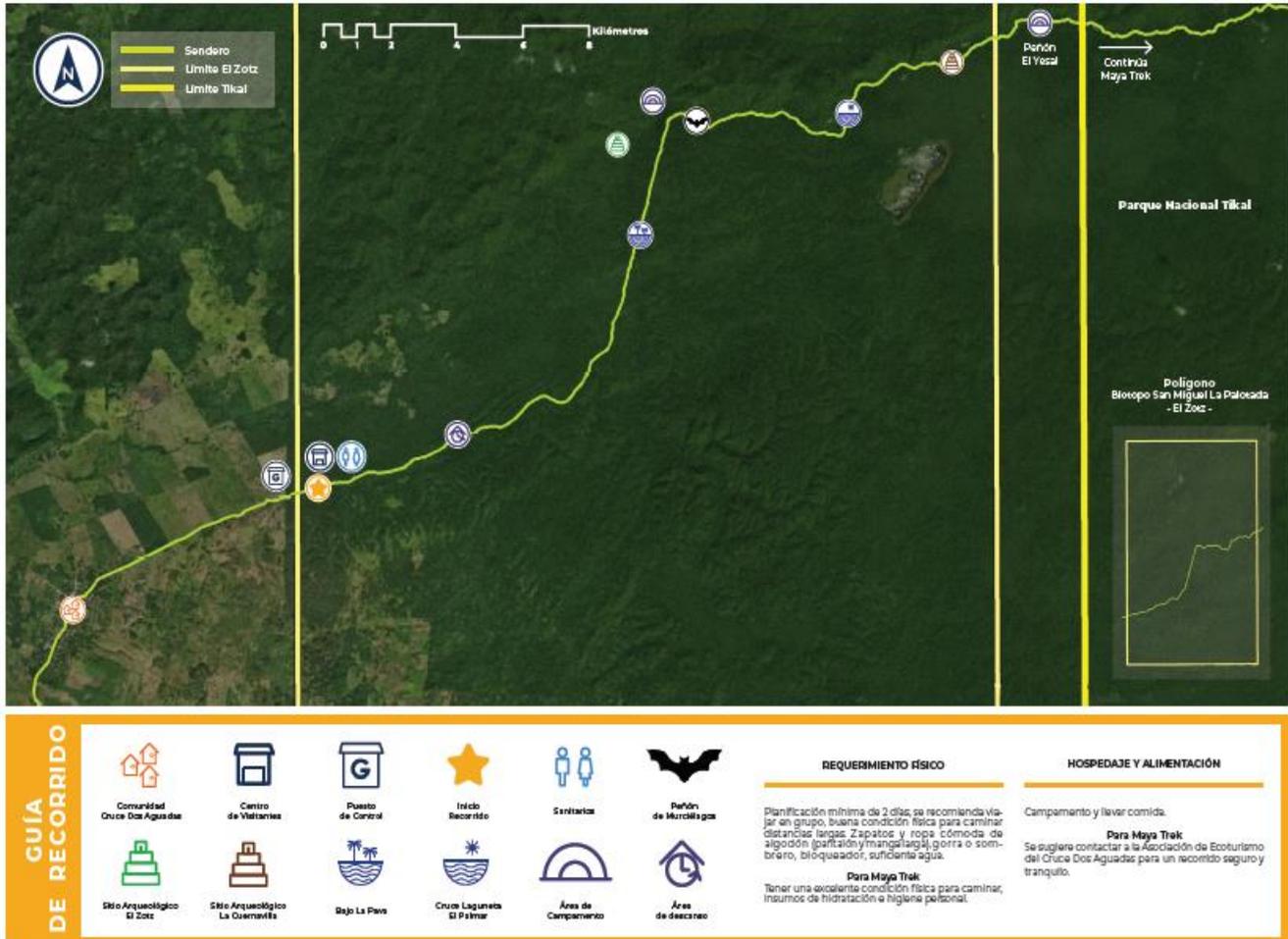
Diseñar guías interpretativas de plantas y macrohongos para el conocimiento y sensibilización de los valores naturales y culturales de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y el Zotz

Para el diseño de las guías interpretativas, se utilizó la base de datos de plantas y macrohongos de los tres biotopos, la encuesta para los guardarecursos, la encuesta para los visitantes y los puntos estratégicos anotados con la aplicación GIS cloud ®. Esta información fue recabada para identificar los sitios estratégicos a colocar en los mapas de las guías interpretativas.

La primera parte de las guías interpretativas constan de una introducción histórica sobre los inicios del biotopo, características generales del tipo de bosque, flora, funga y fauna, con algunas fotografías de especímenes más representativos de cada sitio. En la contraportada se colocaron los datos de contacto, clima, el costo de ingreso y la forma de llegar al sitio, que incluye un código QR que indica la ubicación con Google Maps ®. Junto a los mapas, se encuentra la iconografía e información sobre requerimientos físicos necesarios para disfrutar la actividad de senderismo y las opciones de hospedaje y alimentación.



Los sitios estratégicos que se aplicaron para el Biotopo Cerro Cahú fueron: centro de visitantes, área de campamento, playa y vestidores. En el recorrido del sendero se anotaron los servicios sanitarios, mirador, área de descanso, sitio arqueológico, avistamiento de: hongos, especie emblemática y fauna. En el mapa se marcaron los puntos de inicio de recorrido e intersección de senderos.



14. Análisis y discusión de resultados:

La interpretación es una forma de aprendizaje que toma en cuenta el público objetivo, de manera que se busque generar comunicación y no sólo la entrega de información en una sola vía (Bazán, 2014), de manera que la información tenga significado (Baltazar, et al., 2014; Bazán, 2014), es por ello que las encuestas realizadas, fueron útiles para determinar ciertas necesidades y patrones que poseen los Biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz.

De estos tres, el Biotopo del Quetzal es que posee mayor visitación con 83.2% de los encuestados, lo cual se debe a su ubicación y fácil acceso (queda en la carretera hacia Cobán), luego le sigue Cerro Cahú con el 42.2%, por último, El Zotz con 24.2%. Los encuestados evidencian un porcentaje considerable para la mejora de divulgación de la información sobre cada área protegida. El 33% mencionó que, para mejorar la experiencia durante los recorridos, es importante que las áreas protegidas proporcionen información adecuada por medio de guías locales o guías escritas como folletos, volantes, trifolios o guías interpretativas, así mismo, sugieren el uso de la tecnología por medio de aplicaciones o códigos QR para acceder a información de calidad sobre el lugar de visita.

El uso de las encuestas es de suma importancia para conocer las necesidades de los visitantes de cada sitio (Brochu & Merriman, 2003), y se rectifica la importancia de las guías y senderos interpretativos como recorridos que presenta un sitio con valor cultural y/o natural, ya que éstos poseen mensajes que ayuda a los visitantes a conectarse con los elementos que componen al sitio de visita, creando una conexión (Bazán, 2014; Tilden, 1977). De esta manera, el visitante no es solamente un espectador, al contrario, forma parte del entorno (Bazán, 2014).

El darle valor tanto a los visitantes como a los promotores de turismo, guardarecursos, líderes comunitarios y guías, pasan a formar parte importante como herramientas de comunicación para la divulgación científica y para la conservación del patrimonio natural y cultural de las áreas. Al involucrarlos en los procesos de investigación científica, se reduce la extracción ilegal de elementos esenciales del ecosistema (Baltazar, et al., 2014; Bazán, 2014; Ham, 2007; Tilden, 1977).

Estas guías interpretativas se realizaron en base a la riqueza y distribución de plantas y hongos, tomando en cuenta que ambos son indicadores de bienestar. La vegetación es un grupo indicador clave que permite establecer el grado de antropización y perturbación del paisaje, así como el estado de madurez, conservación y resiliencia de los remanentes del área, entre otras características específicas de algunas plantas más sensibles a elementos en el ambiente (Pearson & Cassola, 1992; Pharo Beattie, & Binns, 1999; Tripathi & Gautam, 2007). Los hongos son otro grupo indicador, debido a su tipo de nutrición externa, son bastante sensible a los cambios en el ambiente. Además, su uso comestible para los humanos hace que sea considerado como parte del bienestar ambiental y por lo tanto, un indicador de la continuidad del ecosistema (Jasso-Arriaga, Martínez-Campos, Gheno-Heredia & Chávez-Mejía, 2016; Quezada, 2018).

En conjunto a las guías interpretativas, se realizaron guías ilustrativas (Anexo 5), donde se describen 20 plantas y 15 macrohongos representativos de cada biotopo y su tipo de bosque. Esta guía es una herramienta clave para los guardarecursos y técnicos del área, quienes tendrán información científica a la mano y con una gran facilidad para identificar plantas y macrohongos con su nombre científico y común.

Las visitas a campo estaban programadas para los meses de abril a junio y hasta agosto para los talleres participativos. Sin embargo, debido al inicio de la cuarentena del 17 de marzo, a causa del virus COVID-19, no fue posible realizar gestiones para visitar las áreas protegidas del estudio, además de las restricciones gubernamentales sobre la movilización entre departamentos y los horarios de toque de queda hicieron inevitable la cancelación al viaje de campo a los Biotopos de Petén.

Para el mes de septiembre, el toque de queda fue reducido de 9 pm a 4 am y se anuló la restricción de movilización entre departamentos, por lo que fue accesible evaluar los senderos del Biotopo del Quetzal. Se tomaron los datos adecuados para establecer los puntos estratégicos de los senderos y de nutrir mejor el mapa con especies emblemáticas de plantas y hongos.

15. Conclusiones

- Se obtuvo una base de datos con 1,028 especies de plantas y 138 de macrohongos procesados y curados. El Biotopo del Quetzal contó con 755 de plantas y 95 de macrohongos, Cerro Cahuí con 158 de plantas y 90 de macrohongos, y El Zotz con 175 de plantas y 67 macrohongos.
- De los tres biotopos evaluados, el Biotopo del Quetzal tiene mayor porcentaje de visitas en base a los encuestados (83.2%), le sigue Cerro Cahuí (42.2%), y El Zotz (24.2%), esto se debe a la facilidad de ingreso y accesibilidad, y a los requerimientos físicos
- El 33% de los encuestados mencionó que es importante el uso de guías interpretativas para mejorar la experiencia durante los recorridos.
- Se identificaron 26 puntos estratégicos en los senderos del Biotopo del Quetzal y 11 puntos estratégicos en los Biotopos Cerro Cahuí y El Zotz.
- Se diseñaron guías interpretativas para los tres biotopos del estudio, los cuales remarcan los valores naturales y culturales que pueden encontrar en cada sitio, con el fin de dar herramientas a los promotores de turismo, guardarecursos y líderes comunitarios para dar una guía adecuada a los sitios y concientizar a los visitantes.

16. Impacto esperado

Desde la conformación de las áreas protegidas universitarias, y a pesar que han existido esfuerzos aislados para desarrollar herramientas de educación ambiental y monitoreo biológico, no han logrado concretarse y/o actualmente no se encuentran disponibles al público en general. Este proyecto generó como producto final, guías interpretativas de los valores culturales y naturales para los tres biotopos de estudio. De la misma manera, se generó información básica actualizada de la riqueza y distribución de plantas y macrohongos, base de datos que serán de utilidad para utilizarse en programas de monitoreo de cada uno de los biotopos seleccionados. Por lo cual, la información generada puede utilizarse para la generación de estrategias de educación, manejo y conservación en las áreas protegidas universitarias. Esta información también es una contribución al cumplimiento de los planes manejo y/o actualización de información para el desarrollo de éstos. En relación al fortalecimiento de las áreas, las guías pueden incluirse a mediano plazo como parte de los productos que puedan incorporarse dentro de presupuestos autofinanciables del CECON.

Debido al estado de Calamidad y emergencia sanitaria por el virus COVID-19, no se logró dar los talleres participativos a guardarecursos, líderes comunitarios y promotores de turismo de las zonas aledañas a los biotopos, pero si se pudo realizar una encuesta a los guardarecursos, donde se toma en cuenta su valioso conocimiento sobre los recursos naturales y culturales que alberga el área protegida donde laboran. Por lo mismo, no se realizaron talleres botánicos para los estudiantes del CUDEP, pero parte de los insumos obtenidos con el proyecto, fueron destinados para el fortalecimiento de la investigación en el CUDEP.

Los beneficios directos de las guías interpretativas se verán reflejados en la satisfacción de los visitantes cuando los utilicen en su recorrido. Así mismo, facilitará la comunicación entre los guardarecursos y los

visitantes. También se facilitará el conocimiento científico del área a los guardarecursos, de manera que ellos, junto con su conocimiento tradicional, sean partícipes del valor natural y cultural de los sitios. La guía interpretativa hará que los visitantes nacionales y extranjeros conozcan más sobre la importancia del ecosistema que visitan, y ello lo pueden compartir con sus seres cercanos.

17. Referencias

- Baltazar, O., Zavala, J., Solís, F., Pérez, J. & Sánchez, O. (2014). Sendero interpretativo de orquídeas y bromelias. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(2014), 1687 - 1699.
- Bazán, H.G. (2014). La interpretación del Patrimonio como estrategia para la educación y socialización del patrimonio en el medio rural. *Monográfico*, 9(2014), 21 - 40.
- Brochu, L. & Merriman, T. (2003). *Interpretación personal: Conectando su audiencia con los recursos patrimoniales*. Estados Unidos: National Association for Interpretation.
- Capó, M. (2007). *Principios de ecotoxicología. Diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente*. España: Editorial Tebar.
- Castillo, F., García, J., López, A., & Celada, M. (2013). *Los servicios ecosistémicos urbanos en las ciudades de Quetzaltenango y la Antigua Guatemala*. (Inf-2012-36). Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente.
- Centro de Datos para la Conservación [CDC]. (2017). *Documento Básico del Sistema Universitario de Áreas Protegidas (SUAP)*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios Conservacionistas.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP] y Centro de Estudios para la Conservación [CECON]. (1999). *Plan Maestro Biotopo Universitario "Mario Dary Rivera" para la conservación del Quetzal 2,000 - 2,004*. Guatemala: CONAP.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP]. (2004). *Plan Maestro Biotopo Protegido Cerro Cahú*. Guatemala.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP]. (2015). *Reserva de la Biósfera Maya, Plan Maestro. Segunda actualización. Tomo I: Diagnóstico y consideraciones de manejo*. Documento Técnico No. 20-2016. Guatemala: CONAP.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP]. (2016). *Ley de Áreas Protegidas y su Reglamento, Decreto No. 4-89 y sus Reformas, Decretos No. 18-89, 110-96 y 111-97 del Congreso de la República de Guatemala*.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP]. (2019). *Áreas protegidas*. Guatemala. Recuperado de: www.conap.gob.gt/
- Daily, G. (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Estados Unidos: Island Press.

- Favila, M., & Halfpeter, G. (1997). The use of indicator group for measuring biodiversity was related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana*, 72, 1-25.
- García, B. (1998). Estudio del dosel de la selva nublada del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal "Lic. Mario Dary Rivera". (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- García, M. J., González, V. R. y P. E. Yaxcal. (2013). *Levantamiento y evaluación de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya*. (Proyecto FODECYT 26-2011). Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Guatemala.
- García-Nieto, A., García-Llorente, M., Iniesta-Arandia, I., Martín-López, B. (2013). Mapping forest ecosystem services: From providing units to beneficiaries. *Elsevier*, 4(2013):126 - 138.
- Ham, S. (2007). ¿Puede la Interpretación marcar una diferencia? Respuestas a cuatro preguntas de psicología cognitiva y del comportamiento". *Boletín de Interpretación*, 17(2007) 10-16.
- Herrera, J.P. (2017). Efecto de la humedad y temperatura sobre los patrones fenológicos de los hongos Agaricomycotina en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal, Purulhá, Baja Verapaz. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Ixcot, L. C. (2005). *Estudios de biodiversidad en los Biotopos: San Miguel La Palotada El Zotz y Naachtún-Dos Lagunas, Petén, Guatemala*. (FODECYT. 19-02). Guatemala: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [CONCYT] y Centro de estudios para la Conservación [CECON], Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC].
- Jasso-Arriaga, X., Martínez-Campos, A., Gheno-Heredia, Y. & Chávez-Mejía, C. (2016). Conocimiento tradicional y vulnerabilidad de hongos comestibles en un ejido dentro de un área natural protegida. *Polibotánica*, 42:166 - 195.
- Lewis, R. (1994). Vascular plants as bioindicators of regional warming in Antarctica. *Oecologia* 99:322 - 328.
- Lundell, C.L. (1937). *The Vegetation of Peten*. Estados Unidos: Carnegie Institution of Washington.
- McGeoch, M. (1998). The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Review* 73, 181-201.
- Papa, M. (2015). Relación de la frecuencia de hongos ectomicorrícicos con la estructura y composición de especies arbóreas en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal "Mario Dary Rivera". (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Polanía, J. (2010). Indicadores biológicos para el monitoreo de puertos en Colombia. *Revista Gestión y Ambiente*, 13(3): 75 - 86.
- Pearson, D. (1995). Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Biodiversity measurement and estimation*, 345(1311), 75-79.

- Pearson, D., & Cassola, F. (1992). World-wide species richness patterns of Tiger Beetles (Coleoptera: Cicindelidae): Indicator taxon for biodiversity and conservation studies. *Conservation Biology*, 6, 376-391
- Pharo EJ., Beattie, A., & Binns, D. (1999). Vascular plant diversity as a surrogate for bryophyte and lichen diversity. *Conservation Biology*, 13, 282-292.
- Quezada, M. (2018). *Valoración de hongos comestibles en dos ecosistemas de importancia nacional: aportes de la diversidad biológica para la mitigación de cambio climático y la reducción de la vulnerabilidad en seguridad alimentaria*. (Proyecto FODECYT No. 30-2017). Guatemala: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Quezada, M., Rodas-Duarte, R. & Marroquín-Tintí, A. (2017). Riqueza, distribución y estado de conservación de las especies de encino en Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 4(2):141-158.
- Sistema Universitario de Áreas Protegidas [SUAP]. (2019). *Registros de visitantes de biotopos*. Guatemala: SUAP.
- The Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. En Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.). *World Meteorological Organization*. (pp. 02 - 32). Geneva, Switzerland.
- Thomé-Ortiz, H., Tejeda-Sartorius, O., Téllez-Velasco, M.A.A. & Torres-Rivera, J.A. (2017). Las orquídeas (Orchidaceae) como recurso turístico: Propuesta de senderos interpretativos como herramienta de gestión forestal sustentable. *Agroproductividad*, 10(6), 54 - 61.
- Tilden, F. (1977). *Interpreting our Heritage*. (3° ed) Estados Unidos: The University of North Carolina Press.
- Tripathi, A.K. & Gautam, M. (2007). Biochemical parameters of plants as indicators of air pollution. *Journal of Environmental Biology*, 28(1): 127 - 132.
- Velasquez, M. (2015). *Evaluación del Impacto del Cambio Climático en Especies de Importancia Económica y Cultural en la Reserva de Biósfera Maya: en los Biotopos Naachtún-Dos Lagunas, San Miguel La Palotada-El Zotz y La Laguna del Tigre-Río Escondido*. (Proyecto FODECYT No. 78-2012). Guatemala: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Vidal, L.M. & Moncada, J.A. (2006). Los senderos de interpretación ambiental como elementos educativos y de conservación en Venezuela. *Revista de Investigación*, 59, 41-63.

18. Apéndice

Anexo 1. Encuesta digital para guardarecursos y técnicos de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahuí y El Zotz.



The image shows a digital survey interface. At the top, there is a navigation bar with a menu icon, the text 'Encuesta a Guardas de Biotopos', a star icon, and a 'Send' button. Below this, there are tabs for 'Questions' and 'Responses' with a count of '23'. The main content area features a photograph of a wooden structure in a forest. Below the photo, the survey title 'Encuesta a trabajadores de Biotopos Universitarios' is displayed. The text of the survey is as follows:

Section 1 of 2

Encuesta a trabajadores de Biotopos Universitarios

La Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio del Centro de Estudios para la Conservación - CECON - administra el Sistema Universitario de Áreas Protegidas -SUAP- el cual se constituye por siete áreas prestigiadas que albergan parte de nuestro patrimonio natural. El SUAP tiene como objetivo promover actividades que permitan el conocimiento, protección y manejo del patrimonio natural y cultural que se encuentra dentro las áreas, así cómo la educación ambiental, turismo ecológico de bajo impacto y la vinculación hacia las comunidades y poblaciones humanas involucradas.

Actualmente se esta trabajando en el diseño de interpretativas de plantas y macrohongos de tres de los biotopos del SUAP, es por ello, que obtener la versión de los trabajadores es importante para conocer la importancia de estos grupos de organismos y generar una mejor herramienta para resaltar la importancia de estos grupos dentro de los biotopos.

Le estamos muy agradecidas por responder esta encuesta con toda sinceridad, ya que nos ayudará a preparar material adecuado para futuras visitas, y a atender mejor a los visitantes nacionales y extranjeros.

7. ¿Cuáles son las preguntas más frecuentes en cuanto a plantas y hongos que hacen los visitantes?

Long answer text

9. ¿Cuál es la parte del sendero más llamativo?

Long answer text

10. Dentro del sendero del biotopo donde trabaja, ¿cuáles son los puntos importantes que permiten transmitir a los visitantes el valor de la naturaleza y/o la cultura (por ejemplo, un mirador, un árbol grande y viejo, una cascada, etc.)?

Long answer text

Anexo 2. Encuesta digital para visitantes de los biotopos del Quetzal, Cerro Cahú y El Zotz.



The screenshot shows a digital survey interface. At the top, it says 'Encuesta Biotopos Universitarios' with a star icon. On the right, there are icons for chat, eye, settings, a 'Send' button, and a user profile. Below this, there are tabs for 'Questions' and 'Responses' with a count of '423'. The main content area features a photograph of a wooden structure with a thatched roof in a lush forest. Below the photo, it says 'Section 1 of 2'. The title of the survey is 'Biotopos Universitarios'. The introductory text reads: 'La Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio del Centro de Estudios para la Conservación - CECON - administra el Sistema Universitario de Áreas Protegidas -SUAP- el cual se constituye por siete áreas protegidas que albergan parte de nuestro patrimonio natural. El SUAP tiene como objetivo promover actividades que'.

Section 2 of 2

Queremos conocer tu experiencia en los biotopos universitarios

En esta sección se presentará una serie de preguntas, las cuales deberá responder de la forma más clara posible. Rememore el momento en que visitó el o los Biotopos y le solicitamos que describa únicamente lo vivido.

1. ¿Qué biotopos universitarios conoce? (Por redes sociales, prensa, revistas, anécdotas, visita, etc.)

- Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal "Mario Dary Rivera"
- Biotopo Protegido San Miguel La Palotada El Zotz
- Biotopo Protegido Cerro Cahú

2. ¿Qué biotopos universitarios ha visitado?

- Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal "Mario Dary Rivera"
- Biotopo Protegido San Miguel La Palotada El Zotz
- Biotopo Protegido Cerro Cahú
- Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas
- Biotopo Laguna del Tigre- Río Escondido
- Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico
- Biotopo Protegido "Chocón Machacas"

3. ¿Qué lo motivó a visitar estas áreas protegidas?

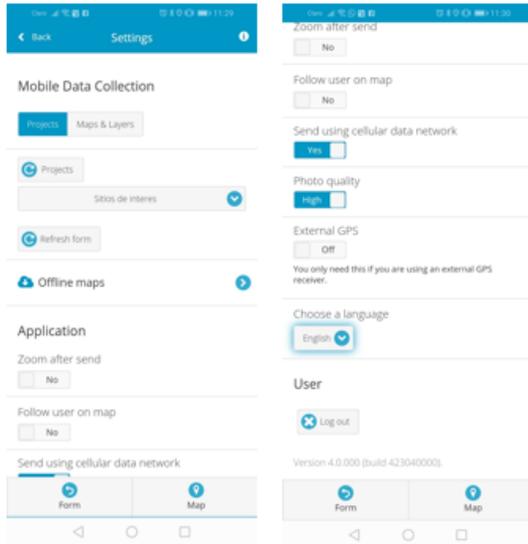
Long answer text

Anexo 3. Presentación en power point para el correcto uso de la aplicación GIS Cloud ®

Instrucciones para toma de datos sitios de interés SUAP



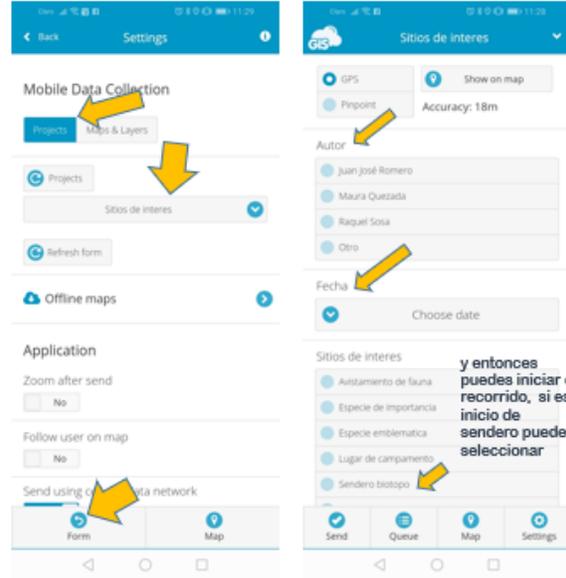
1. Instalar aplicación en teléfono GISCloud
2. Agregar correo alternativo, cecon.sitiosdeinteres@gmail.com, contraseña Cecon2020
3. Al ingresar a la aplicación, seleccionar settings: revise que todos los ajusten aparezca como se muestra a continuación.



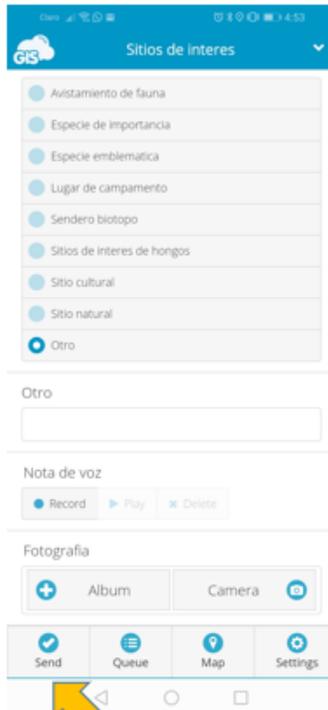
Instrucciones para toma de datos sitios de interés SUAP



4. Al concluir de revisar la configuración de la aplicación, seleccionar en **Projects**, **sitios de interés**, y luego el botón de **form** al finalizar el formulario.
5. En el formulario de inicio, seleccionar usuario, fecha, y puede iniciar a tomar datos en el recorrido del sendero.



Instrucciones para toma de datos sitios de interés SUAP



Otro

Este aspecto fue agregado por si nos se nos escapó algo que ustedes consideren importante agregar al recorrido para visitantes dentro de nuestros biotopos.

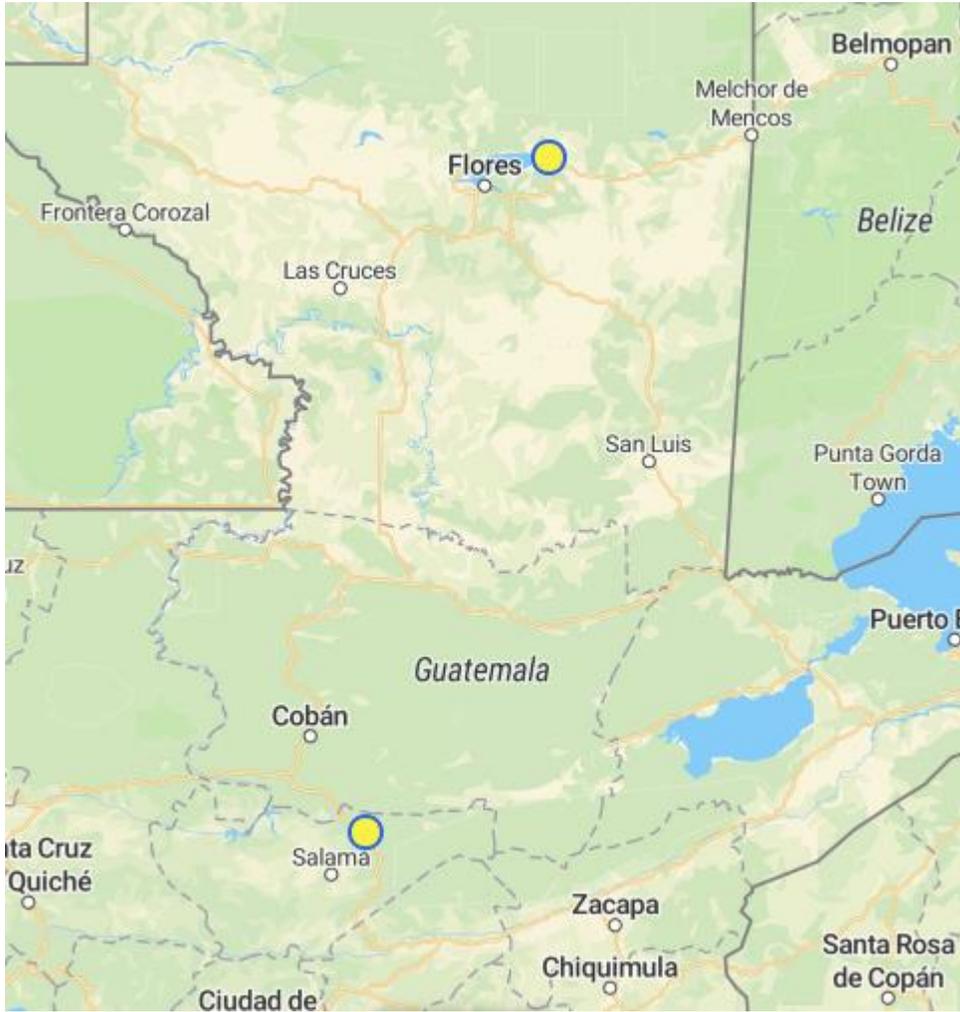
Acá si se observa un apartado para escribir el nombre de éste elemento, y nos servirá para asignarlo en una categoría.

Recuerda agregar la **nota de voz** para describir el sitio por qué fue seleccionado. Y la **fotografía** del sitio. Y sobre todo marcar **send**

ESPERAMOS QUE ESTO NOS AYUDE A RESALTAR AÚN MÁS EL VALOR BIOLÓGICO, ESCÉNICO Y CULTURAL DE NUESTRO BIOTOPOS.

No olvides, que cada dato que tomes debes enviarlo, para que se guarde....

Anexo 4. Uso de aplicación GIS Cloud ® para uso de datos



← Sitios de interes									
	Map	Data	Share	Report	To CSV				
<input type="checkbox"/>	ID	Longitud	Latitud	Autor	Otro autor	Tecnico	Fecha	Sitios de interes	Avista
<input type="checkbox"/>	Delete Edit 6	-89.704908	16.997951	Raquel Sosa		Maura Quesada		Sendero bioto...	
<input type="checkbox"/>	Delete Edit 7	-89.704908	16.997951	Raquel Sosa		Maura Quesada	10/08/2020	Sendero bioto...	
<input type="checkbox"/>	Delete Edit 8	-89.704907	16.997951	Raquel Sosa		Maura Quesada		Sendero bioto...	
<input type="checkbox"/>	Delete Edit 9	-89.704907	16.997951	Raquel Sosa		Maura Quesada		Sendero bioto...	
<input type="checkbox"/>	Delete Edit 10	-89.704792	16.998484	Raquel Sosa		Maura Quesada		Especie de im...	
<input type="checkbox"/>	Delete Edit 11	-89.704815	16.998605	Raquel Sosa		Maura Quesada	10/08/2020	Sendero bioto...	
<input type="checkbox"/>	Delete Edit 13	-89.706289	17.001151	Raquel Sosa		Maura Quesada		Otro	
<input type="checkbox"/>	Delete Edit 14	-89.708736	17.002882	Raquel Sosa		Maura Quesada	10/08/2020	Sendero bioto...	
<input type="checkbox"/>	Delete Edit 15	-89.708935	17.002888	Raquel Sosa		Maura Quesada	10/08/2020	Sendero bioto...	

Otro sitio cultur	Sitio natural	Otro sitio natura	Otro	Nota de voz	Fotografia
					
					
			Hongo		
					
					
					

Anexo 5. Borrador de guías ilustrativas de los tres biotopos

GUÍA INTERPRETATIVA

PLANTAS Y MACROHONGOS



BIOTOPO UNIVERSITARIO "MARIO DARY RIVERA" PARA LA CONSERVACIÓN DEL QUETZAL

GENERALIDADES DE LOS BOSQUES NUBOSOS

La riqueza de este grupo puede observarse en cuanto a la complejidad y exuberancia de la estructura del bosque, el cual es resultado de la combinación de la diversidad florística neártica y neotropical, y la respuesta a las condiciones microclimáticas propias del biotopo (CECON o CONAP). Por lo cual, es característico observar una abundancia de lianas, epífitas como musgos (briofitas, hepáticas), helechos, bromelias, orquídeas y líquenes. Además, los árboles de este bosque no son tan altos, poseen hojas pequeños y gruesas, que captan la neblina, condensando el agua y formando gotas líquidas. A este fenómeno se le denomina "llovía horizontal". Otro aspecto característico del biotopo del Quetzal es observar abundantes árboles caídos y tocones, los cuales desempeñan papeles importantes dentro de la dinámica ecológica del biotopo. (Brijuniac, Koppstein & Mulligan, 2010; Oyarzun, Farnsworth & Núñez, 2005)

Los bosques nubosos se caracterizan por la persistencia de nubes que reducen la radiación solar, aumentando la humedad en el ambiente. Siendo el agua un elemento predominante, la vegetación posee una estructura florística muy compleja. (Brijuniac, Koppstein & Mulligan, 2010; Oyarzun, Farnsworth & Núñez, 2005)

Estos bosques se distinguen por el movimiento constante de la neblina, lo que provoca un ambiente húmedo. Se distinguen por presentar una gran diversidad biológica con un alto índice de endemismo o de especies únicas (Brijuniac, Scatena & Hamilton, 2010; Hamilton, Juvik, Scatena, 1995).

A pesar de su importancia, el bosque nuboso es uno de los ecosistemas más amenazados por la distribución restringida de algunas especies, así como por el cambio climático, el cual cambia las condiciones del ecosistema (por el aumento de temperatura), y con ello sus características de humedad y precipitación. Además, el Biotopo y sus alrededores poseen una fuerte presión por la expansión de la agricultura y otras actividades antropogénicas que disminuyen su cobertura, lo que arriesga a que los bosques queden aislados unos de otros, y con ello, la vulnerabilidad de todos bienes y servicios aumenta drásticamente (Brijuniac, Koppstein & Mulligan, 2010; Martínez, 2020; Oyarzun, Farnsworth & Núñez, 2005; Quezada, 2018).

***Aisophila salvinii* Hook**
Aisophila munitii Christ, *Cyathea salvinii* (Hook.) Domin

NOMBRE COMÚN
Chilpe negro - Helecho negro - Chut negro








Descripción
Helecho arborecente, con troncos fibrosos entre 1 y 5 m de alto, sin yemas y sin espinos conspicuos. Hojas: Pueden llegar a medir hasta 3.5 x 2 m, siendo tripinadas con una base angosta, y un ápice que termina en punta. Se ven en el envés de la hoja, demudos (sin indusio). Raíces: Secundarias que forman una masa abundante sobre la tierra.

Distribución nacional y mundial
Se distribuye en México (Chiapas, Oaxaca, Veracruz), Honduras, El Salvador, Nicaragua, Perú y Brasil (Itatiaia, Cerrado). En bosques nubosos entre 2100 - 2600 m de Huehuetenango, Alta Verapaz, Baja Verapaz y Quiché (Martinez, 2020; Standley & Stegmann, 1912; Viter & Rojas, 2004)

Fenología
No existen registros fenológicos. Los únicos patrones registrados en fenología, son la forma de crecimiento y la variación climática, donde la precipitación influye de forma considerable.

CYATHEALES

Cyathea

Característica distintiva
Pecíolos y raquis negros, al igual que las aréolas en la base del pecíolo. No tiene indusios y las raíces adventicias poseen tricomas.



Guía ilustrativa

Plantas y Macrohongos

Biotopo Universitario Cerro Cahui

Quezada, Maura L., Díaz-Reyes, Mariasol, Orellana, Rebeca
Guías Ilustrativas de Plantas y Macrohongos del Sistema
Universitario de Áreas Protegidas. Biotopo Universitario para
la Conservación del Quetzal. Maura L. Quezada, Mariasol Díaz
Reyes, Rebeca Orellana. Primera Edición. Ciudad de
Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de
Guatemala, 2020.

ISBN

1. Plantas 2. Hongos, 3. Diversidad Biológica. 4. Bosques
nubosos, 5. Conservación

Primera Edición 2020

© Todos los derechos reservados

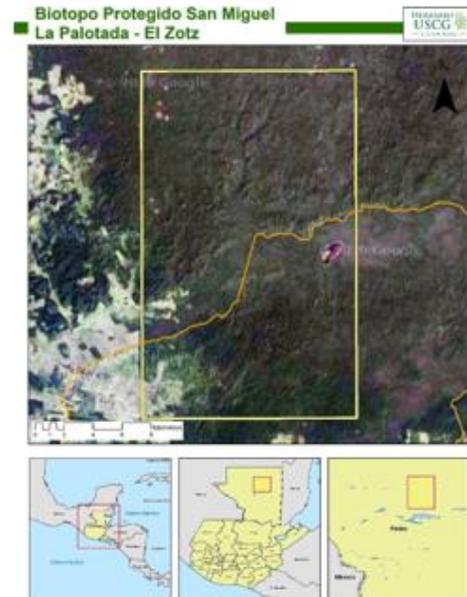
El contenido de la presente obra fue obtenido gracias al
financiamiento de la Dirección General de Investigación y el
Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San
Carlos de Guatemala B25-2020 "Guías interpretativas de
plantas y macrohongos para el Sistema Universitario de Áreas
Protegidas como elementos de educación y conservación."

*Se autoriza su reproducción parcial siempre y cuando se cite la
fuente.*

Biotopo San Miguel La Palotada "El Zotz"

Se encuentra dentro de la RBM y es considerado área protegida desde 1987. Posee 49,000 hectáreas con vegetación típica de la Selva Tropical Húmeda, con una gran diversidad biológica y endemismo (más de 130 especies de plantas, 36 especies de escarabajos coprófagos, 5 tarántulas, 7 escorpiones, 12 anfibios, 31 reptiles, 50 mamíferos y más de 112 de aves). Es reconocido por sus cuevas que albergan diferentes especies de murciélagos como *Saccopteryx bilineata*, *Diclidurus aëbus*, *Rhogeessa tumida*, *Myotis elegans*, *Lasiurus ega*, *Pteronotus parnellii*, *Molossus* y *Nyctinomops laticaudatus* (CONAP, 2015; Ixcot, 2005). Las estructuras arqueológicas que alberga son El Zotz, El Palmar, El Bejucal y El Diablo. Sin embargo, el atractivo turístico con más auge, es el Maya Trek, que es un recorrido de 50 km durante 3 días y 2 noches que combina aventura, naturaleza, cultura y arqueología. Éste inicia en la comunidad del Cruce Dos Aguadas, pasa por los sitios arqueológicos El Zotz, El Palmar, Chikin y termina en Tikal (CONAP, 2015).

Mapa de Ubicación



Listado de los integrantes del equipo de investigación (en una sola hoja)

Contratados por contraparte y colaboradores

Nombre	Firma
Dra. Maura L. Quezada Aguilar	
Br. Alicia Maríasol Díaz Reyes	
Licda Rebeca Orellana	
Ing. Yuri Aguilar (CUDEP)	

Contratados por la Dirección General de Investigación

Nombre	Categoría	Registro de Personal	Pago		Firma
			SI	NO	
Dra. Maura L. Quezada Aguilar			X		
Br. Maríasol Díaz			X		
Licda Rebeca Orellana				X	

Guatemala 30 de noviembre 2020



Dra. Maura L. Quezada Aguilar
Coordinadora
Proyecto de Investigación



Lic. Roberto Barrios
Programa Universitario de Investigación en
Educación



Ing. MARN (MSc) Rufino Salazar Pérez
Coordinador General de Programas
Digi USAC

Ing. Agr. Rufino Salazar
Coordinador General de Programas



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS

REF.IQB.386.11.2020

Guatemala, 30 de noviembre del 2020

Señor Director
Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera
Director General de Investigación
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Con un cordial saludo me dirijo a usted para adjuntar el informe final del proyecto: **“Guías interpretativas de plantas y macrohongos para el Sistema Universitario de Áreas Protegidas como elementos de educación y conservación”** con código de proyecto **B25-2020** y partida presupuestal **4.8.63.6.12.000**, coordinado por la **Dra. Maura Liseth Quezada Aguilar**, avalado por el Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Este informe final fue elaborado con base en la guía de presentación de la Dirección General de Investigación, el cual fue revisado su contenido en función del protocolo aprobado, por lo que esta unidad de investigación da la aprobación y aval correspondiente.

Asimismo, la coordinadora del proyecto, se compromete a dar seguimiento y cumplir con el proceso de revisión y edición establecido por DIGI del **informe final y del manuscrito científico**. El manuscrito científico debe enviarse, por la coordinadora del proyecto, para publicación, al menos, en una revista de acceso abierto (*Open Access*) indexada y arbitrada por expertos en el tema investigado.

Sin otro particular, suscribo atentamente.

HERBARIO
USCG
CCON-USAC

“Id y enseñad a todos”

Dra. Maura Liseth Quezada Aguilar
Coordinadora del Proyecto



Dra. María Eunice Enríquez Cotton
Directora

Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

c.c. archivo
MEEC/tvch.