**IMPLEMENTACION DE HERRAMIENTAS TECNOLOGICAS EN LA INVESTIGACION BIOLOGICA EN ESPECIES DE MAMIFEROS QUIROPTEROS (MURCIELAGO COMUN) EN SISTEMAS SUBTERRANEOS**

**JUAN DAVID MOSQUERA FONSECA**

**Jmosquera10@upc.edu.co**

**JUAN CARLOS RAMIREZ ECHEVERRI**

**Jramirez13@upc.edu.co**

**HENRY DIAZ RODRIGUEZ**

**henry-diaz@unipiloto.edu.co**

**TUTOR**

**Resumen**

Esta investigación es resultado de evaluar las necesidades de investigadores, en otras Disciplinas, aplicando herramientas tecnológicas y de telecomunicaciones, que permiten mejorar los resultados de las investigaciones, de una forma no invasiva sin perturbar el comportamiento etológico de la especie.

Investigación realizada con el acompañamiento del Laboratorio de Ecología Funcional (LEF) de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, gracias a este acercamiento entre la Ciencia e Ingeniería se logra realizar una implementación en el Sistema Subterráneo Macaregua.

El proyecto consiste en crear un laboratorio virtual, permitiendo el estudio de los mamíferos Quirópteros presentes en los diferentes sistemas subterráneos del país, que permita la visualización de los especímenes en tiempo real y realizar grabaciones de tiempo prolongado, para su posterior análisis y diseño de hipótesis científicas realizadas por los científicos.

***Palabras claves***

Biología, ecología, microbiología, red eléctrica, datos, innove, laboratorio L.E.F., CCTV, transmisión, Quirópteros, aplicación tecnológica, variables ambientales, preservación, sistema underground.

 **I INTRODUCCIÓN**

El semillero de investigación del programa de ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad Piloto de Colombia (Urbitron) en apoyo a los investigadores del Laboratorio de Ecología Funcional (L.E.F.) de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, reúnen esfuerzos que como estrategia permita producir cambio, en los procesos como en los resultados de las investigaciones en curso y futuras, esto de forma que facilite Implementaciones tecnológicas hacia las disciplinas de la Biología, ecología, microbiología, etc.,

Para este caso específico se implementa red eléctrica y de datos en un sistema subterráneo (San Gil Santander); lo anterior permite innovacione en las formas de investigación del laboratorio L.E.F.

**II CONTENIDO**

Urbitron facilita una serie de herramientas para ser utilizadas como comprobación de hipótesis científicas, acercando estos proyectos a ser controlados mediante dinámicas digitales y análogas; la observación es posible bajo transmisión de cctv (sistema cerrado de televisión); originada en el sistema subterráneo de San Gil Santander, y observada en el laboratorio de Bogotá.

La recopilación de videos de animales hoy es normal en otros países, sin embargo esta se hace de forma deportiva, de tal manera que permite observar el comportamiento animal y así convertirlo en publicidad fotográfica ó de alguna forma comercial para adquirir provecho; el seguir paso a paso la vida cotidiana de una especie con mala reputación como lo (Quirópteros), equivocadamente catalogado como plaga, suena descabellada la investigación de esta especie menos con apoyo de tecnologías de la información .

La investigación biológica fortalece la exploración de ingeniería al desarrollar aplicaciones y diseños tecnológicos para el laboratorio LEF; les facilitara el estudio de incógnitas, hipótesis al desarrollar avances científicos, así mismo bajaría el alto incremento de presupuesto de los viajes por estudiante hacer las prácticas y estudios correspondientes.

Las variables ambientales (agua, escaso oxígeno, amoniaco, gases producidos por el medio y el alto cambio de temperaturas); problemática como el análisis comportamental entre otros, son la forma en la que el proyecto permite observar reduciendo al mínimo el impacto humano, especial mente el de la naturaleza en estado silvestre.

El observar un ave silvestre, un insecto o alguna criatura permite tener la oportunidad de cruzarse con realidades inauditas y hasta producir fácilmente preguntas de investigación científica, sin embargo, lo que resulta verdaderamente sorprendente es seguir en vivo, su hábitat natural y conocer sus diferentes formas de comunicación, apareamiento y los nutrientes que aportan a la fauna natural.

Los quirópteros  estudiados de forma científica muestran la facilidad de ayudar a preservar de manera objetiva el sostenimiento de la especie, la convivencia de los demás animales y el ser humano, esto es un gran beneficio a la investigación y preservación del habitad del mismo .

La ecóloga Mónica Peñuela ha desarrollado investigaciones en las que afirma; *“Debido a la baja intervención antrópica se presenta mayor diversidad de especies en los murciélagos reportadas hasta el momento;* el Laboratorio de Ecología Funcional (LEF) tiene una línea de investigación, de la que se tiene varios productos, entre ellos ha permitido saber el número total de especies que se encuentran en el sistema subterráneo y como es su estructura (Pérez-Torres *et al.* 2010); la estructura social (Martínez-Medina 2010) y las características físicas y espaciales que direccionan la selección de las perchas de *Carollia perspicillata* (Peñuela-Salgado 2011).

La especie presenta una población de al menos unos tres mil individuos y una conformación de harens (nucleo de diferentes tamaños de la especie), lo que la hace ideal para adelantar estudios de comportamiento social, mas aún no se conoce como son las interacciones y el patrón comportamental.

Por lo anterior el objeto de este trabajo es, describir como son las interacciones sociales y el patrón comportamental dentro como entre los harens en los sitios de percha (lugar donde se reúne dos o más especies para crear un núcleo familiar) especies de Carollia perspicillata (Murciélago frutero común situado en América del Sur y América Central.) en la cueva Macaregua, Santander, Colombia.

Las investigaciones son desarrolladas de acuerdo a un planteamiento económico de cada estudiante o de vez en cuando la universidad apoya las salidas de campo; en las diferentes exploraciones se produce inconvenientes como: (movilidad, hospedaje, alimentación, seguridad industrial, toma de muestra, tiempo de investigación).

El ingeniero Henry Díaz Rodríguez de la Universidad Piloto de Colombina, con la dirección del Doctor Jairo Pérez Torres de la Universidad Javeriana enlazó el semillero de investigación Urbitron con las necesidades del laboratorio de investigación LEF)

**Desarrollo**

**1ra Fase**

El proyecto inicia con el semillero de investigación, que es fortalecido a mediados de Junio del 2011, allí se plantea una estructura de circuito cerrado de televisión (CCTV), posterior a esto se lleva a cabo reuniones en las aulas de la Universidad Piloto de Colombia con los estudiantes; Juan Carlos Ramírez, Juan David Mosquera y el ingeniero Henry Díaz Rodríguez, como tutor del proyecto; posteriormente se diseña los diferentes bosquejos relacionados con el montaje, que se convierte en el principal objetivo para facilitar a los ecólogos de la Javeriana su proceso de investigación, allí se brinda a Urbitron, la oportunidad de proveer y adquirir conocimientos interdisciplinares.

Nace la idea de proyecto con la aplicación de las herramientas a producir, este proceso se lleva a cabo durante el trascurso del estudio, en el que se da a conocer el comportamiento de una especie importante ecológicamente como es los Quirópteros, se toma varias semanas en analizar el terreno y obtener diferentes diseños para concluir en la implementación, inicialmente del tipo y carácter de los materiales, que a primera vista se provee sencillo, sin embargo no es así, al contrario, los seres humanos son los invasores en cualquier hábitat silvestre, en especial lugares en los que son sin desarrollo investigativo.

Basados en la conservación de la fauna natural se implementa el diseño, acorde a las recomendaciones ecológicas, el camuflaje del cableado en dos líneas de voltaje, se desarrolla en la primera fase, con 300mts de cable (dúplex rencauchutado n16), luego otros 300mts, para un total de 600mts; Este soportado a los arboles de manera tal que ningún individuo, tenga facilidad de acceso; de igual forma, se instala toma corriente de intemperie con cuatro salidas, en la puerta de la sistema subterráneo con el fin de que los investigadores tengan acceso a suministro eléctrico, esto permite conexión de equipos electrónicos, linternas, celulares, pc, tablet entre otros; procedimiento este siquiera imaginado por el grupo investigador en más de quince años de existencia.

Para la instalación es necesario afectar un 10% la fauna del bosque, con apertura de caminos, por la necesidad de amarre del cableado; es zona silvestre, de difícil acceso y de alto riesgo sin transito humano.

Con la primera fase del prototipo, se realiza prueba por periodo de cuatro (4) meses, luego se produce otras pruebas de conectividad satisfactorias, con resultados similares a los iniciales que permiten concluir una estabilidad relativa del sistema implementado.

**2da Fase**

Con estos resultados se realiza una segunda visita al sistema subterráneo con el fin de explorar, de la entrada de la cueva hacia el interior; el problema nace del proceso inicial de cómo instalar el cableado utp y dúplex, y en especial como fijarlo, mantenerlo y no producir alteraciones del habitad: aunado al uso de herramientas clásicas de ingeniería (taladro, martillo, luces, etc.) con bajo nivel de oxígeno, sin iluminación, con mascara, guantes, casco, botas, alta temperatura, y en especial debiendo retornar a la entrada por seguridad cada quince (15) minutos por seguridad humana ante las esporas bacterianas del guano;

 El primer paso es ingresar al sistema, llegar a los mayores harens, donde los ecólogos necesitan hacer el muestreo que dé acuerdo a los videos producidos, y desarrolla informes de investigación, que permitan confirmar los cambios de cada grupo de quirópteros y exponerlos en el laboratorio de investigación.

Para hacer este diseño se realiza varios análisis, debido a la complejidad del terreno y el ambiente en el que se trabaja; con la temperatura, el oxígeno, la humedad, los roedores, el amoniaco, la oscuridad y en ocasiones agua a un metro (01mts) de altura; recordando no producir cambios dentro de la cueva y causar que la especie emigre del lugar.

Se experimenta diversas veces con diferentes métodos, entre ellos utilizar taladro de potencia, cubriendo la salida de aire con cubierta de tela, y si el ruido al mínimo, sin embargo aunque este método se desarrolla en varias ocasiones no es posible validarlo; posteriormente se utiliza un villamarquin con punta de acero para la roca, en el orificio se aplicaría pegante epoxico, apoyando una seria de armellas en la roca para así mismo guiar el cableado; mas con la humedad que absorbe la cueva, esta se deshace o hay posibilidad de producir perforación.

De la consulta en equipos y luego de interminables experimentaciones en campo, en aula, y con un periodo de tiempo finalizando, la solución se desarrolla en un montaje, con un cableado trasportable, diseñado e implementado en el exterior, en la base central (finca alejada); se usa manguera de agua rural, camuflada con el guano del murciélago, en las parte húmeda sostenida con estacas de madera amarrada a la pared, debido a que están cubiertas de guano y es factible sostenerlas, se aprovecha el camuflaje del mismo y no se afecta el habitad de la especie.

Es importante resaltar que el desarrollo de una estructura de CCTV es muy normal en lo urbano o en campo abierto, mas el inconveniente radica en que esta estructura, requiere características de comodidad y protección hacia la salud del grupo de semillero, y recordado de nuevo la obligatoriedad de salir a refrescar la respiración de diez 10 a quince 15 minutos y descansar este mismo tiempo de trabajo; desarrollado el trabajo con los biólogos no es viable realizar este trabajo directamente en el sistema subterráneo pues el tiempo y distancia triplica el trabajo como los gastos financieros.

Respecto de la implementación del sistema de cctv se selecciona un modelo portable con una distancia de ochocientos (800) mts de cable, realizado en campo, con las bases de las cámaras hechas de acuerdo a una estructura de bajo peso pero no delgada ni alta en exceso, es un diseño acorde al lugar, con materiales camuflables; se desplaza cada veinte (20) mts, así se obtiene cobertura de video amplia y adecuada para la actividad del ambiente del quiróptero, de manera que la especie no tenga anomalías importantes en su habitad.

**IIICONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La investigacion aplicada en proceso, muestra resultados iniciales, donde el laboratorio LEF describe dos comportamientos presentados por la especie en estudio, de la que no se tiene referencia anterior o descripción previa.

Urbitron logra entendimiento relacionado a la aplicación de tecnologías hacia áreas del conocimiento científico, como de temáticas desconocidas para la disciplina de la Ingeniería.

Se implementa red eléctrica en campo desconocido, en donde es importante resaltar que el sitio de la implementación, es de complejo acceso,

Se desarrolla prototipo de CCTV aplicado a investigaciones científicas

**IV REFERENCIAS**

GALLINA TESSARO Sonia, Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna, INECOL, MEXICO 2011

REYES HARTMANN Cyntia, Propuesta de Programa de Monitoreo de Mamíferos Terrestres y Voladores del Área de Protección de Flora y Fauna “Metzabok” Chiapas México, UNAM, 1997

DIAZ PULIDO, Angélica, Manual de Foto-trampeo, Instituto de Investigación y Recursos Biologicos Alexander von Humbokld, Bogotá 2012

BLANCHARD Deborah, Bats’ biosonar inspires sensing technology research, VirginiaTech, 2011.

MULLER Rolf, Bats show ability to change their ear shapes, making their hearing more flexible, VirginiaTech, 2011.

JUNGHANSS Roberto, Componentes y Características de un Sistema CCTV, RNDS, Argentina 2009.

Guía de Soluciones en Seguridad Electrónica 2a Edición, Syscom, México, 2013