

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



ANÁLISIS DE OCUPACIÓN DE AVES NOCTURNAS MEDIANTE EL USO DE
HERRAMIENTAS BIOACÚSTICAS EN LA RESERVA COMUNAL DE SAN
PABLO ETLA, OAXACA.

Reporte de Estancia

Que presenta CITLALI PÉREZ DÍAZ
como requisito parcial para obtener el Diploma como
ESPECIALISTA EN MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES
DE ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS

Saltillo, Coahuila

Julio 2017

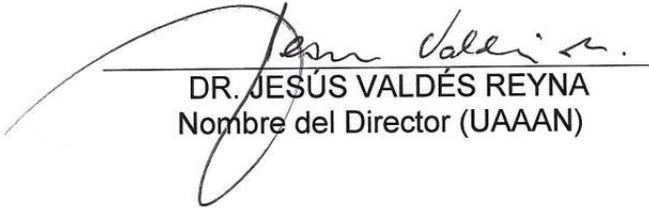
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



ANÁLISIS DE OCUPACIÓN DE AVES NOCTURNAS MEDIANTE EL USO
DE HERRAMIENTAS BIOACÚSTICAS EN LA RESERVA COMUNAL DE
SAN PABLO ETLA, OAXACA.

Reporte de Estancia

Que presenta CITLALI PÉREZ DÍAZ
como requisito parcial para obtener el Diploma como
ESPECIALISTA EN MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS
NATURALES
DE ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS

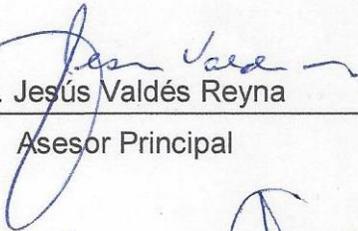

DR. JESÚS VALDÉS REYNA
Nombre del Director (UAAAN)


DR. JOSÉ ROBERTO SOSA LÓPEZ
Nombre del Director Externo

ANÁLISIS DE OCUPACIÓN DE AVES NOCTURNAS MEDIANTE EL USO
DE HERRAMIENTAS BIOACÚSTICAS EN LA RESERVA COMUNAL DE
SAN PABLO ETLA, OAXACA.

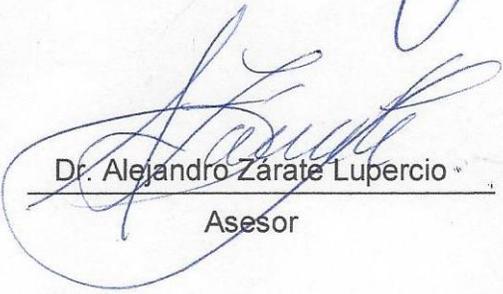
Reporte de Estancia

Elaborado por CITLALI PÉREZ DÍAZ como requisito parcial para obtener el
diploma como Especialista en Manejo de Recursos Naturales de Zonas
Áridas y Semiáridas con la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría.



Dr. Jesús Valdés Reyna

Asesor Principal



Dr. Alejandro Zárate Lupercio

Asesor



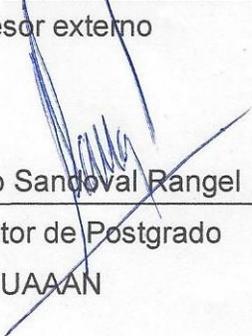
Dr. Mario Cantú Sifuentes

Asesor



Dr. José Roberto Sosa López

Asesor externo



Dr. Alberto Sandoval Rangel

Subdirector de Postgrado

UAAAN

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jesús Valdés Reyna por su valiosa ayuda como asesor principal y paciencia en la revisión del presente reporte, ya que siempre estuvo en la mejor disposición durante el tiempo en la especialidad.

De manera especial y sincera al Dr. J. Roberto Sosa López por haberme permitido realizar mi estancia profesional en el Laboratorio de Bioacústica y Ecología del Comportamiento, también por su valiosa participación en la revisión e importantes sugerencias del presente reporte.

Al Dr. Mario Cantú Sifuentes por aceptar formar parte del comité de asesores.

Al Dr. Alejandro Zárate Lupercio por aceptar formar parte del comité de asesores.

Al Instituto Interdisciplinario de investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca (CIIDIR) por haberme permitido realizar mi estancia profesional dentro de sus instalaciones.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme permitido realizar la especialidad dentro de sus instalaciones.

A mis compañeros de la especialidad por los buenos momentos que compartimos, Ponce, Karina, Erendida, Saúl, Gadiel y Juan.

A los compañeros del CIIDIR, gracias por compartir su conocimiento, amistad y apoyo durante mi estancia en la institución, Roberto, Nicté, Mariela, Víctor, Migue, Isra y Alfonsina.

A las personas que de manera directa o indirecta me apoyaron en este proceso.

A mis familiares por apoyarme siempre, a mis padres por su apoyo y comprensión. De manera especial a mi pareja Jonathan quien ha estado a mi lado compartiendo alegrías y angustias, por el apoyo incondicional que nunca faltó.

DEDICATORIA

A la madre naturaleza que nos ha dado tanto sin pedir nada a cambio.

A Jonathan por todo el apoyo brindado y que siempre estuvo a mi lado.

A mis padres por el apoyo que siempre me ofrecieron.

A mi hermana que siempre me motivó a seguir adelante.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS	4
JUSTIFICACIÓN.....	5
REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
DESARROLLO DE ACTIVIDADES.....	8
Revisión de Literatura.....	8
Trabajo en campo	12
Análisis acústico.....	15
RESULTADOS.....	16
CONCLUSIONES.....	18
REFERENCIAS	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. CIIDIR-Oaxaca	3
Figura 2. Equipo de trabajo que forma parte del Laboratorio de Bioacústica.	3
Figura 3. Instalaciones de la reserva comunal de San Pablo Etlá, Oax.	7
Figura 4. Strigiformes	9
Figura 5. Caprimulgiformes.....	9
Figura 6. Información geográfica municipal de San pablo Etlá. Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005	10
Figura 7. Equipo de grabación autónoma	12
Figura 8. Tipos de vegetación.....	13
Figura 9. Instalación de grabadoras.....	14
Figura 10. Preparación para medir vegetación	15
Figura 11. Medida de dosel	15
Figura 12. Toma de apuntes y medida de D.A.P.	15
Figura 13. Clasificación de grabaciones	17
Figura 14. Software Syrinx.....	17

INTRODUCCIÓN

El monitoreo de fauna silvestre se puede entender como un proceso de colecta, análisis y sistematización de informaciones de una especie, población o comunidad animal en el tiempo, con el fin de observar cambios espaciales y temporales en su abundancia y distribución para entender su ecología así como conocer los factores que influyen positiva o negativamente sobre ellos (Mackenzie, 2005, De la Maza y Salas, 2013 y Genoy-Puerto y Martínez, 2016). Con referencia a lo anterior existe una gran variedad de técnicas para el monitoreo de fauna silvestre y una de ellas es la bioacústica, que es una ciencia multidisciplinaria que combina ramas de la biología y la acústica. Algunos de los campos dentro de esta ciencia exploran la emisión, propagación y recepción de sonidos producidos por especies animales, así como la relación entre las conductas vocales y el medio ambiente (Tubaro, 1999, Sueur *et al.*, 2014).

El monitoreo acústico es una técnica eficaz y no invasiva, no se requiere capturar individuos para contar con la información biológica de interés, así mismo disminuye el esfuerzo humano en el monitoreo y puede ser aplicado a una gran variedad de especies (Becker *et al.*, 2005; Bardeli *et al.*, 2010 y Depraetere *et al.*, 2012), el grado de detección es alto en comparación con otras técnicas, cuando las especies focales son raras, amenazadas o difíciles de observar (Vignau y Esteva 2009, Campos-Cerqueira y Aide. 2016).

La técnica también es conocida como Monitoreo Acústico Pasivo (PAM por sus siglas en inglés), puede ser empleada para colectar datos acústicos a grandes escalas espaciales y temporales proporcionando información a largo plazo sobre la distribución y variación en la dinámica de las comunidades animales (Van *et al.* 2009). Estos sistemas de grabación se pueden programar y tienen una alta capacidad de almacenamiento, principalmente en sitios difíciles de acceder como en zonas tropicales (Acevedo y Villanueva-Rivera, 2006 y Brandes, 2008). Los sistemas de grabación autónoma son herramientas efectivas para el monitoreo de la avifauna (Acevedo, Villanueva-Rivera, 2006).

El uso de las herramientas bioacústicas (como es el caso del monitoreo acústico) es idóneo cuando se combina con herramientas analíticas adecuadas, por ejemplo, las grabaciones acústicas tienen buenos resultados con combinación con métodos como el de conteo por puntos (Celis-Murillo *et al.*, 2012) y modelos de ocupación (Furnas y Callas 2015), específicamente la combinación del método de Bioacústica y los modelos de ocupación han sido empleados en estudios de población de animales a diferentes escalas espacio temporales, donde usan observaciones básicas de presencia/ausencia con el fin de perfeccionar la estimación de distribución de especies (Caycedo-Rosales *et al.*, 2013; Furnas y Callas 2015; Kalan *et al.*, 2015 y Campos-Cerqueira y Aide, 2016).

En seguida se mencionan algunos ejemplos realizados con la combinación de los dos métodos, Kalan *et al.* (2015) estudiaron y aplicaron ésta técnica a un grupo de primates buscando mejorar también las técnicas acústicas para este grupo, por otro lado Furnas y Callas (2015) usaron grabaciones autónomas y modelos de ocupación para el monitoreo de especie de aves a través de una región geográficas, otro estudio que combinaron estos métodos fue el de Campos-Cerqueira y Aide (2016) que trabajaron con especies de aves amenazadas para conocer la distribución de especies raras o difíciles de observar.

El presente reporte se deriva de la realización de estancia académica en el Laboratorio de Bioacústica y Ecología del Comportamiento (LABEC) que pertenece al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, figura 1 (CIIDIR-Oaxaca).



Figura 1. CIIDIR-Oaxaca

La estancia académica consistió en participar en el proceso de evaluación del número de especies de aves nocturnas y su relación con el hábitat en la Reserva comunal de San Pablo Etna, Oaxaca.

La creación del Laboratorio de Bioacústica y Ecología del Comportamiento del CIIDIR-Oaxaca es reciente (figura 2), comenzó a equiparse en el año 2015 con tecnología para la colecta sonora de animales silvestres marinos y/o terrestres, el objetivo del laboratorio es incentivar el desarrollo del conocimiento científico y ampliar las oportunidades para la generación de recursos humanos mediante la creación de nuevas líneas de investigación.

Las investigaciones que se generen en el laboratorio ayudarán al aprovechamiento sustentable y conservación de los recursos naturales (Sosa-López, 2015).



Figura 2. Equipo de trabajo que forma parte del Laboratorio de Bioacústica.

OBJETIVOS

Objetivo general

Participación en el estudio de la evaluación del número de especies de aves nocturnas y su relación con el hábitat en la Reserva Comunal de San Pablo Etna, Oaxaca.

Objetivos específicos

- 1) Desarrollar la estancia académica por 90 días en el CIIDIR-OAXACA en el Laboratorio de Bioacústica y Ecología del Comportamiento.
- 2) Colaborar con los muestreos en campo en la Reserva Comunal de San Pablo Etna.
- 3) Aprender y desarrollar la capacidad en los trabajos que realizan los investigadores en la Bioacústica en el Laboratorio de Bioacústica y Ecología del Comportamiento.

JUSTIFICACIÓN

La falta de un adecuado conocimiento de la biodiversidad es una de las principales causas que ha dificultado un avance en la protección, manejo y uso sustentable a nivel mundial, es por eso la importancia de incrementar los conocimientos sobre los ecosistemas (Enríquez *et al.*, 2014). Sin embargo, la información para México sobre monitoreo de aves nocturnas es escasa, los pocos estudios reportados se enfocan al análisis de la riqueza y distribución espacial de rapaces nocturnas (Valencia *et. al.*, 2012). Las vocalizaciones nocturnas de las aves han sido poco estudiadas así como su aparición y función son poco entendidas (La, 2011).

En la reserva de San Pablo Etlá no existe un listado de especies de aves nocturnas y tampoco estudios de ocupación en relación a los tipos de vegetación. Los modelos de ocupación han sido recomendados para programas de monitoreo, porque la colecta de datos de ocurrencia son frecuentemente fácil y menos caras, especialmente por los estudios que son en grandes extensiones espaciales (MacKenzie y Nichols, 2004).

REVISIÓN DE LITERATURA

En México, existen varios proyectos de monitoreo que han ayudado a entender la biodiversidad de las especies nocturnas presentes en el país. Por ejemplo, en la reserva de la biósfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México realizaron un listado avifaunístico y los autores indican que la avifauna nocturna no se ha estudiado a detalle (Ortiz-Pulido *et al.*, 2010).

Otra investigación sobre comportamiento de depredación en Yucatán estudiaron el comportamiento de especies residentes y migratorias ante depredadores nocturnos del tecolote Bajero (*Glaucidium brasilianum*) y el tecolote chillón (*Megascops asio*) (Reudink *et. al.*, 2007).

En el Valle de Tehuacán, Puebla, reportaron a dos especie de chotacabras (*Caprimulgus ridwayi* y *Nyctidromus albicollis*) que son de hábitos nocturnos (Arizmendi y Espinosa, 1996). Anteriormente en la depresión central de Chiapas habían registrado a las siguientes especies nocturnas tapacaminos de Carolina (*Antrostomus carolinensis*), Tecolote bigotudo (*Megascops trichopsis*) y Pájaro estaca Norteño (*Nyctibius jamaicensis*) (Navarro *et al.*, 2003), pero el estudio de Ramírez-Albores (2010) no corroboró la presencia de estas especies. Para México Berlanga (2015) reporta para el género Caprimulgiformes 16 especies y para género Strigiformes 30 especies (Berlanga *et. al.*, 2015). De los estudios antes mencionados ninguno utilizó la bioacústica.

Para el estado de Oaxaca al noroeste del distrito de Villa Alta que forma parte de la sierra norte del estado, Lavariega, (2016) reportó al búho café (*Ciccaba virgata*) con recorridos y uso de binoculares. En la Sierra de Cuatro Venados ubicado en los Valles del Occidente de Oaxaca, reportaron 5 especies del orden Strigiformes (*Psilosops flammeolus*, *Megascops trichopsis*, *Glaucidium gnoma* y *Ciccaba virgata*) y 3 especies del orden Caprimulgiformes (*Chordeiles minor*, *Nyctidromus albicollis* y *Antrostomus vociferus*) este registro fue con el uso de redes de niebla que fueron instaladas en las noches, también hicieron búsquedas intensivas de manera auditiva pero sólo fue como un método complementario (Lavariega *et. al.*, 2016). Otras dos especies fueron reportadas

en el monumento natural de Yagul ubicada en el valle de Tlacolula el cual fueron la lechuza de los campanarios (*Tyto alba*) y el búho cornudo (*Bubo virginianus*) en este estudio usaron como método los puntos de conteo y muestreo con redes de niebla (Alfaro *et. al.* 2009).

Áreas destinadas voluntariamente a la conservación

Como se mencionó anteriormente este estudio se realiza en una reserva comunal, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) las denomina como áreas destinadas voluntariamente a la conservación bajo la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Entre junio de 2002 y febrero de 2017 la CONANP ha certificado 377 áreas destinadas voluntariamente a la conservación en 20 estados, que es equivalente a más de 407,446.87 hectáreas, participando 11 grupos étnicos. En el estado de Oaxaca se encuentran 138 sitios de conservación voluntarias y dentro de ellas se encuentra la reserva comunal de san Pablo ETLA, denominada “La Cruz-corral de Piedra” la cual está certificada por 15 años desde el año 2006, la superficie certificada es de 2335 ha. y es de la etnia zapoteca (CONANP, 2017). Además la Sierra Norte forma parte de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA’s) en México (CONABIO 2015).



Figura 3. Instalaciones de la reserva comunal de San Pablo ETLA, Oax.

DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Revisión de Literatura

La primera actividad que se realizó fue la revisión bibliográfica con los temas que a continuación se mencionan:

- A) Aves nocturnas
- B) Información del área de estudio
- C) Modelos de ocupación
- D) Grabadoras autónomas

Así mismo, se revisó el diseño de estudio y los supuestos para el análisis de ocupación y monitoreo acústico, a partir de las indicaciones de MacKenzie *et al.* (2006), Bailey y Adams (2005), Sebastián-González *et al.* (2015) y Furnas y Callas (2015), respectivamente.

A) Aves nocturnas

Las aves nocturnas se clasifican en dos órdenes: Strigiformes y Caprimulgiformes, el primer orden incluye a dos familias; Strigidae y Tytonidae, el segundo orden también incluye a dos familias; Caprimulgidae y Nyctiibidae (Escalante *et al.*, 2014 y CONABIO, 2015).

Los Strigiformes (figura 4) en México se pueden encontrar aproximadamente 196 especies. La familia Strigidae pertenece a las aves de actividad principalmente nocturna, dentro de ella se encuentran los Búhos, de longitud se encuentran de los 13 a 70cm, se caracterizan por la posición de los ojos dirigida hacia adelante, en torno a cada ojo hay un área de plumas a manera de círculo, poseen el pico ganchudo, patas fuertes con garras. La familia Tytonidae Son las lechuzas y son de actividad nocturna, las especies en longitud van de 25 a 40cm, los ojos están dirigidos hacia adelante y pico ganchudo, la diferencia con los Búhos son los círculos de pluma en torno a los ojos que para las lechuzas se reúnen en el centro a manera de cresta y forman un área única limitada abajo del pico, tienen las patas proporcionalmente más largas que los búhos,

así como el plumaje tienen un aspecto de textura más fina (Rodríguez-Yañez et. al., 1994, Enríquez et. al., 2006).

Los Caprimulgiformes (figura 5) en México se encuentran aproximadamente 14 especies de un total de 109 especies registradas, las aves de este orden son crepusculares o nocturnas, tienen un plumaje suave, se caracterizan por cabezas grandes aplanadas, en la mayoría tienen pico pequeño pero con gran apertura en la boca para la captura de insectos, sus patas son cortas y el pico frecuentemente está rodeado de vibrisas (Escalante *et al.*, 2014, CONABIO, 2015).



Figura 4. Strigiformes



Figura 5. Caprimulgiformes

B) Información del área de estudio

La participación del trabajo en campo se realizó en el área destinada voluntariamente a la conservación denominada “La Cruz-Corral de Piedra”, reserva comunal de San Pablo Etla, el cual pertenece al distrito de Villa de Etla, ubicada en la sierra Norte del estado de Oaxaca (96°44'59" oeste, 17°08'40" norte), presenta una altitud entre los 1500 a 3200 msnm, colinda al norte con los municipios de San Agustín Etla y Villa de Etla; al sur con Oaxaca de Juárez, San Jacinto Amilpas y Santa Ma. Atzompa; al oriente con San Agustín Etla y al poniente con Guadalupe Etla (figura 6).

Desde la capital del estado de Oaxaca, aproximadamente tiene una distancia de 16 Km, el municipio cuenta con una superficie total de 41.70 Km². el lugar

presenta clima templado subhúmedo con lluvias en verano, clima caliente subhúmedo, la temperatura en el año va de -3°C a los 22°C (INEGI 2009, INAFED 2010, SEFIN 2016).

Los tipos de vegetación que presenta la comunidad son: bosque tropical caducifolio, bosque de pino-encino, bosque de encino-pino, bosque de Quercus y bosque mesófilo de montaña (Padilla, 2007).

SAN PABLO ETLA, OAXACA.

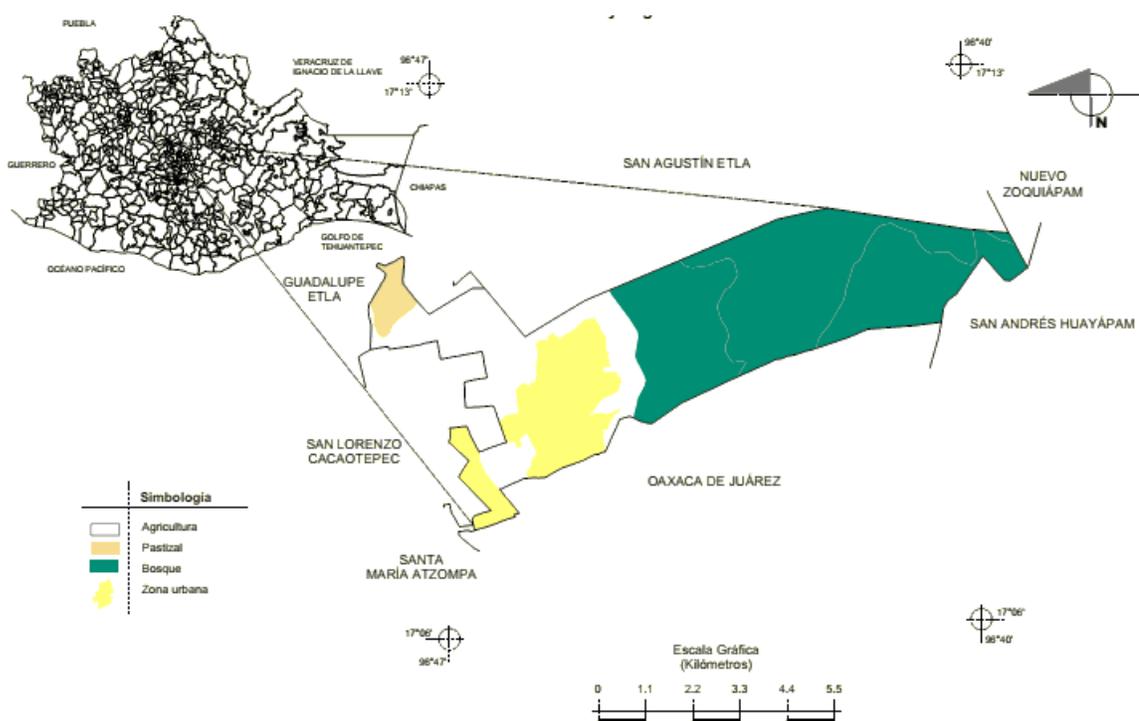


Figura 6. Información geográfica municipal de San pablo Etla. Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005

C) Modelos de ocupación y metodología

Los equipos de grabación autónomos registran datos de presencia-ausencia que son usados con los Modelos de Ocupación. El monitoreo se realizó de acuerdo a cuatro supuestos (Bailey y Adams 2005, MacKenzie *et al.*, 2006).

El primer supuesto postula que los sitios de muestreo (cuadrantes) se deben mantener cerrados a cambios en la ocupación (i.e., la ocupación de un sitio no debería cambiar durante la temporada de muestreo, pero puede cambiar entre

temporadas de muestreo). Para mantener los sitios cerrados a cambios en la ocupación, el monitoreo acústico se realizó durante 5 días de cada mes, el muestreo inició en el mes de febrero de 2016, el muestreo ya cumplió un año y se continúan con la colecta de sonidos, el primer año de muestreo cuenta con 12 temporadas, una por mes.

El segundo supuesto considera que los sitios de muestreo deben tener una probabilidad de ocupación constante para evitar violar este supuesto, diferencias en la probabilidad de ocupación serán explicadas y modeladas usando las características del sitio (co-variables).

El tercer supuesto considera que los sitios de muestreo deben tener una probabilidad de detección constante. Para evitar violar este supuesto, diferencias en la probabilidad de detección serán explicadas y modeladas con características del sitio y temporada de muestreo (co-variables).

El cuarto supuesto se basa en la independencia entre sitios. Para evitar violar este supuesto, las grabadoras se colocan a una distancia mínima entre sí de 500 metros y los equipos están sincronizados usando sistemas de GPS para grabar al mismo tiempo (Furnas y Callas, 2015, Sebastián-González *et al.*, 2015).

Selección de los sitios de muestreo.- El área de estudio fue dividido en 107 cuadrantes de 500 m² cada uno, de los 107 cuadrantes 20 fueron seleccionados al azar con la ayuda del software de Excel, esto para permitir que los organismos tengan las mismas posibilidades de ser detectados, en los 20 sitios seleccionados y las grabadoras se colocaron en el centro de cada cuadrante a una altura de aproximadamente 4-5 metros.

D) Grabadoras autónomas

La grabadora SM3 (Song Meter 3).- Son equipos que graban día y noche, gracias a la configuración automática, permite almacenar hasta 370 horas que es equivalente a un terabyte almacenada en 4 tarjetas SDHC y/o SDXC. Las grabaciones son en audio estéreo, son equipos altamente resistentes a la

intemperie, utiliza 4 baterías “D” el cual son recargables, los equipos cuentan con Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

La Grabadora SM3-BAT (Song Meter 3).- La función de este equipo es similar a la grabadora SM3, ya que ocupa los mismos accesorios, la diferencia está en el micrófono debido a que esta grabadora es para murciélagos y para poder grabar las vocalizaciones de las aves se conectan dos micrófonos modelo SMM-A1 a la grabadora.



Grabadora SM3



Grabadora SM3-BAT



Tarjetas SD



Cargador de batería y pilas



GPS y Micrófono

Figura 7. Equipo de grabación autónoma

2.- Trabajo en campo

La salida de campo consistió en colocar y retirar las grabadoras en los 20 puntos seleccionados dentro de la reserva comunal. Los días 28 de febrero y 12 de marzo fue para retirar grabadoras y en los días 04 de marzo y 06 de abril fueron para la instalación.

Previo a la instalación de las grabadoras, se hace una revisión de los equipos de grabación, que consistió en: verificación de las pilas (deben de estar cargadas), revisión de tarjetas SD (tres por grabadora), actualización del firmware que se obtiene de la página de Wildlife Acoustic (<https://www.wildlifeacoustics.com/>), enseguida con el programa SM3 Configurator se configura el tiempo de grabación, en este caso cada media hora, mismas que el programa de configuración se descarga de la página de WildLife Acoustics (<https://www.wildlifeacoustics.com/>).

Las medidas de vegetación se realizaron en bosque de pino, pino-encino, encino y en matorral espinoso.



Figura 8. Tipos de vegetación.

Para la instalación de las grabadoras se colocaron a una altura de entre 4 y 5 metros (figura 9), evitando colocar las grabadoras cerca de árboles muy grandes o debajo de arbustos esto con el fin de maximizar la recepción del sonido (Furnas y Callas, 2015, Sebastián-González *et al.*, 2015).

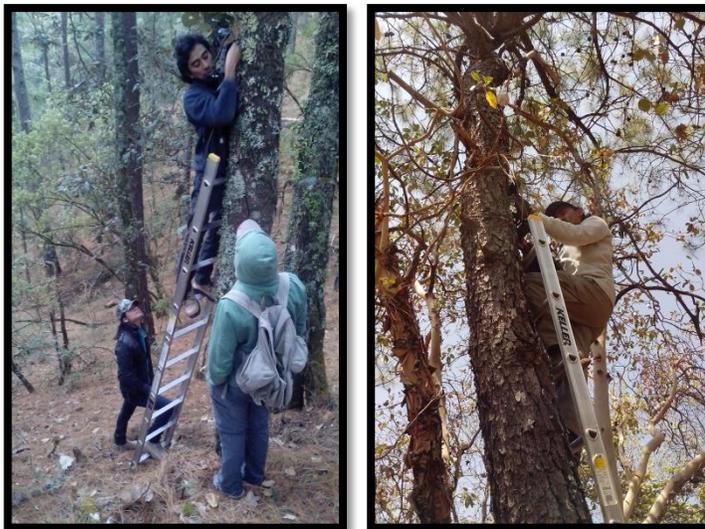


Figura 9. Instalación de grabadoras

Como ya se mencionó anteriormente el monitoreo ya lleva un año usando las grabadoras con sistemas autónomos de grabación, la grabación para aves nocturnas comenzó a partir del mes de diciembre de 2016 y actualmente cuenta con 4 muestreos.

Medición de vegetación

La salida para la medición de vegetación dentro de la reserva comunal se realizó del 20 al 25 de marzo y del 6 al 10 de abril del presente año.

En cada uno de los 20 puntos se caracterizó el hábitat asociado con la presencia de otras especies, midiendo la altitud, pendiente, cobertura del dosel, diámetro a la altura del pecho (D.A.P), altura, densidad de los árboles y bromelias. En la evaluación del uso del hábitat, se analizará la asociación entre las variables del hábitat y la probabilidad de detectar a las especies usando modelos de ocupación. Esta investigación pretende generar información sobre las características del hábitat que determinan la presencia de las especies de aves nocturnas. Así mismo, este estudio buscará identificar áreas potenciales para implementar nuevas estrategias de conservación dentro de la reserva comunal de San Pablo Etlá.

Los muestreos que se realizaron en la reserva comunal son para trabajos de postgrado de estudiantes del CIIDIR-Oaxaca, uno de los estudios es sobre el uso de hábitat de la chara enana (*Cyanolyca nana*) y su co-ocurrencia con la Chara Crestada (*Cyanocitta stelleri*) y el otro trabajo está enfocado con mamíferos donde de la misma forma utilizará modelos de ocupación pero con la técnica de foto-trampeo o cámaras trampa como se muestran en las siguientes figuras 10,11 y 12.



Figura 10. Preparación para medir vegetación



Figura 11. Medida de dosel



Figura 12. Toma de apuntes y medida de D.A.P.

3.- Análisis acústico

Después de obtener las grabaciones del monitoreo fueron revisadas en el Laboratorio, verificando en primera instancia si todas las grabadoras funcionaron durante los 5 días, posteriormente al tener las grabaciones éstas se analizaban de manera visual con el programa de Syrinx, que es un software para la identificación y comparación de los audios obtenidos.

RESULTADOS

Conforme a las actividades desarrolladas en el CIIDIR-Oaxaca, los resultados fueron el aprendizaje sobre el manejo de técnicas de Bioacústica.

El aprendizaje en la estancia fue la instalación y desinstalación de grabadoras autónomas, así como, el conocimiento de dos métodos para medir la vegetación; el primero para estudios de mamíferos y el segundo para estudios de aves.

Con respecto a los primeros trabajos que se realizaron se resalta el conocimiento de la información relacionada al monitoreo bioacústico, el conocimiento de los autores que han trabajado con estos temas, mismas que para el desarrollo del trabajo en campo fueron de gran apoyo ya que se llevó la información teórica previo al trabajo que se realizaría.

Cabe destacar que dentro del trabajo en campo los monitoreos desarrollados fueron fructíferos ya que, se recabaron datos tanto de las grabadoras como datos para las medidas de vegetación que serán usados para proyectos de alumnos de maestría.

El trabajo en campo es de gran importancia para este tipo de estudios para poder obtener datos reales siempre y cuando esté guiado por una metodología. Durante el desarrollo del proyecto en el cual se participó solo se recabaron los datos de medida de vegetación, el cual, serán usados por otro proyecto de investigación de maestría, así como, se recabaron grabaciones de aves, las grabaciones de las cuatro temporadas fueron clasificadas por temporada de grabaciones que fueron cuatro.

Las grabaciones fueron clasificadas y ordenadas por carpeta, tomando en cuenta la hora de puesta de sol y (18:00 hrs) antes de la salida del sol (7:00 hrs), los registros se tomaron en cuenta a partir de diciembre de 2016 para aves nocturnas y en total se juntó cuatro muestreos, esto conforme a la figura 13. Cada muestreo con grabaciones de 14 grabadoras y cada grabadora cuenta con aproximadamente 42 grabaciones lo que resultó por un total de cada muestreo de 588 audios grabados.

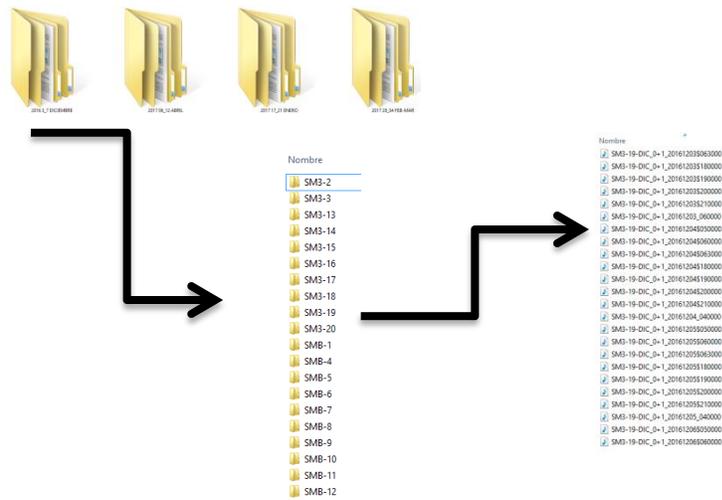


Figura 13. Clasificación de grabaciones

Para la identificación visual de las especies de aves nocturnas el programa de Syrinx (figura 14) es usado para éste fin, al identificar o detectar vocalizaciones dentro del programa se hacen anotaciones que lleva la siguiente información: especie, nombre y número de grabadora, punto de muestreo, número de muestreo y condiciones del tiempo, (ej; CORCOR,SM3,2,P26,M1,D) (J. Burt, Seattle, WA, USA, (Swiston y Mennill, 2009).

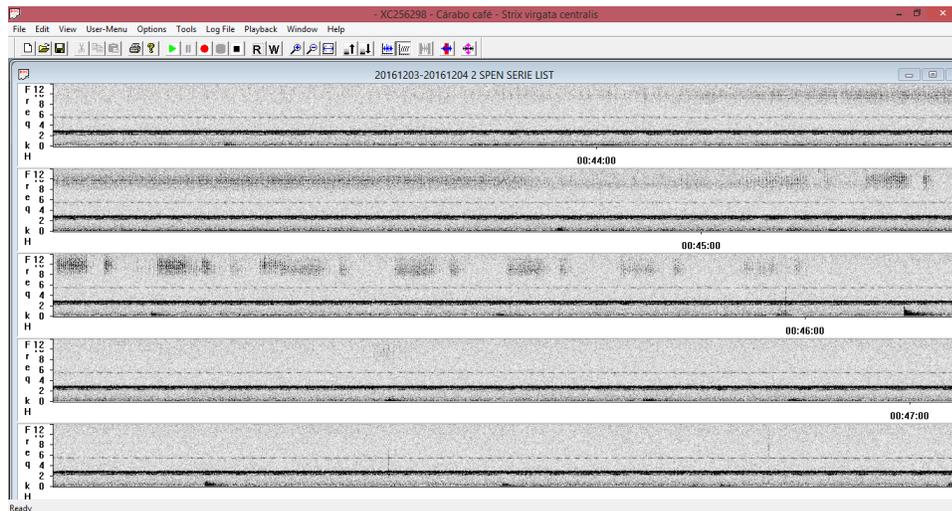


Figura 14. Software Syrinx.

CONCLUSIONES

Las actividades realizadas durante la estancia profesional en el Laboratorio de Bioacústica CIIDIR-Oaxaca fueron de gran enseñanza tanto personal como profesional, ya que se vio la importancia al integrar el conocimiento sobre el manejo de los equipos de grabación utilizados en los proyectos en marcha, así como, el aprendizaje de diferentes métodos para la medición de vegetación y monitoreo bioacústico. La Bioacústica es una buena alternativa para el monitoreo, ya que es una técnica no invasiva al medio ambiente, lo cual puede ser aplicado en zonas áridas y semiáridas.

Las reservas comunales son de gran importancia ya que son las comunidades rurales, que en su mayoría son indígenas, donde los comuneros se encargan de manera directa en el mantenimiento y conservación de los recursos naturales, aprovechando así de manera sustentable los servicios ambientales, el mantenimiento y una buena organización del pueblo permite generar empleo implementando el ecoturismo. Las investigaciones y estudios que realiza el CIIDIR en la reserva comunal es un beneficio para ambos, por un lado la reserva se beneficia con investigaciones científicas y poder implementar el ecoturismo sustentable y por otro lado la reserva comunal ofrece el conocimiento de la biodiversidad a investigadores y estudiantes de la institución.

El trabajo en campo dejó buenas enseñanzas y experiencias ya que el trabajo se realizó en equipo donde hubo intercambio de conocimientos sobre los métodos aplicados para las medidas de vegetación.

El trabajo que el laboratorio de Bioacústica y ecología del comportamiento es de gran importancia porque estudia y apoya a una reserva comunal, para saber lo que existe dentro del área de conservación.

Gracias a la participación en el proyecto que realiza el laboratorio se aprendieron nuevas técnicas de grabación y sobre todo la aplicación que puede tener con especies raras, amenazadas o en este caso en aves nocturnas.

REFERENCIAS

- Acevedo, M. A., y Villanueva. R. L. J. 2006. Using automated digital recording systems as effective tools for the monitoring of birds and amphibians. *Wildlife Society Bulletin*, 34(1), 211-214.
- Alfaro, A. M., Pablo R. E. y Gómez C. S. 2009. Diversidad de aves en temporada de lluvias en el monumento natural de Yagul. Escuela de ciencias de la UABJO (Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca). Oaxaca, Mex. 15 pp.
- Arizmendi, M. C. y Espinosa M. A. 1996. Avifauna de los bosques de cactáceas columnares del Valle de Tehuacán, Puebla. *Acta Zoológica Mexicana*. 67: 25-46.
- Bardeli, R. Wolff, D. Kurth, F. Koch, M. Tauchert, K. H. y Frommolt. K. H. 2010. Detecting bird sounds in a complex acoustic environment and application to bioacoustic monitoring. *Pattern Recognition Letters*, ELSEVIER 31:1524
- Becker, C., Agreda, A., Astudillo, E., Costantino, M. y Torres, P. 2005. Community-based Monitoring of Fog Capture and Biodiversity at Loma Alta, Ecuador Enhance Social Capital and Institutional Cooperation. *Biodiversity and Conservation*, 14(11), pp.2695-2707.
- Berlanga G. H., Gómez de Silva. H., Vargas C. V. M., Rodríguez, C. V., Sánchez, G. L. A., Ortega, Á. R., y Calderón, P. R. 2015. Aves de México, Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad), México D. F.
- Brandes, T. S. 2008. Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation. *Bird Conservation International*, 18(S1), S163-S173.
- Campos, C. M. y Aide, T. M. 2016. Improving distribution data of threatened species by combining acoustic monitoring and occupancy modelling. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(11), 1340-1348.
- Caycedo R. P. C., Ruiz, M. J. F. y Orozco A. M. 2013. Automated Recognition of Bioacoustic Signals: a Review of Methods and Applications. *Ingeniería y Ciencia*, 9(18), 171-195.
- Celis, M. A., Deppe, J. L. y Ward, M. P. 2012. Effectiveness and utility of acoustic recordings for surveying tropical birds. *Journal of Field Ornithology*, 83(2), 166-179.

- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2015. AvesMx. México. disponible en: <http://avesmx.conabio.gob.mx>
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2017. Áreas destinadas voluntariamente a la conservación, disponible en: <http://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/areas-destinadas-voluntariamente-a-la-conservacion>, 20/02/2017
- De la Maza M. M. y Bonacic S. C. 2013. Manual para el monitoreo de fauna silvestre. Facultad de agronomía e ingeniería forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. 202 pp.
- Depraetere, M., Pavoine, S., Jiguet, F., Gasc, A., Duvail, S. y Sueur, J. 2012. Monitoring animal diversity using acoustic indices: Implementation in a temperate woodland. *Ecological Indicators*, 13(1), pp.46-54.
- Enríquez, D., Vacio, M. y Sigala, J. 2014. Biodiversidad y su percepción en la presa San Pedro y áreas aledañas, Cuauhtémoc, Zacatecas, México. *de Cuerpos Académicos*, 67.
- Escalante, P., Sada, A. M., y Robles, G. J. 2014 Listado de nombres comunes de las aves de México. UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología). México.
- Furnas, B. J., y Callas, R. L. 2015. Using automated recorders and occupancy models to monitor common forest birds across a large geographic region. *The Journal of Wildlife Management*, 79(2), 325-337.
- Genoy P. A. y Martínez, N. H. 2016. Validación de la Metodología TICs en el Monitoreo de herpetofauna en áreas circunvecinas a la laguna cuicocha. *Revista Politécnica*, 37(2), 7.
- INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2010. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México estado de Oaxaca. Secretaría de gobernación. Ciudad de México. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos San Pablo Etla, Oaxaca. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/20/20293.pdf>
- Kalan, A. K., Mundry, R., Wagner, O. J., Heinicke, S., Boesch, C. y Kühl, H. S. 2015. Towards the automated detection and occupancy estimation of primates using passive acoustic monitoring. *Ecological Indicators*, 54, 217-226.

- La V. T. 2011. Diurnal and nocturnal Birds Vocalize at night: a review. *The Condor. The Cooper Ornithological Society*. 114(2):245-257.
- Lavariega, M., C. 2016. Registros notables de aves en el noroeste del distrito de Villa Alta, Oaxaca, México. *Huitzil*, 17(1), 44-53.
- Lavariega, M. C., Martín, R. N., Gómez, U. R. M., y Aragón, J. 2016. Avifauna de la Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, México. *Huitzil*, 17(2), 198-214.
- Mackenzie, D. I. 2005. What are the issues with presence–absence data for wildlife managers?. *Journal of Wildlife Management*, 69(3), 849-860.
- MacKenzie, D. I., y Nichols, J. D. 2004. Occupancy as a surrogate for abundance estimation. *Animal biodiversity and conservation*, 27(1), 461-467.
- Navarro, A. G. S., Peterson, A. T. y Gordillo-Martínez, A. 2003. Museums working together: the atlas of the birds of Mexico. *Bulletin-British Ornithologists Club*, 123, 207-225.
- Ortiz, P. R., Bravo, J., Martínez, V., Reyes, D., Mendiola G., M., Sánchez, G., y Sánchez, M. 2010. Avifauna de la reserva de la biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 81(2), 373-391.
- Padilla, G. E. 2007. Estudio ecológico y etnobotánico de la vegetación del municipio de San Pablo Etlá, Oaxaca. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional. Secretaría de Investigación y posgrado: Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca. Santa Cruz Xoxocotlán.
- Ramírez, A. J. E. 2010. Avifauna de sitios asociados a la selva tropical en la Depresión Central de Chiapas, México. *Acta zoológica mexicana*, 26(3), 539-562.
- Reudink, M. W., Nocera, J. J., y Curry, R. L. 2007. Anti-predator responses of Neotropical resident and migrant birds to familiar and unfamiliar owl vocalizations on the Yucatan peninsula. *Ornitología Neotrop*, 18, 543-552.
- SEFIN (Secretaría de Finanzas). 2016. Plan de Desarrollo Municipal H. Ayuntamiento Constitucional de San Pablo Etlá, Oaxaca. Secretaría de finanzas. Oaxaca de Juárez. <https://finanzasoaxaca.gob.mx/>
- Sosa, L. J., R. 2015. Bioacústica y Ecología del Comportamiento, disponible en: <https://sosalab.wordpress.com/>.

- Sueur, J., Farina, A., Gasc, A., Pieretti, N., y Pavoine, S. 2014. Acoustic indices for biodiversity assessment and landscape investigation. *Acta Acustica united with Acustica*, 100(4), 772-781.
- Swiston, K. A., y Mennill, D. J. 2009. Comparison of manual and automated methods for identifying target sounds in audio recordings of Pileated, Pale-billed, and putative Ivory-billed woodpeckers. *Journal of Field Ornithology*, 80(1), 42-50.
- Tubaro, P. L. 1999. Bioacústica aplicada a la sistemática, conservación y manejo de poblaciones naturales de aves. *Etología*, 7(3), 19-32.
- Valencia, H. J., Ortíz, P. R. y Enríquez P. L. 2012. Riqueza y distribución espacial de rapaces nocturnas en Hidalgo, México. *Huitzil*, 13:116-129.
- Van Parijs, S. M., Clark, C. W., Sousa-Lima, R. S., Parks, S. E., Rankin, S., Risch, D., y van Opzeeland, I. 2009. Management and research applications of real-time and archival passive acoustic sensors over varying temporal and spatial scales. *Marine Ecology Progress Series*, 395, 21-36.
- Vignau, E. E. 2009. Tecnología y conservación, Alternativas para las comunidades del corredor biológico mesoamericano México. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad), México.