



DEFENSORES
DE LA NATURALEZA

RESUMEN DE ASPECTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS PARA SU
VALORACIÓN

LA RESERVA DE BIÓSFERA SIERRA DE LAS MINAS RBSM

31 de Enero de 2017

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Christian Estrada Hernández', written over a horizontal line.

Dr. Christian Estrada Hernández, Biol., MsC.

Consultor

CONTENIDO

INTRODUCCION	3
1. ORIGEN Y OROGRAFÍA.....	4
2. HIDROLOGÍA.....	5
3. VEGETACIÓN Y ENDEMISMO FLORÍSTICO.....	6
4. ECORREGIONES	9
5. ECOSISTEMAS.....	10
6. APROVECHAMIENTO DE LA FLORA	11
I. FORESTAL Y LEÑA	11
II. PLANTAS MEDICINALES Y COMESTIBLES.....	12
7. FAUNA	12
a. <i>Especies bandera</i>	13
b. <i>Cacería</i>	14
8. CAPTURA DE CARBONO	15
9. ECOTURISMO Y TURISMO CIENTIFICO	16
10. REFERENCIAS	18

La Reserva de Biósfera Sierra de las Minas RBSM

INTRODUCCION

Fundación Defensores de la Naturaleza fue conformada en el año 1983 y desde ese entonces se ha dedicado a procesos y acciones encaminadas a la conservación y manejo de recursos naturales de Guatemala, en especial la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas (RBSM). Esta Reserva de Biosfera fue declarada como área protegida el 4 de octubre de 1990 y desde mucho antes se han venido realizando esfuerzos de investigación, primeramente puramente biológica y ~~mas~~ posteriormente social, económica. Todo este conocimiento, aunque muy amplio, hasta la actualidad se encuentra disperso, en distintos idiomas y en general poco accesible para su consulta. Sobre todo mucha de esta información no ha sido actualizada. Por lo tanto, esta síntesis y meta análisis de investigaciones realizadas en la RBSM constituye un esfuerzo para la sistematización de la información en la mejor planificación a para la administración del área protegida.

El objetivo principal de este ejercicio de síntesis de los esfuerzos de investigación en la Reserva se centra en combinar los resultados de estudios independientes para producir un conocimiento más integrativo de cada una de las áreas del conocimiento abarcada.

Primeramente se propone una revisión narrativa. Esta alternativa ha sido ampliamente utilizada para acumular resultados cruzando distintos estudios. En este método el investigador, tras el estudio de las aportaciones más relevantes con relación a un determinado fenómeno, expone su visión particular del estado del fenómeno estudiado. Esta revisión narrativa inicial está enfocada en construir una valoración general y específica de la RBSM.

La RBSM es de especial importancia para el país ya que brinda servicios ambientales como agua, sumidero de carbono, productor oxígeno, además de ser una fuente de semilleros forestales y especies de plantas medicinales y nutricionales, en ella se encuentra albergadas especies endémicas y en peligro de extinción, tanto regionales como nacionales. Así también, la Sierra de las Minas es una barrera natural importante que ha mitigado los fenómenos del cambio climático y vulnerabilidad ambiental dentro de la región especialmente por la cobertura forestal, provocando menos daños a la infraestructura y población local.

1. ORIGEN Y OROGRAFÍA

La mayor parte de las tierras altas que exceden los 2,000 msnm en Guatemala se encuentran localizadas en la parte Oeste y Suroeste del país. Varias sierras aisladas en Alta Verapaz también alcanzan estas altitudes, pero la región de tierras altas más extensa es la Sierra de las Minas, abarcando parte de cinco departamentos, Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa e Izabal. Aproximadamente 350 m² caen sobre los 2,000 msnm en Sierra de las Minas. Termer (1936) menciona que ^{una} de los elementos más impactantes de fisiografía de esta sierra es la existencia de una superficie de erosión antigua en elevaciones entre los 1,700 – 2,000. El fue el primero en notar también, que la sierra funciona como una barrera para la humedad proveniente del mar Caribe, lo que provoca patrones climáticos que tienen incidencia a nivel local y regional.

La Sierra de las Minas se extiende por aproximadamente 140 km en la parte Este central de Guatemala, esta cordillera es parte de Centro América Nuclear (Sapper 1894, Schuchert 1935, McBirney 1963). Fisiográficamente es de las cordilleras más complejas de América Central (West 1964), la cresta principal de la Sierra está orientada de Este a Oeste, con las caras Norte y Sur que drenan tributarios de los ríos Polochic y Motagua respectivamente. Este macizo se extiende ininterrumpidamente con una altitud de 2,100 msnm a lo largo de 65 km. Dos cerros, Cerro Pinalón y Cerro Raxón, alcanzan elevaciones superiores a los 3,000 msnm. La Sierra de las Minas esta bordeada abruptamente hacia el Oeste por el Valle de Salamá, mientras que hacia el Este pierde elevación gradualmente ya que hacia el Sur del Lago de Izabal alcanza apenas 200 msnm (Campell 1982).

Rosito (1999) y Medinilla (1999) mencionan que en pequeñas áreas de estudio existen unidades litológicas muy contrastantes, las cuales generan comunidades ecológicas muy diferenciadas desde el punto de vista florístico y estructural. Rosito (1999) reportó cinco unidades litológicas muy contrastantes, entre las que destacan, granito (roca plutónica muy antigua, de consistencia muy dura e impermeable localizada en partes altas con presencia de afloramientos superficiales), esquisto micáceo (roca metamórfica muy suave e intemperizada, con gran capacidad de almacenamiento de agua y textura arenosa) y serpentinita (roca de origen máfico con suelos muy profundos mayores a 5 metros y estructura arcillosa). Muy cerca de esta unidad de estudio además se encontraron rocas sedimentarias tales como rocas calizas y afloramientos de mármol. Esto es especialmente relevante, ya que la sierra en si misma posee y a la vez aporta gran diversidad de material para la formación de suelos en sus alrededores, lo cual es un factor clave en la decisión del tipo de usos que los pobladores le han dado al suelo y se pueden presentar en la región.

La RBSM se encuentra en una zona de intensa actividad geológica, por lo que su geología es a la vez muy antigua (alrededor de más de 135 millones de años) y dinámica (Dengo, 1968). El material parental es relativamente antiguo siendo las rocas plutónicas como el Granito, y las metamórficas como el Esquisto y el Gneis conformantes de los núcleos geológicos más antiguos de Centroamérica (al menos 65 millones de años). La diversidad de unidades litológicas e intensa actividad geológica se evidencian en las características contrastantes del material parental, por un lado está el material sedimentario de origen oceánico y unidades ígneas metamórficas por su ubicación geológicamente excepcional en Guatemala en una "zona conflictiva", al coincidir tres placas tectónicas (Cocos, Caribe y Norteamericana). *citado*

2. HIDROLOGÍA

La Sierra de las Minas es una cadena montañosa productora de agua, la principal en la región nororiente de Guatemala, donde se registra lluvias anuales de más de 4,000 mm en su lado sur y hasta 7,000 en su lado norte, en ella nacen alrededor de 63 ríos, los cuales fluyen, 32 al norte, uno al oeste y 30 al sur, y se agrupan en 52 subcuencas hidrográficas. Las dos cuencas principales corresponden a los ríos Polochic al norte y Motagua al sur. En conjunto representan una importante fuente de agua para uso doméstico a más de 400,000 habitantes, así como para uso industrial, agrícola e hidroeléctrico, entre otros (Núñez 2010).

Los vínculos entre proveedores y usuarios de servicios hidrológicos de la cuenca son aquellos que mantienen regulado el flujo hídrico, es decir, los factores que disminuyen el impacto en los caudales mínimos y máximos. Los usuarios demandan, sobre todo, acceso a agua y disminución del efecto de los eventos extremos de muy altos caudales. Los caudales mínimos, ocurren normalmente en la estación seca, la cual puede verse agudizada por los efectos del cambio climático. De gran relevancia es el indicar que el flujo del caudal mínimo (aportación de agua en época seca) de los ríos ocurre gracias a que el ecosistema de bosque nuboso ubicado en la parte alta de la cuenca capta la humedad proveniente del mar Caribe y la condensa y precipita, alimentando las cuencas.

Los usuarios también demandan como servicio hidrológico la disminución de los efectos negativos asociados a eventos de caudales extremos, muy altos, tales como inundaciones y erosión y sedimentación. Esto es posible solamente si es manejada adecuadamente la parte media de la cuenca (bosque de pino encino), ya que aquí es donde se dan las condiciones que mayor incidencia tienen sobre estos fenómenos, ya que se observaron las mayores intensidades de precipitación (más 50 mm/h) y precisamente donde se está gestando el avance de la frontera agrícola. En esta región es fundamental mantener una zona de ribera que contribuya significativamente a la regulación de flujos extremos. *citado*

En la vertiente sur del Motagua, se ha observado que el ecosistema de pino-encino juega un papel fundamental en la regulación hidrológica de caudales máximos y sus efectos asociados, tales como inundaciones, pérdida de infraestructura y erosión, ya que es en este ecosistema donde se presentan las intensidades de lluvia más altas (Rosito 2010). En este ecosistema, los suelos presentan poca capacidad de almacenamiento de agua y la lluvia alcanza valores relativamente bajos (1400 mm en promedio anual). Lo que provoca gran aumento de los caudales en eventos de alta precipitación.

El bosque nuboso es fundamental para el abastecimiento hídrico en época seca (Rosito 2010). Con base en los datos de balances hídricos y delimitación de áreas de recarga hídrica se ha determinado que las diferentes proporciones de productividad hídrica específica de las cuencas, son directamente proporcionales a la cantidad de bosque nuboso que se presenta en las partes altas de cuenca.

En la vertiente norte, cuenca del río Polochic, se ha observado el papel fundamental que juega el ecosistema boscoso, tanto el bosque nuboso alto y bajo, así como el bosque húmedo tropical premontano, ya que cumple funciones de captación (con uno de los caudales específicos más altos de los observados por Rosito (2010) con 62 lps/Km^2). Sin embargo al mismo tiempo presenta tasas de erosión potencial considerablemente altas (7 ton/ha/año), lo cual es un claro indicador que es uno de los sistemas con mayor susceptibilidad a aportar erosión.

→ cede de p/tares

En el año hidrológico 2009-2010, se pudo evidenciar una relación directa entre el fenómeno climático global denominado el niño y las condiciones de extremas de caudales muy bajos y la transición hacia caudales muy altos, ambos altamente dañinos e irregulares. De acuerdo a las tendencias de los últimos sesenta años de monitoreo se esperan que estos eventos sean cada vez más frecuentes y dañinos. En este contexto los servicios hidrológicos adquieren mucho mayor relevancia, incluso pueden ser críticos para evitar eventos de hambrunas (Rosito 2010) y desabastecimiento general del agua que conlleva pérdidas tanto económicas como humanas.

↓ de a' y p/tares?

3. VEGETACIÓN Y ENDEMISMO FLORÍSTICO

La RBSM es el hogar de más de 2,000 especies de plantas, siendo una de las regiones más diversas de la región mesoamericana. Se han realizado estudios florísticos, edáficos y geológicos, en los cuales se ha evidenciado claramente la singularidad de su flora. Los factores que han incidido en la formación de altos niveles de especiación y endemismo, así como de altos niveles de diversidad en composición florística en la RBSM más importantes son: a) el aislamiento geográfico por la presencia de barreras naturales que forman

→ alta → alta

las dos fallas más importantes de Guatemala y Centroamérica, Motagua y Polochic (Dengo, 1968). b) la conformación de diversidad de climas por fuertes gradientes altitudinales, múltiples exposiciones, distintas fisiografías, formación de corrientes de humedad y efecto de barlovento y sotavento, etc. Asociado a lo anterior se origina la influencia de la flora de zonas de vida muy contrastantes, por un lado las del valle del Polochic y Río Dulce (bosque tropical de tierras bajas) y por el otro las del valle del Motagua (bosque seco y muy seco). Además, a nivel más regional, la reconexión entre América del Norte y América del Sur origina migraciones recíprocas de taxa andinos hacia al Norte y de taxa cordilleranos hacia el Sur. La RBSM es el límite hacia el sur de taxa originados en la región templada y hacia el norte de taxa originarios en la región andina (Rosito, 1999). *→ ejemplo de P.P. → Rosito*

La Flora de Guatemala reporta alrededor de 7,115 especies de plantas de las cuales hasta el momento en la Sierra de las Minas se han logrado documentar en herbarios y estudios recientes 132 Familias de plantas con flores, 18 Familias de helechos, 3 Familias de Pinófitas, las cuales totalizan 913 especies. Este total representa el 13% de la Flora de Guatemala. *ata*

Hasta el momento, 29 son las familias de la Flora de Guatemala que están representadas en la Sierra de las Minas con un 50% o más de las especies reportadas para Guatemala. De estas, 16 familias pertenecen al bosque muy húmedo montano (bajo y alto) y las restantes 13 al monte espinoso. *13% en bosque 10%*

Estudios florísticos hechos en RBSM entre 1993-2003, muestran que el inventario de las especies vegetales asciende a más de 900 especies. Teniendo como referencia a la Flora de Guatemala, muestra que 15 son las especies endémicas exclusivas para la Sierra de las Minas y 30 las especies endémicas de Guatemala presentes en dicho lugar, en total 45 especies. Comparando las especies endémicas reportadas en la Flora de Guatemala y las especies encontradas en los estudios florísticos entre 1993-2003, existen 29 especies endémicas reportadas por Standley y Steyermark (1964) que no han sido encontradas, lo cual hace que el endemismo ascienda a 74 especies. Además existen especies las cuales Standley y Steyermark hacen referencia que únicamente son conocidas sus especímenes tipo, con estas especies se llega a un número de 105 especies (Rosito 2010). *7 de* Véliz, et al. (2003) Registró 598 especies, de las cuales 17 son endémicas. Muchas de estas especies endémicas, principalmente las Cactáceas no estaban consideradas como endémicas en la lista Standley y Steyermark para la Sierra de las Minas (Rosito 2010). *7 de*

Entre las especies endémicas en la lista Standley y Steyermark que no han sido registradas por los estudios actuales, existen 7 especies exclusivas de la Sierra de las Minas:

1. *Serjania lateritia* Radlk. (Sapindaceae)
2. *Piper punctulatum* Standl. & Steyerm. (Piperaceae)

3. *Galactia sparsiflora* Standl. & Steyer. (Fabaceae)
4. *Commelina Standleyi* Steyermark in Standl. & Steyer. (Commelinaceae)
- 2? 5. *Pireeella falcifolia* Bartr. (Musgo)
6. *Macromitrium altituberosum* Bartr. (Musgo)
7. *Abutilon tridens* Standl. & Steyer. (Malvaceae)

22 son las especies reportadas en la lista Standley y Steyermark para la Sierra de las Minas pero que no se han encontrado en los estudios florísticos actuales son las siguientes:

1. *Ilex quercetorum* I. M. Johnston (Aquifoliaceae)
2. *Anthurium subcordatum* Schott (Araceae)
3. *Oreopanax steyermarkii* A. C. Smith.
4. *Geonoma Seleri* Burret. (Areaceae)
5. *Chamaedorea digitata* Standl. & Steyer. (Arecaceae)
6. *Chamaedorea lehmannii* Burret. (Areaceae)
7. *Eupatorium hypodictyon* Rob. (Asteraceae)
8. *Eupatorium montigenum* Standl. & Steyer. (Asteraceae)
9. *Eupatorium ovillum* Standl. & Steyer. (Asteraceae)
10. *Mahonia Johnstonii* Standl. & Steyer. (Berberidaceae)
11. *Galactia discolor* Donn. Smith. (Fabaceae)
12. *Beaucarnea guatemalensis* Rose. (Liliaceae)
13. *Dorstenia Contrajerva* var. *tenuiloba* (Blake) Standl. & Steyer. (Moraceae)
14. *Epidendrum Schweinfurthianum* Correll (Orchidaceae)
15. *Epidendrum sobralioides* Ames & Correll. (Orchidaceae)
16. *Goodyera major* Ames & Correll. (Orchidaceae)
17. *Piper brujoense* Trelease & Standley. (Piperaceae)
18. *Piper tecutlanum* Trelease & Standley. (Piperaceae)
19. *Peperomia condormiens* Trelease. in Yuncker. (Piperaceae)
20. *Peperomia tacticana* Trelease & Standley. (Piperaceae)
21. *Guamatela Tuerckheimii* Donn. Smith. (Rosaceae)
22. *Psychotria pachecoana* Standl. & Steyer. (Rubiaceae)

La exposición a diversidad de factores biofísicos y de factores climáticos formadores de suelos, tales como corrientes de humedad y diversidad de patrones de precipitación, promueven una gran diversidad y riqueza florística. Destaca la existencia de valles intercolinarios, como la parte alta de río naranjo (parte alta del río

2
b

Matanzas) ubicado entre los cerros Pinalón y Guaxabjá, allí se puede observar uno de los bosques nublados con árboles emergentes más altos del mundo (Rosito 2010).

4. ECORREGIONES

La Reserva de Biosfera Sierra de las Minas ha sido organizada en tres regiones fisiográficas o ecoregiones según WWF (Olson *et al.* 2001). Las ecoregiones son unidades relativamente grandes de tierra que contienen distintos arreglos de comunidades naturales y especies, con límites que se aproximan a las extensiones que originalmente tenían las comunidades naturales previo a los cambios generados por el uso de la tierra. Producto de la variedad de formas terrestres y edáficas, y basado en procesos de diferenciación ecológica estos sistemas naturales han sido categorizados en tres ecoregiones terrestres y cada una de ellas en diversos ecosistemas. La RBSM es particular en este sentido, ya que en su extensión abarca varias de estas ecoregiones. A continuación se presenta la distribución de estas ecoregiones:

a. Bosques montanos centroamericanos

Ecoregión perteneciente a los bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales (Olson *et al.* 2001). Los bosques de esta ecoregión se presentan en parches aislados, en una especie de mosaico, debido a la altitud en la que se encuentra, se consideran como bosques templados, en donde sobresalen por su presencia los robles y las coníferas, así como orquídeas y bromélias, siendo hábitat de especies animales únicas como el pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*) y el quetzal (*Pharomachrus moccino*).

b. Bosques húmedos del Atlántico centroamericanos

Se consideran bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales (Olson *et al.* 2001). Se le considera como un importante centro de biodiversidad. Debido a su localización en el istmo centroamericano, esta ecoregión contiene una mezcla de plantas y animales neárticos y neotropicales. En él se encuentra la denominada ruta del Caribe, una de las mayores rutas para la migración de aves, tanto entre Norte y Sudamérica como entre los bosques montanos y las tierras bajas (FIPA 2002).

c. Arbustal espinoso del Valle del Motagua

Esta ecoregión forma parte del grupo de ecosistemas que presentan un tipo de vegetación considerado propio de desiertos y matorrales xéricos (Olson *et al.* 2001). Esta ecoregión, es propia de Guatemala y se considera el área más seca de Centro América. La vegetación nativa es dominada por cactus espinosos, arbustos espinosos y árboles de acacia. La precipitación pluvial es de aproximadamente 500 mm anuales,

mientras que las temperaturas, en algunas épocas del año alcanzan los 41° C. En esta ecoregión se encuentran cerca de 75 especies de aves (FIPA 2002).

5. ECOSISTEMAS

La combinación de ecosistemas en Sierra de las Minas es sumamente compleja e incluye una serie de formaciones vegetales. Según la nomenclatura de Holdridge, se pueden encontrar los siguientes ecosistemas (Dix 1990):

Bosque nuboso, la mayor cantidad de bosque que se puede encontrar en Sierra de las Minas corresponde a este tipo, el cual corresponde a tres zonas de vida

Bosque pluvial montano bajo subtropical (bp-MB): Es un bosque con precipitación de más de 4,000 mm. Posee especies indicadoras como *Alfaroa costarricensis* (nogal), *Brunili sp.* (cedrillo), *Gunnera*, *Magnolia guatemalensis* (magnolia).

Bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MB): En este bosque la precipitación anual es de entre 1000-4000 mm y se encuentra generalmente entre los 1400-2700 msnm. Especies indiadoras, *Cletra spp.* (zapotillo), *Persea donneell smithii* (aguacatillo), *Pinus maximinoi* (pino), *Liquidambar styracifolia* (liquidámbar).

Bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB): En Sierra de las Minas se encuentra a partir de los 1400 msnm hasta los 2200 msnm. Especies indicadoras, *Pinus oocarpa* (pino colorado), *Quercus spp.* (roble, encino), *Alnus jorulencis* (ilamo), *Encyclia selligera* (orquídea).

Bosque muy húmedo premontano subtropical (bmh-PM): Se encuentra desde los 700 msnm a los 1400 msnm. Especies indicadoras, *Orbignya cohune* (corozo), *Terminalia amazonia* (canxan), *Pinus caribea* (pino caribeño), *Manilkara zapota* (chico zapote).

Bosque seco premontano subtropical (bs-PM): Se encuentra entre los 600 y 1400 msnm, presenta una precipitación media entre 500-1000 mm. Especies indicadoras, *Encyclia diota* (orquídea), *Ceiba aescutofolia* (ceibillo), *Leucaena guatemalensis* (quiebrahancha).

Monte espinoso subtropical (me-s): Se encuentra en el valle del Motagua, es el ecosistema más seco de la región. Especies indicadoras, *Cactus spp.* (cactus, nopales y tunas), *Guayacum spp.* (guayacán), *Acacia farmesiana* (espino blanco), *Bucida machrostachys* (almendro).

6. APROVECHAMIENTO DE LA FLORA

I. FORESTAL Y LEÑA

La leña sigue siendo un energético importante en las comunidades asentadas dentro y la zona de influencia de Sierra de las Minas. Entre las especies de árboles preferidas para leña y otros usos múltiples destacan el pino (*Pinus spp.*) encino o roble (*Quercus spp.*) y cuje (*Inga sp.*) (Caxan 2009). Naziri et al. (2013) reporta que las fincas en el área de Purulha extraen un promedio de cerca de un metro cúbico de madera y leña del bosque por año (rango 0 a 5.1 m³/Ha). Mientras que el estudio de Rojas (2012) determinó que los recursos forestales aportan el 29% del valor del ingreso económico total de los diferentes grupos de ingresos de los hogares de las comunidades de la subcuenca del Hato, siendo la leña el recurso forestal que contribuye de manera más significativa a la economía de las familias. Está muy clara la dependencia de la población más pobre de los recursos forestales, aspecto que implica un riesgo si se relaciona con la tendencia a la degradación, el contexto de continuo crecimiento demográfico, ya que en el área de influencia de las comunidades se estima que en 16 años ha desaparecido 15,364 hectáreas (de cobertura forestal original (bosque natural)). Debido a la creciente lejanía de las áreas de colecta de leña, durante los últimos años ha aumentado el interés por reforestar con árboles de uso múltiple (ROJAS 2012).

Las actividades de aprovechamientos forestales comerciales en la Sierra de las Minas de manejo forestal con enfoque industrial no han sido sostenibles, debido a ausencia de la visión de largo plazo, estas prácticas continúan contribuyendo a la degradación de los bosques en la Reserva. La industria maderera en la zona aun carece de las medidas de manejo integrado, controlado y sostenible que se pueden observar en otras regiones (como en las concesiones forestales en la Reserva de la Biosfera Maya), dando un aprovechamiento meramente extractivo. En este contexto los incentivos forestales pueden tener un impacto positivo en la dinámica forestal, pero estos aun deben de ser evaluados.

Por otra parte, el aprovechamiento forestal ilícito para la extracción de madera y leña es una de las amenazas de gran importancia en Sierra de las Minas. Las especies forestales más amenazadas son: *Pinus rudis*, *P. tecunumanii*, *P. ayacahuite* y *P. pseudostrobus*. El manejo adecuado de la forestaría en la zona es una gran oportunidad para el desarrollo local, pero requiere de un mejoramiento profundo.

II. PLANTAS MEDICINALES Y COMESTIBLES

De acuerdo al estudio realizado por Orellana (1997) en 7 comunidades, distribuidas en tres distritos (3 Polochic, 2 Motagua, 2Chilascó), se reportó que se utilizan más de 305 plantas medicinales y 129 comestibles. Distribuidas en 81 familias de plantas medicinales, las familias más representativas son Asteraceae con 38 géneros y Solanaceae con 14 géneros, de estas el 52% son nativas y 22% exóticas. En cuanto a las plantas alimenticias (129 especies), se reportan 44 familias, de las cuales 45% son nativas, 37% son exóticas y 19% no determinadas, las familias con mayor representatividad son las leguminosas con 11 géneros, las solanáceas con 8 géneros y las cucurbitáceas con 8 géneros. Entre las plantas silvestres comestibles se encuentran: el tunay, pacayas, apazote, pamitos, etc.

Esta gran agrobiodiversidad es de relevancia para varios aspectos, por un lado contribuye a proveer de alimentos y medicina a las familias más pobres, aportando a la seguridad alimentaria local. Por otro lado, la agrobiodiversidad presente en esta región, que si bien es un recurso aun no completamente valorado, es sin ninguna duda muy valioso para el patrimonio natural local y nacional. A la vez, representa una gran oportunidad de investigación y desarrollo de nuevas y mejores variedades domestica, y que con su debida adaptación y manejo puede contribuir al bienestar general de la nación.

7. FAUNA

Se ha registrado una gran diversidad de especies de fauna entre ellos mamíferos, aves y reptiles (cerca del 70% de todas las especies de estos grupos registradas para Guatemala y Belice). Dentro de estas especies estudios han reportado algunas de ellas endémicas y en grave peligro de extinción como el quetzal (*Pharomacrus moccino moccino*), águila arpía (*Harpia harpyja*), el halcón peregrino (*Falco peregrinis*) y el pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*). Entre los felinos que destacan están: el puma (*Puma concolor*), el jaguar (*Panthera onca*), jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), ocelote (*Leopardus pardalis*), y margay (*Leopardus wiedii*)(Paiz, Marie Claire, 1996). Bocas del Polochic también es importante refugio para especies amenazadas como el manatí (*Trichechus manatus*) y monos aulladores negros guatemaltecos (*Alouatta pigra*). La mayoría de estos se encuentran en la parte alta de la cuenca y en la zona núcleo de la reserva y con una relación estrecha con los sistemas agroforestales en los cafetales de la zona alta de café con sombra en la parte alta de café, puesto que estudios de migración altitudinal del quetzal demuestran que a veces utilizan los cafetales de sombra para su migración de un sitio a otro (Paiz 1996).

Tabla I. Número de especies por grupo reportadas para la RBSM

Grupo	Número de especies
Aves	250
Mamíferos	43
Anfibios y Reptiles	111
Pasálidos	28
Mariposas diurnas	19

Fuente: Méndez, 1993; Pérez y Santos, 1993; Villar(Ed.), 1993; Jolon, 1997; Valle 1997; Cobar, 2007; González, 2008; FDN, sf; Shuster y Cano, com. pers;

Dentro de los análisis realizados por Estrada et al. (2016), se determinó que la Sierra de las Minas logra el resguardo de más del 13% del total de las especies endémicas del país, siendo el área protegida con más especies endémicas (más de 50 especies), identificando su importancia dentro del SIGAP.

a. Especies bandera

Hay diversas especies bandera que se encuentran en el sistema Sierra de las Minas y Bocas del Polochic que representan la enorme diversidad biológica propia de Guatemala. Estas especies bandera se encuentran listadas en el Apéndice I o II de CITES. A continuación...

El jaguar (*Panthera onca*), es una de las especies bandera más emblemáticas en Guatemala y raramente es vista en estado salvaje. Aunque originalmente el jaguar se encontraba distribuido en todo el país, la distribución actual se considera dispersa, con observaciones reportadas en la zona núcleo de Sierra de las Minas. El jaguar se encuentra listado en el Apéndice I de CITES, al igual que los otros cuatro grandes felinos registrados para Guatemala.

Monos aulladores o saraguates (*Alouatta pigra*), se encuentran listados en el apéndice II de CITES, debido a su restringida área de distribución localizada en los bosques del norte de Guatemala (Baumgarten y Williamson 2007). Los monos son típicamente los elementos más conspicuos de la fauna de los bosques guatemaltecos y son considerados como un atractivo ecoturístico. Están considerados en peligro (EN) por la UICN y en categoría I de CONAP (CONAP 2009).

Otro de los grandes mamíferos considerados una especie bandera es **el tapir de Baird** (*Tapirus bairdii*), con adultos que pesan entre 400 a 600 libras. El tapir puede ser encontrado en la zona núcleo de Sierra de las Minas y en Bocas del Polochic (García y Leonardo 2006). Esta especie se encuentra listada en el Apéndice I

de CITES y es muy apetecida por los cazadores por la calidad de su carne. Están considerados en peligro (EN) por la UICN y en categoría 2 de CONAP (CONAP 2009).

El quetzal resplandeciente (*Pharomacrus moccino*) es una de las aves más bellas en el mundo, razón por la cual se ha convertido en uno de los emblemas nacionales de Guatemala. El quetzal se puede encontrar en los bosques nubosos y su distribución en Guatemala está restringida a dichos hábitats amenazados, específicamente los que se encuentran entre los 900 y los 1500 msnm (Paiz 1996). Esta especie se encuentra listada en el Apéndice I de CITES, y tiene un gran valor como atracción ecoturística. Están considerados Casi Amenazados (NT) por la UICN y en categoría 2 de CONAP (CONAP 2009).

El pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*) es una especie monotípica que se considera críticamente amenazada, se le encuentra en los bosques nubosos de la Sierra de las Minas. Esta especie se considera como una apropiada especie bandera para la conservación de los bosques nubosos de Guatemala. Existe una limitada información disponible sobre esta especie, sin embargo se reportan observaciones y algunos patrones ecológicos de la misma, en la región de la Sierra de Las Minas (Quiñones 2011). Están considerados en Peligro (EN) por la UICN y en categoría 2 de CONAP (CONAP 2009).

El chiipe de cachetes dorados (*Dendroica chrysoparia*) es una especies bandera migratoria propia de los bosques de pino encino centroamericanos. Se le encuentra en Guatemala en el periodo entre octubre y febrero. Esta especie anida en una área muy restringida en Texas, razón por la cual se le considera una especie migrante críticamente amenazada (Rappole *et al.* 2000). La Fundación Defensores de la Naturaleza ha estudiado y protegido esta especie en Sierra de Las Minas y en otros sitios del país. Están considerados en Peligro (EN) por la UICN.

b. Cacería

En las comunidades de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas (RBSM), la cacería de subsistencia es una actividad importante por ser fuente de proteína animal, y un espacio de articulación social y recreación para sus habitantes (Jolón 1997, Morales y Morales 1998). Desde 1997 se han venido realizando esfuerzos de investigación en torno a este tema, principalmente en la cuenca del Motagua, de ellos destacan los realizados por Jolón (1997), Morales y Morales (1998), Ordóñez (2001), Ventura (2003) y Morales (2005).

Los estudios sobre cacería mas completos realizados en la RBSM son los realizados por Jolón (1997) y Morales (2005), donde se analiza la estructura, riqueza, temporalidad y distribución espacial de esta actividad. Los grupos cazadores de la RBSM son principalmente personas jóvenes y de edad avanzada, que en combinación se vuelven muy eficientes debido a su energía y conocimiento tradicional. La mayoría de

ellos se dedican a la agricultura y perciben generalmente pocos ingresos económicos a partir de la caza (Jolón 1997). Las personas cazan principalmente para complementar la dieta familiar o para obtener sustancias de origen animal a las que se les atribuyen propiedades medicinales o mágicas. Otra motivación importante es el papel como actividad recreativa (Morales 2005).

Morales (2005) reporta la presencia de especies cinegéticas en la RBSM, de las cuales 31 especies pertenecen a ocho familias de aves, de estas las más poblaciones mas abundantes corresponden a las familias Columbidae (palomas), Ramphastidae (tucanes), Trogonidae (trogones y quetzales), Cracidae (pavas) y Psittaciade (loros y pericas). También reportó catorce especies de mamíferos, de estas, las poblaciones más abundantes corresponden a mamíferos medianos como el pizote (*Nassua narica*), mapache (*Procyon lotor*), armadillo (*Dasybus novemcinctus*), cotuza (*Dasyprocta punctata*), micoleón (*Potos flavus*), tepezcuinte (*Agouti paca*) y tacuazín (*Didelphis virginiana*), así como venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Morales (2005) también reporta que de las anteriores se cazan 20 especies (12 de mamíferos, siete de aves y un reptil). Varias de las especies se encuentran amenazadas y están listadas en la Lista Roja de la UICN y en CITES, por lo cual la RBSM se considera de gran importancia para ellas. Entre las más importantes se mencionan a los crácidos, que son un grupo de aves indicadores de perturbación ambiental (Morales 2005), prefiriendo bosques no perturbados (Estudillo-López 1997).

8. CAPTURA DE CARBONO

Una de las estrategias identificadas para reducir las amenazas sobre la Sierra de las Minas es el desarrollar un programa de servicios ambientales basados en la cuantificación de fijación de carbono en los diferentes usos de la tierra. Mayen (2013) cuantificó y evaluó el stock de carbono total en la Sierra de las Minas en sus diferentes usos del suelo, reportando en promedio 421.71 toneladas por hectárea. Esta cantidad de carbono acumulado representa un valor intermedio, según lo reportado en Peten, Chiquimula e Izabal los valores varían entre 91-410 toneladas (Mayen 2013). Es de hacer notar que el stock observado en los diferentes ecosistemas y usos del suelo puede sufrir cambios en el tiempo debido a los cambios climáticos, presión en el uso de los recursos naturales para agricultura, ganadería o uso forestal, por lo que se requiere monitoreo permanente.

Debido a las actividades que se realizan dentro de la RBSM donde se cambia el uso de suelo, promoviendo la deforestación que en el futuro podrían reducir las aéreas de cubiertas de bosque, como alternativa se puede promover la venta de carbono acumulado en el mercado voluntario internacional.

9. ECOTURISMO Y TURISMO CIENTIFICO

La capacidad para el ecoturismo en la Reserva es inmensa debido a las bellezas paisajísticas, a las riquezas biológicas, de paisajes, ecosistemas y culturas que a la componen. Sin embargo, la valuación de proyectos eco turísticos en el área de Sierra de las Minas son aún limitados. Por ejemplo, en la zona de Purulha, que es parte de la zona de influencia se la RBSM, el ecoturismo representa la principal fuente de ingreso de las fincas, variando entre el 60 y el 100%, siendo la observación de aves una de las actividades principales. Excepcionalmente unas fincas ofrecen servicios adicionales como pesca, cabalgatas, áreas de picnic, viveros de orquídeas y visitas educativas para jóvenes estudiantes.

Las fincas que proveen servicios de turismo en el Corredor Biológico Bosque Nuboso se han beneficiado de los esfuerzos de promoción del Biotopo del Quetzal en conjunto con la RBSM, y han sido capaces de organizarse formando una asociación para emprender colectivamente actividades promocionales (todos los proveedores de servicios turísticos en el área son miembros de esta asociación). Al principio, este proceso fue facilitado por apoyo financiero otorgado por el gobierno holandés, y capacitación ofrecida por el gobierno japonés y ONGs locales (como Fundación Defensores de la Naturaleza) (Naziri et al. 2013).

Existe posibilidad de desarrollar turismo científico, especialmente en la Zona Núcleo de la Reserva. Actualmente se cuenta con instalaciones como La Estación Científica La Cabaña, que está ubicada en el bosque nuboso en el área de Los Albores, tiene capacidad de hospedaje para 25 personas, un área de trabajo y cuenta con los servicios básicos. Adicionalmente, se cuenta con siete refugios para facilitar las actividades de investigación, monitoreo y protección, sus construcciones son rústicas y pequeñas, de manera que no generan ningún impacto negativo en el entorno y solo pueden ser utilizados por grupos pequeños de personas. Estos refugios son: El Imposible, Luisiana, Vega Larga, Los Encuentros, Concepción, Olimpia y Esquipulas La Pinada.

Existen algunos avances importantes en el tema eco turístico: Instalaciones físicas de infraestructura de dos sitios de ecoturismo mejoradas, Chilascó y los Albores en coordinación con las comunidades, con base a los estudios de capacidad de carga ya elaborados. Se ha iniciado una campaña de mercadeo desarrollada para incrementar el número de turistas en las áreas importantes de trabajo en la RBSM con el apoyo de los grupos locales y alianzas con INGUAT. También ya se cuenta con dos rutas de turismo de bajo impacto en la RBSM y una en el corredor biológico del bosque nuboso, diseñadas e implementadas con base a los estudios de capacidad de carga.

Toda actividad eco turística en la RBSM deberá ser de bajo impacto sobre sus frágiles recursos naturales y culturales, deberá tomar en cuenta el Instrumento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental correspondiente (según Acuerdo Gubernativo No. 431-2007) e Instrumentos de Gestión Eco turística en Áreas Protegidas de CONAP para su opinión favorable del SIGAP y del coadministrador de la RBSM.

10. REFERENCIAS

- Baumgarten, A. y B. (2007). Distribution of the Black Howler Monkey (*Alouatta pigra*) and the Mantled Howler Monkey (*A. palliata*) in Their Contact Zone in Eastern Guatemala
- Campbell, A. (1982). The Biogeography of the Cloud Forest Herpetofauna of Middle America, with Special Reference to the Sierra de las Minas of Guatemala. The University of Kansas. Pp. 326.
- Caxan, p. (2009). Las microcuencas del río ribacó y río pancajoc, purulhá, baja Verapaz, reserva de la biosfera sierra de las minas. Trabajo de graduación. Facultad de agronomía. Universidad de san Carlos de Guatemala. Pp. 128.
- CONAP. (2009). Lista de especies amenazadas de Guatemala. Documento técnico 67 (02-2009).
- Dix, M. (1996). La Sierra de las Minas Region and Biosphere Reserve in Guatemala. Pp 193-197. En "Centres of plant diversity" Vol. 3, The Americas (S. Davis, V.H. Heywood, O. Herrera MacBryde y A. Hamilton eds.) UICN Publications.
- Escudillo-López, J. (1997). Los crácidos, la familia de aves neotropicales más amenazada de extinción y su posible restablecimiento por la reproducción en cautiverio. En S.D. Strahl, S. Beaujon, D.M. Brooks, A.J. Begazo, G. Sedaghatkish, F. Olmos (eds.) The cracidae: their biology and conservation (pp. 117-123). Blaine, WA: Hancock House Publis.
- García, M. y R. Leonardo. (2006). Clasificación del hábitat potencial del tapir centroamericano (*Tapirus bairdii* Gill, 1865) para su conservación en Guatemala. CECON-FDN.
- Instituto Nacional de Bosques. 2000. Manual para Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso. INAB, Ed. Guatemala. 96 p.
- Jolón, M. (1997). Caracterización de la actividad de cacería en la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas y diseño de un plan de monitoreo (Publicación interna). Guatemala: Fundación Defensores de la Naturaleza. 80 pp.
- Mayen, E. (2013). Evaluación de carbón aplicado a la reducción de emisiones por deforestación y degradación del bosque (REDD) para el mercado internacional de carbono en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Fundación Defensores de la Naturaleza. Guatemala. Pp 68.
- McBirney, A. (1963). Geology of a part of Central Guatemala cordillera. Univ. Cal. Pub. Geol. Sci. 28:177-242.
- Morales, C. y Morales J. (1998). Registro de actividad de cacería en temporada de extracción de resina de Chicle en Uaxactún, Reserva de Biosfera Maya, Petén, Guatemala (Proyecto ONCA-FCG-2769). Guatemala. 40 pp.
- Morales, J. (2005). Programa piloto de conservación y manejo de especies cinegéticas en tres comunidades de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. (Proyecto ONCA-FODECYT 12-03). Guatemala. 128 pp.

- Naziri, D., J. Haggard, R. Aguilar, K. Delgado, E. Sierra. (2013). Papel de las Reservas Naturales Privadas y de las actividades de ecoturismo asociadas en la conservación de la biodiversidad en Guatemala. Informe interno, University of Greenwich/Asociación Nacional del Café ANACAFÉ/Fundación Defensores de la Naturaleza. Pp. 21.
- Núñez, O. (2010). Estimación de la recarga hídrica potencial en tres subcuencas ubicadas en el sistema Motagua-Polochic, ríos: Hato, Pancajoc y Zarco. (Proyecto FDN-FODECYT 77-2007). Guatemala. 118 pp.
- Olson, D. M. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. *BioScience* Vol 51, No. 11. Noviembre 2001.; y de Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth, en www.worldwildlife.org/ecoregions/index.
- Ordóñez, N. (2001). Informe de la implementación del sistema de monitoreo de especies cinegéticas para la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas y el Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic. (Publicación interna). Guatemala: Fundación Defensores de la Naturaleza. 20 pp.
- Paiz, M.C. (1996). Migraciones Estacionales del Quetzal (*Pharomachrus mocinno mocinno* de la Llave) en la Región de la Sierra de las Minas, Guatemala y sus implicaciones en la Conservación de la Especie. Tesis de Licenciatura, Universidad del Valle. Guatemala.
- Quiñones, J. (2011). Densidad poblacional e historia natural del Pavo de Cacho (*Oreophaps derbianus*), en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, El Progreso, Guatemala. Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rappole, J., King, D., y Leimgruber, P. (2000). Winter habitat and distribution of the endangered golden-cheeked warbler (*Dendroica chrysoparia*). *Animal Conservation*, 2:45-49.
- Rojas, O. (2012). Determinación y evaluación de la relación entre Indicadores de calidad de vida y la dinámica de los recursos Forestales de la subcuenca del Hato, sierra de las minas, El progreso, Guatemala. Proyecto FODECYT no. 01-2010. CONCYT-FDN.
- Rosito, J.C. (2010). Sistematización de información ecohidrológica de la Reserva de la biosfera Sierra de las Minas. Fundación Defensores de la Naturaleza. Pp. 120.
- Sapper, K. (1894). Grundzuge de Phisikalischen Geographie von Guatemala. *Peterman's Mitteil.* 113:1-59
- Schuchert, C. (1935). The historical geology of the Antillean-Caribbean región. Wiley and Sons, New York. Pp 811.
- Standley, P., & Steyermark, J. (1964). *flora of Guatemala*. Chicago: Natural museum Fieldiana Botany.
- Termer, F. (1936). Zur Geographie der Republik Guatemala. *Geog. Gesell. Mit. Hamburg*, Bd. 44:89-275.
- Veliz, M. E., Cobar, A. J., Ramírez, F. J., & García, M. J. (2003). *La diversidad florística del Monte Espinoso de Guatemala*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, DIGI, Proyecto DIGUSAC 2.55 58 p.
- Ventura, I. (2003). Línea base del estudio piloto de fauna cinegética en la aldea Morán, Rio Hondo, Zacapa. Informe final EPS, Escuela de Biología, Facultad de CCQQ y Farmacia, USAC, Guatemala.

West, R. (1964). The natural regions of Middle America. Pp 363—383 en Wauchope and West, eds.
Handbook of Middle American Indians. Univ. of Texas Press, Austin, Texas.