

Num.7-2016-Art.4 | Macro y Microfotografía para documentar la BIODIVERSIDAD

Macro y Microfotografía para documentar la BIODIVERSIDAD

Vladimir Carvajal López

Sección Invertebrados. Instituto de Ciencias Biológicas

Escuela Politécnica Nacional

Correspondiente: vladimir.carvajal@epn.edu.ec

La macro y microfotografía son técnicas fotográficas que se desarrollaron paralelamente con la necesidad de documentar aquello que no podíamos observar a simple vista. Hasta hace poco, estos procesos, debido a sus altos costos y requerimientos estuvieron relegadas para la mayoría de los investigadores y entusiastas científicos. Con la digitalización de los sistemas, el avance de la de la tecnología y el abaratamiento de los costos de los equipos (Martínez Mena A., 1994), estos procesos fotográficos se están expandiendo y constituyendo en herramientas fundamentales a la hora de documentar y describir hallazgos científicos (Martínez Mena J., 1994). Innumerables libros y páginas web que describen a insectos, arañas, flores, polen, plancton, etc., son a diario publicados usando estas técnicas. En ese ámbito, esta descripción no pretende ser más que una pequeña introducción hacia la macro y microfotografía, con el fin de estimular a los iniciados a profundizar sus conocimientos y experiencias en torno a la fotodocumentación científica de las pequeñas cosas.

Algunos referentes históricos

El español Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), premio Nobel 1906, fue uno de los pioneros de la fotografía de objetos pequeños y muy pequeños, cuando capturó estupendamente, usando un equipo de microfotografía Koristka, la estructura de las neuronas (De Felipe J., 2005).

Otro referente de esta técnica la encontramos en Arthur E. Smith y sus asombrosas fotografías de insectos y otros invertebrados publicadas en el libro: *Nature through Microscope and Camera* (Naturaleza a través del microscopio y la cámara) de Richard Kerr (1909).

De manera contemporánea, se desarrolló el formidable trabajo del naturalista Wilson Bentley (1865-1931), que durante 40 inviernos se dedicó a fotografiar los procesos de cristalización de los copos de nieve; o de Frank Percy Smith (1880-1945), pionero de la cinematografía, el time-lapse y la microfotografía, cuyo trabajo más destacado fue la película "Los secretos de la Naturaleza" de 1922.

Actualmente, la digitalización de los equipos y la reducción en los costos de fabricación permiten que un estudiante, con un equipo básico y aplicando técnicas simples, pueda obtener, hasta cierto límite, fotografías que rivalizan con aquellas generadas en sistemas y equipos más costosos, y que sólo pueden ser costeadas por grandes laboratorios o universidades.

Si nos vamos a entusiasmar al leer estas alentadoras palabras, primero debemos entender definiciones básicas, además de los límites y bondades de estas técnicas.



Fig 1. Equipo de fotomacroscopía del Sr. Arthur E. Smith. Foto tomada de: Richard et al., 1909. *Nature through Microscope and Camera*).

La diversidad de las cosas pequeñas

El Ecuador es conocido como un país megadiverso. Gran parte de esa diversidad se halla constituida por pequeños organismos como insectos, arañas, crustáceos, oligoquetos, líquenes, algas, zoo y fitoplancton; también por las estructuras que conforman a estos organismos como pelos, antenas, nerviaciones, células, etc., y por sus comportamientos; los cuales son vistos únicamente con ayuda de equipos ópticos de amplificación.

Las técnicas de macro y microfotografía nos ayudan a capturar y compartir estos descubrimientos, plasmándolos en una imagen que puede ser reproducida miles de veces, potenciando y consolidando de manera pragmática cualquier hallazgo o aprendizaje científico. Además se constituyen en herramientas efectivas de sensibilización para la comunidad, a la hora de argumentar con evidencias sobre la riqueza biológica que poseemos y motivar su conservación.

Algunos conceptos y definiciones

Se denomina macrofotografía a la elaboración de fotografías a partir de una aproximación extrema de la película o sensor al objeto de nuestro interés, al punto de permitirnos ver detalles que a simple vista nuestra capacidad de resolución óptica no lo puede hacer. Eso significa que las imágenes tendrán un ratio (relación) de aspecto, entre 1:1 a 25:1; por lo tanto, un objeto será captado en el sensor de la cámara a un tamaño igual o mayor al que se aprecia a simple vista. Cuando este ratio es mayor a 25:1 estamos hablando de

microfotografía.

Para realizar macrofotografía se requiere de una cámara fotográfica (réflex o compacta con función macro), lentes macro o lentillas de aproximación (close up), tubos extensores, fuelles e iluminación externa como flashes o luces led; y en algunos casos fondos de colores para contrastar la imagen. También se puede utilizar un estereomicroscopio bi o trilocular con adaptador.

Para realizar microfotografía se requiere de los mismos aparatos que para la macrofotografía, pero además es necesario proveernos de adaptadores para acoplar la cámara y un microscopio bi o trilocular (Freeman M., 2004).

Actualmente se ha popularizado el uso, por parte de estudiantes y entusiastas, de las cámaras que poseen los teléfonos inteligentes acoplados al ocular del microscopio, generando resultados bastante aceptables en función de la óptica de estos equipos (Arce F.P. et al., 2001).

Si bien hemos planteado que se pueden usar diversos equipos que pueden tomar fotografías, es necesario entender que más megapíxeles no necesariamente hacen una mejor fotografía.

La calidad fotográfica depende más del tamaño del sensor (a mayor tamaño, mayor cantidad de fotones capturados) y de la calidad de las ópticas, las cuales poseen filtros que disminuyen la distorsión que se genera cuando la luz atraviesa los cristales de las lentes. Sin embargo muchos de estos limitantes pueden ser corregidos o mejorados mediante un buen software fotográfico (Nieto F., 2015).

Luz, luz y más luz

La palabra fotografía proviene del griego: phos (luz) y grafis

(escritura) y significa escribir o dibujar con luz. Para tener éxito en realizar nuestras macrofotografías debemos practicar manipulando la luz. En la macrofotografía las imágenes deben lucir tridimensionales y no planas, y eso se logra cambiando el ángulo de incidencia de las fuentes lumínicas.

En la microfotografía lo usual es que las imágenes sean bidimensionales por usar luz transmitida, pero excepcionalmente se pueden lograr fotografías con mayor profundidad de campo.

La luz utilizada no debe ser dura porque quema la imagen generando zonas totalmente blancas; para impedir este problema es mejor usar pantallas que difuminen y equilibren la cantidad de luz que llega al objeto que deseamos capturar. También necesitamos entender que cuanto más se aleja el objeto del sensor, mayor cantidad de luz se requiere (por cada unidad de distancia que nos alejamos, la luz se reduce cuatro veces). Esta regla es preciso tomarla en cuenta, sobre todo, cuando trabajemos con tubos extensores y fuelles (Freeman M., 2005).

Ampliación

El método más simple para desarrollar una fotografía macro es colocar una lupa delante del lente de la cámara. Este procedimiento aunque útil es inexacto. Para conocer el grado de ampliación, es decir, la relación entre el tamaño del sujeto real y su imagen en el sensor usamos la relación de ampliación.

La relación de reproducción expresa la relación de tamaño entre el sujeto a ser fotografiado y la imagen que genera en la película o sensor (Freeman M., 2005). Esta relación puede definirse como $x:y$, donde x expresa el tamaño de sujeto y el valor de y indica la dimensión con la que se reproduce en el

sensor.

Por ejemplo, si consideramos un sensor APS-C cuyo tamaño es 25.1×16.7 mm y fotografiamos un sujeto de 25mm, que genera una imagen en el sensor de 8.3 mm, este producirá una ampliación de 1:3, ya que $25:8.3 = 3$. Es decir que el sujeto forma en el sensor una imagen más pequeña que la real. Si el sujeto midiese 25 mm, tendríamos una relación de reproducción de 1:1, ya que $25:25 = 1$. En ese momento ya estaríamos realizando macrofotografía, pues el sujeto se representaría en su tamaño real.

De igual manera, si el sujeto tiene 5mm y se genera en el sensor una imagen de 25mm, estaríamos generando un mayor aumento que el tamaño real del objeto, puesto que $25:5 = 5$, generando una relación de reproducción 5:1.

La relación de reproducción se puede incrementar de tres maneras: a) usando lentes de aumento como: close up, lentes macro o inversión de lentes, b) extendiendo la longitud focal entre el sensor y el sujeto usando tubos de extensión o fuelles; y c) usando una combinación de las dos anteriores (Nieto F., 2015).



Fig 2. Ejemplos de macrofotografías con altas relaciones de reproducción. b) Relación de reproducción 2.5:1; y c) relación de reproducción 9:1. Fotos: Vladimir Carvajal L.



Fig 2. Ejemplos de macrofotografías con altas relaciones de reproducción. b) Relación de reproducción 2.5:1; y c) relación de reproducción 9:1. Fotos: Vladimir Carvajal L.

Aumentando el detalle

El detalle de una fotografía está relacionado con la profundidad de campo. Para aumentar la profundidad de campo cerramos el diafragma de la lente (Freeman M., 2004). No es conveniente cerrar por completo el diafragma porque genera distorsiones y aberraciones cromáticas.

Lo mejor es usar aperturas medias $f:8$ a $f:11$ y solo en casos extremos elevar este valor. Cuando los objetos son muy pequeños ni siquiera los diafragmas muy cerrados permiten obtener un enfoque adecuado. En este caso se puede utilizar la técnica de apilamiento, la que será motivo de otro artículo.

Para evitar la trepidación (fotos movidas), es necesario usar plataformas o trípodes sólidos; además es conveniente usar un cable de disparo, y si la cámara posee la opción, aplicar el espejo levantado para realizar la foto.



Fig 3. Ejemplo de escala referencial para determinar una relación de reproducción 1:1. Foto: Vladimir Carvajal L.

Algunos trucos

A la hora de tomar la fotografía es recomendable limpiar al sujeto con una brocha suave o una perilla de goma para soplar aire. Luego colocarlo en un soporte con un color oscuro para eliminarlo en la edición. También se debe colocar un fondo de color uniforme y mate para evitar el rebote de la luz.

El fondo es mejor que se encuentre separado entre diez a 15 cm del sujeto para generar un agradable difuminado.

Las correcciones de enfoque usualmente se realizan a través del ocular o de la pantalla de la cámara pero hacerlo es muy molesto y puede incurrir en mover o alterar el enfoque inicial.

Lo recomendable es usar la salida de video o HDMI si la cámara posee este puerto, para conectarla a un televisor o monitor y a partir de ahí realizar el muestreo y toma de la imagen.

Una ayuda muy significativa, es colocar una escala referencial que nos permita determinar longitudes y calcular la escala de reproducción del elemento registrado.

Si vamos a realizar microfotografías es necesario considerar que la calidad de las ópticas del microscopio incide mucho en el resultado, de tal manera que si podemos elegir el equipo estamos contribuyendo con un 50% a la obtención de buenas imágenes.

Por experiencia se recomienda que los equipos tengan lentes objetivos de tipo planar enfocados al infinito y que usualmente se los reconoce por presentar este símbolo.

Procuraremos cerrar el diafragma del microscopio y si es necesario agregar un filtro azul para mejorar el detalle.

Luego en la edición corregiremos la temperatura de la luz generada por las luces de tungsteno o luces led.

Si estamos usando una cámara compacta adherida mediante adaptador, deberemos usar el zoom para evitar el efecto túnel (viñeteo) y aplicaremos el temporizador para tomar de la fotografía y evitar la vibración (Nieto F., 2015).

Fig 4. Ejemplo de Microfotografía. Polen de *Pentacallia vaccinioides* (Asteraceae). Relación de reproducción 500:1. Foto: Vladimir Carvajal L.

El procesamiento

Otro factor que puede incidir en la fotografía es el procesamiento digital de la imagen. Fotos tomadas en formato JPG son de menor tamaño, pero tienen menores posibilidades de ser editadas; por ello, lo recomendable es tomar las imágenes en archivos RAW sin compresión. Este formato mantiene toda la información y características de la fotografía al momento de la toma. Ya procesada y con valores que nos satisfagan, la foto puede ser convertida a formato JPG, en distintos grados de compresión. Si se trata de una cámara compacta que no posee archivos RAW, se pueden guardar los archivos en el formato nativo y luego convertirlos a formato tif para editarlos.

Para la edición científica de las imágenes capturadas, a más del software propio de la cámara o de procesadores de fotografías como Photoshop o Gimp, podemos contar con programas tipo Open Source de mucha ayuda como Darktable o el super útil ImageJ, ideal para el análisis de imágenes científicas.

Reproducción de la fotografía

Para finalizar necesitamos que nuestra fotografía se publique, sea en un medio impreso o digital. Para ello, si la imagen va a un medio impreso lo óptimo es que esté calibrada a 200 ppp

(píxeles por pulgada), pero si va a ser publicada en una página web puede reproducirse perfectamente a 75 ppp. También es necesario realizar una prueba de impresión para verificar colores, luces y sombras, debido principalmente a que no estamos acostumbrados a calibrar nuestra pantalla de computador, la cual puede hallarse con intensidades de luz distintas, que nos hacen creer que los valores que vemos son los correctos.

Num.7-2016-Art.3 | Red Inalámbrica de Sensores basados en IPv6 para el monitoreo remoto de cultivos

Red Inalámbrica de Sensores basados en IPv6 para el monitoreo remoto de cultivos

Edison Tambaco-Suarez¹, Edgar Maya-Olalla^{1*}, Diego Peluffo-Ordoñez¹, Hernán Domínguez-Limaico¹, Jaime Michilena-Calderon¹

¹Universidad Técnica del Norte, FICA, Ibarra, Ecuador.

*Correspondiente: eamaya@utn.edu.ec

Una red inalámbrica de sensores o WSN (por sus siglas en inglés: Wireless Sensor Network) es una red inalámbrica de dispositivos de censado. Las WSN son sistemas distribuidos constituidos por dispositivos de bajo consumo de energía, con capacidades de censado y comunicación. A los dispositivos que

conforman dichas redes se les denominan nodos sensores o motas (motes) y están limitados en su capacidad computacional y de comunicación. Sin embargo, trabajan de forma colaborativa para llevar la información de un punto a otro de la red transmitiendo mensajes (Molina, 2010)

IPv6 es una versión actual del protocolo IP del modelo TCP/IP, diseñado para reemplazar a la versión 4 que tiene problemas con la cantidad de direcciones que posee (232 direcciones IPv4), lo que limita el crecimiento y uso del internet. Por otro lado, la versión 6 del protocolo IP posee una cantidad de direcciones inmensa (2128 direcciones IPv6), esto quiere decir que hay alrededor de $6,7 \times 10^{17}$ (670 mil billones) direcciones por milímetro cuadrado de la superficie de la Tierra.

Las características del nuevo protocolo en su versión 6, son la capacidad de direccionamiento extendido, simplificación de formato de cabecera y soporte mejorado para las extensiones y opciones.

La arquitectura del sistema propuesto, se subdivide en dos etapas principales que son:

La WSN: comprende de una topología de red mallada; los nodos sensores, nodo servidor y el sistema operativo embebido Contiki, un protocolo de enrutamiento RPL y una transmisión de datos a través del estándar IEEE 802.15.4.

La Nube (Cloud): comprende al gateway y la plataforma PAAS, específicamente la plataforma Openshift que tiene integrado un servidor web apache, una base de datos MySQL, un gestor de bases de datos phpMyAdmin y un lenguaje de programación PHP-HTML para el desarrollo de aplicaciones.



Fig. 1 Arquitectura del sistema

En la topología de red de la Fig. 1 se muestra la Arquitectura del sistema, la cual consta de 3 nodos sensores, un nodo

servidor, un Gateway y fuentes de alimentación a través de paneles solares; el esquema de conexión de energía DC del sistema se presenta en la Fig. 2



Fig. 2 Esquema de conexión de la fuente de energía DC al nodo sensor

Los dispositivos de hardware implantados son: ARDUINO UNO que opera con un voltaje de 12V (pudiendo operar con voltajes entre 6V y 20V), y a través de un SHIELD HOST USB acoplado al Arduino, se conectan y se alimentan los nodos sensores TelosB que operan con voltajes entre 2.1 V y 3.6 V.

Nodos Sensores: permiten la recolección y transmisión de los parámetros ambientales mediante el uso de sensores internos y externos, trabajando conjuntamente con un Arduino UNO, su shield USB y la fuente de energía solar (panel solar + regulador de voltaje + batería recargable).

Todos estos dispositivos están ubicados a 1.5 metros de altura y a una distancia promedio entre nodos de 50 metros, con el objetivo de mantener un nivel de comunicación óptimo entre nodos, en una área de monitoreo de 4700 metros cuadrados, como se aprecia en la Fig. 3; además, a los nodos sensores se los ha instalado dentro de una caja de protección con sus respectivas adecuaciones para que no sufran daños al colocarlos a la intemperie, tal como se muestra en la Fig. 4.



Fig. 3 Nodos sensores instalados



Fig. 4 Componentes de un nodo sensor debidamente conectados

En la Fig. 5 se muestra el hardware de un nodo donde se identifica el sensor de temperatura, así como los sensores de radiación solar.



Fig. 5 Identificación del sensor de temperatura y radiación solar en un nodo sensor instalado

La Fig. 6 presenta un sensor externo de humedad de suelo utilizado como nodo sensor, dentro para la arquitectura del sistema de monitoreo.

Nodo Servidor: el Servidor, a diferencia de los nodos sensores estará ubicado dentro de un espacio físico cubierto, protegido e interactuando directamente con el gateway para entregar los datos recibidos de sus nodos sensores., como se aprecia en la Fig. 7.



Fig. 6 Sensor externo de humedad del suelo



Fig. 7 Nodo Servidor conectado al Gateway

En la Fig. 8 se muestra la pantalla de gestión del nodo servidor donde se observa paquetes de datos receptados por dicho nodo.



Fig. 8 Paquetes receptados por el Nodo Servidor

Gateway: El Gateway, al igual que el nodo servidor estará ubicado como se observa en la Fig. 9, en un espacio físico cubierto, protegido, adherido a un monitor de visualización del sistema de monitoreo y funcionando como interfaz de comunicación entre la WSN/6LoWPAN y los servidores del sistema. Su fuente de energía será proporcionada por la red eléctrica AC a 110 V que posee la granja y una conexión inalámbrica a internet a través del AP CISCO con autenticación WPA2 que cubre el área de oficinas y ciertas aulas de la granja.



Fig. 9 Gateway instalado

Sistema de monitoreo: El sistema está montado en el gateway para el monitoreo local y replicado en una plataforma PAAS para el monitoreo remoto. El sistema siempre estará operativo, en espera de datos suministrados por la WSN/6LoWPAN para procesarlos y hacerlos visibles en su interfaz web.

En la arquitectura del sistema, se desarrolla un software que permite el monitoreo de las variables ambientales de los cultivos, la cual consta de un servidor web y una base de datos alojados en una plataforma PAAS, a la que los usuarios acceden bajo peticiones de autenticación para visualizar las mediciones



Fig. 10 Arquitectura del sistema de monitoreo

En la Fig. 10 se muestra la lógica para acceder al sistema de monitoreo ya sea de forma local o remota requiere:

- Contar con un dispositivo Smart (Smartphone, Tablet, Laptop, PC, etc.) que posea cualquier tipo de navegador

web (Firefox, Chrome, Safari, Opera, etc.), si se desea un monitoreo local se deberá estar conectado a la red interna de la granja y para un monitoreo remoto se deberá tener conexión a internet.

- Tener actualizado los complementos adobe flash player del navegador web a usar y cualquier otro complemento gráfico para poder visualizar la interfaz gráfica del software sin ningún inconveniente.
- Ingresar mediante un navegador web a la siguiente dirección web
`http://6lowpan.donweb-homeip.net:8080/6lowpan/` donde se desplegará una pantalla similar a la que se muestra en la Fig. 11.



Fig. 11 Interfaz de autenticación

Una vez autenticados se abre la interfaz de monitoreo de los nodos sensores, visualizando mediante gráficos representativos (desarrollados con plugins) de los diferentes valores monitoreados por cada nodo y extraídos de la base de datos del sistema, como se aprecia en la Fig. 12.



Fig. 12 Interfaz de monitoreo

El sistema permite realizar consultas en la base de datos y presentar informes del historial de las mediciones de los sensores, para una interpretación técnica por los administradores de los cultivos, de tal manera que les permita futuras toma de decisiones. Los reportes se los puede filtrar y exportar en un archivo de tipo PDF. En la Fig. 13 se muestra un ejemplo de consulta de historial de monitoreo.



Fig. 13 Consulta de historial de monitoreo

Las alarmas son las encargadas de enviar notificaciones de advertencia a él/los administradores por medio de correos electrónicos, identificando a que tipo corresponde y como se ha producido en las lecturas de la WSN/6LoWPAN de acuerdo a los valores límites de factores ambientales establecidos de acuerdo a lo que se desea monitorear.

El resultado de una consulta de alarmas, y las notificaciones se envía por correo electrónico.

Análisis costo – beneficio

Desde un punto de vista económico y social. Este análisis se realiza en base a los costos de inversión y beneficios obtenidos al desarrollar un proyecto.

El costo es la cantidad de inversión que requiere el proyecto, tanto en equipos, infraestructura e ingeniería.

Respecto a equipos se toma en cuenta todo el hardware que interviene en la WSN/6LoWPAN y el gateway, referenciando costos reales a nivel de consumidor final, los cuales se presentan en la Tabla 1.



Como costos de infraestructura se incluyen, el consumo de energía eléctrica por parte del gateway, las cajas y soportes de los nodos sensores y el costo de servicio de internet; los cuales se presentan en la Tabla 2. Cabe señalar que los ítems de consumo eléctrico y servicio de internet se excluyen por ser financiados por la universidad.



Los costos de ingeniería se consideran los honorarios de la persona encargada del diseño del sistema y el estudio de

campo, trabajo que es valorado de acuerdo a la dificultad de acceso y condiciones climáticas donde se ejecutará el proyecto.

En este caso, el costo de diseño se valora en 500 dólares mensuales, tomando en cuenta que será realizado por un egresado de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación, asimismo se considera el proceso de documentación del proyecto, lo cual es descrito en la Tabla 3



El beneficio en términos económicos, se entendería como ingresos monetarios directos que produciría el proyecto como tal; pero en este caso se interpretará a los beneficios en términos relacionales entre lo económico, social, educativo y ambiental, puesto que el proyecto influirá en la optimización de producción y cuidado de cultivos de ciclo corto, toma de decisiones oportunas en base a los datos de monitoreo (cálculo de la evapotranspiración de las plantas y programación de riego), ahorro de presupuesto (mantenimiento de cultivos solo cuando realmente se requiera), mejora de la calidad de cultivos y vinculación de los estudiantes y administradores de la granja con la tecnología y aplicarla a la agricultura (uso de las TICs en la educación).

En la Tabla 4 se detalla los beneficios estimados que se tendrá con la Red Inalámbrica de Sensores, basados en IPv6 para el monitoreo remoto de cultivos en la granja La Pradera de la Universidad Técnica del Norte.



Conclusiones

- El uso de redes inalámbricas de sensores en términos de monitoreo, no solo tienen impacto en la agricultura, sino también en ámbitos industriales, médicos, ambientales, etc. y aprovechando sus características como son el bajo consumo de energía, escalabilidad, alta durabilidad, alimentación por paneles solares, hacen de estas redes una alternativa ecológica, sin casi ningún impacto ambiental y costo accesible al momento de elegir las como solución a un determinado problema.
- Las herramientas de hardware que intervienen en el diseño del proyecto son orientadas a entornos libres, permitiendo una configuración y montaje flexible al momento de satisfacer las necesidades y cumplir con los objetivos del proyecto.
- Las herramientas de software utilizadas en el proyecto como las principales que son: Arduino IDE, Contiki, Apache, PHP y MySQL, son multiplataforma y permiten el desarrollo del proyecto en diferentes sistemas operativos.
- El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) permite modelar y documentar un sistema mediante la metodología que el desarrollador vea conveniente, lo que otorga una flexibilidad de elección y conveniencia en la metodología a usar para el modelado.
- La implementación de una red WSN/6LoWPAN para el monitoreo de cultivos, permite relacionar la agricultura con la electrónica y redes de comunicaciones de datos; incursionando así en una agricultura inteligente (smart

agriculture).

- Al diseñar la WSN/6LoWPAN se han preestablecido variables necesarias y suficientes para el monitoreo de cultivos de ciclo corto, pero si fuese el caso de agregar más variables de monitoreo, tanto el hardware como software son escalables y capaces de soportar mayor número de nodos y sensores.
- El uso de plantillas adaptativas en el diseño del software, se traduce en una ventaja para el usuario; así podrá visualizar los datos entregados por la WSN/6LoWPAN desde cualquier dispositivo inteligente que posea y tenga conexión a Internet.

Recomendaciones

- Instalar nodos sensores dentro del área de cobertura (menor a 120m) y aplicado a cultivos de ciclo corto de pequeño y mediano tamaño para evitar interferencia en la línea de vista entre nodos.
- Mantener un tiempo de monitoreo entre los 10 a 20 minutos, con el fin de incrementar el tiempo de vida de la batería en los nodos sensores y a su vez tener un menor número de datos almacenados en la base de datos.
- En el diseño de software, se recomienda usar la plataforma del tipo PAAS (Plataforma como servicio), ya

que se necesita tener acceso a internet para realizar cualquier modificación a la aplicación.

- Para optimizar el desempeño del proyecto, es necesario orientarlo a entornos protegidos y con factores ambientales alterables.
- Las WSN/6LoWPAN abarcan un estudio extenso por ello se sugiere revisar la bibliografía para profundizar la información.

Num.7-2016-Art.2 | Modelos de nicho: a dos décadas de sus inicios

Modelos de nicho: a dos décadas de sus inicios

Sania Ortega-Andrade*¹, H. Mauricio Ortega-Andrade², Octavio R. Rojas-Soto³

¹Universidad Técnica del Norte, FICAYA, Ibarra, Ecuador.

²Universidad Regional Amazónica-IKIAM, Cambio Global, Tena, Ecuador.

³Instituto de Ecología, A.C., INECOL, Xalapa, México.

*Correspondiente: smortega@utn.edu.ec

Aspectos históricos

Desde los orígenes de la civilización, los seres humanos desarrollaron herramientas para resolver los problemas que les planteaba el medio ambiente, así como sus problemas cotidianos; con ello se fueron creando cada vez más y mejores instrumentos, muchas veces a partir de procesos de sofisticación de los diseños ya existentes (Rogoff 2003). De esta manera se pasó, por dar un ejemplo concreto, del uso de piedras talladas para hacer flechas de cacería, hasta puntas aerodinámicas metálicas que eran lanzadas con arcos más potentes y ligeros (Lundborg 2013). En este sentido, los avances tecnológicos han sido una pieza fundamental para el continuo desarrollo evolutivo y cultural de la humanidad, que conforman las sociedades modernas en la actualidad (Richerson & Boyd 2008, UNESCO 2011). A su vez, cada avance tecnológico significativo, ha venido acompañado de cambios sociales que se han valido de dichas transformaciones para resolver problemas cada vez más complejos (Stone et al. 2006). Ejemplos de lo anterior hay muchos, desde el control del fuego que ocasionó un cambio en la dieta; la invención de la rueda y la agricultura, que permitieron el sedentarismo e intercambio comercial; el dominio y manejo del metal, con la consecuente formación y expansión de imperios y sistemas económicos dominantes; hasta saltos culturales tan importantes como la llegada del renacimiento, la revolución industrial, etc. (Quigley 1979). En pocas palabras, el desarrollo de la tecnología nos ha llevado hasta lo que somos hoy en día, promoviendo la creación de sofisticados instrumentos y aparatos que nos han permitido realizar vuelos espaciales, explorar las fronteras de nuestro sistema solar, o sumergirnos en los lechos marinos; inclusive llegar a explorar el microcosmos que existe en un organismo vivo.

Tecnología y conservación de la biodiversidad

Las ciencias naturales y ambientales no han sido excepciones del nivel de avance tecnológico logrado; un ejemplo de ello es el desarrollo de herramientas computacionales que permiten el

uso de Modelos de Nichos Ecológicos (MNE) de las especies. El nicho ecológico de una especie, puede expresarse como el conjunto de condiciones (climáticas y de interacciones con otras especies) donde una especie puede vivir (Grinnell 1917, Hutchinson 1957). Los nichos se representan en dos espacios: en un espacio ecológico-ambiental y en un espacio geográfico. En el primer caso, se pueden representar gráficamente hasta con tres dimensiones o variables ambientales, debido a la imposibilidad de abstraer visualmente cuatro o más variables. Sin embargo, los MNE permiten explorar diversas variables; es decir, en un espacio ecológico-ambiental multidimensional, donde se pueden analizar sus características, como su tamaño, su forma, su estructura, su posición, etc. En el espacio geográfico los nichos ecológicos se representan, en forma de mapas de presencia potencial de los nichos de las especies; es decir, donde existen las condiciones ambientales similares a las encontradas en las localidades de presencia donde se han registrado (Soberón y Peterson 2005, Franklin 2009, Peterson et al. 2011).

“Los MNE, han comenzado ha ser muy útiles para las ciencias naturales,

alcanzado una amplia gama de usos y aplicaciones en pro de la conservación ambiental”.

Los MNE son algoritmos, es decir; una secuencia de pasos e instrucciones lógicas que: 1) relacionan la información georreferenciada (coordenadas geográficas) de los sitios donde una especie ha sido registrada, con datos de variables ambientales digitalizadas en mapas, 2) reconstruyen los nichos ecológicos de las especies en el espacio ecológico-ambiental multidimensional, y 3) proyectan el nicho ecológico de regreso al espacio geográfico, donde se reconocen áreas en las cuales las condiciones ambientales son favorables para la especie (Peterson 2001, Martínez-Meyer 2005; Fig 1).



Fig 1. Esquema del proceso de Modelado de Nicho Ecológico (MNE). El modelado parte de la correlación entre las localidades de presencia de una especie, en combinación con información ambiental (provenientes del espacio geográfico), que permiten posteriormente y ya en un espacio ecológico el generar el nicho ecológico mediante un algoritmo de modelado, que finalmente es transferido nuevamente a la geografía en forma de mapa. Modificado de Martínez-Meyer (2005).

Este desarrollo teórico y tecnológico, ha comenzado a tener repercusiones fuertes en las ciencias naturales, alcanzado una amplia gama de usos y aplicaciones para el análisis de distintos aspectos de interés, que incluyen: 1) conocer la distribución geográfica potencial de las especies; 2) identificar los factores climáticos más influyentes en la distribución de las especies; 3) identificar las áreas con una mayor concentración de riqueza y endemismo; 4) analizar los efectos potenciales del cambio climático futuro; 5) identificar áreas de riesgo potencial de invasión de especies para su prevención o mitigación; 6) identificar áreas potenciales de reintroducción de especies; 7) establecer áreas de zoonosis por especies transmisoras de enfermedades emergentes; 8) entender los procesos ecológicos-evolutivos de las especies; 9) determinar la influencia del clima en la migración de las especies; 10) identificar áreas prioritarias para su conservación y su respectiva protección; etc. (Ortega-Andrade et al. 2015, Mota-Vargas & Rojas-Soto 2016). Un ejemplo de la explosión de uso de los MNE, se puede reflejar a través de una búsqueda en Google Académico (22 de septiembre de 2016) con las palabras clave de “ecological niche modeling”, el resultado fue de 6640 referencias documentadas en menos de 20 años de desarrollo.

Existe una pérdida acelerada de la diversidad genética, de especies y ecosistemas a escala global, estimando que la biodiversidad a nivel mundial está en crisis (Myers et al. 2000, World-Resources-Institute 2008, Nepstad et al. 2014). El Ecuador ha sido incluido en la lista de los 10 países más ricos en especies a nivel mundial, por lo que es considerado como país megadiverso (Josse 2001). Sin embargo, es también uno de los países con mayor proporción de especies consideradas amenazadas (Young et al. 2004, Bass et al. 2010, IUCN 2015). Si bien hemos avanzado en establecer criterios estandarizados para evaluar el estado de conservación de las especies a nivel mundial, el caso de los ecosistemas es aún prematuro (MAE 2013, IUCN 2015).

“La manera más simple de representar un nicho ecológico de una especie, es usando solo dos variables (dimensiones);

por ejemplo, los intervalos de temperatura (°C) y precipitación (mm de lluvia) asociadas a las localidades de presencia

donde una especie ha sido registrada; esto implica contar con la información geográfica de los sitios donde existe la especie (Fig 2).”



Fig 2. Interacción entre los dos espacios donde se reconstruye el nicho ecológico de una especie; en este caso se muestra la representación gráfica de las variables o dimensiones ambientales de precipitación (mm) y temperatura (°C) existentes del Archipiélago de Galápagos, Ecuador, en el espacio geográfico (izquierda) y su proyección en el espacio ecológico (derecha). El elipsoide azul en el espacio ambiental representa la reconstrucción del nicho

ecológico de la especie con un determinado algoritmo.

La difusión del modelado de nicho ecológico en Ecuador

Nuestro aporte en la enseñanza de esta técnica nació desde el 2014, con la intención de promover el MNE en investigaciones dentro del Ecuador, a través del primer Curso de Modelado de Nicho Ecológico con énfasis en cambio climático. En esta ocasión, la Universidad Técnica del Norte fue sede para la realización del III curso, del 29 de Agosto al 9 de septiembre de 2016 (Fig 3). Este curso se enfocó en la revisión e implementación de metodologías para generar modelos de nicho ecológico de manera sistemática y técnica, que permita abordar preguntas de investigación relacionadas con la distribución potencial de las especies y bajo escenarios futuros de cambio climático. Durante el curso se contó con la participación de biólogos, ecólogos, ingenieros, técnicos e investigadores de instituciones académicas públicas y privadas.



Fig 3. Estudiantes del III Curso de Modelado de Nicho Ecológico con énfasis en cambio climático-2016, desarrollado en la Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

“Es un gran reto para nuestro país, ya que el avance innovador del arte científico conceptual y metodológico de los MNE es tan rápido, como lo son los factores antropogénicos que están afectando a la biodiversidad”.

Aspiramos a que en el año 2017, en IKIAM Universidad Regional Amazónica, se consolide el grupo de investigadores, estudiantes y académicos que exploren y abarquen preguntas de investigación biológica; desde lo conceptual y de manera

empírica, a los MNE. Es un gran reto para nuestro país, ya que el avance innovador del arte científico conceptual y metodológico de los MNE es tan rápido, como lo son los factores antropogénicos que están afectando a la biodiversidad.

Num.7-2016-Art.1 | Power Map: Mapas interactivos e inmersión virtual con datos GEOGRÁFICOS

Power Map: Mapas interactivos e inmersión virtual con datos GEOGRÁFICOS

Alexander Guevara-Vega^{1*}, Cathy Guevara²

¹ Universidad Técnica del Norte, Desarrollo Tecnológico e Informático

² Universidad Técnica del Norte, FICA, Ibarra, Ecuador.

*Correspondiente: alexguevara@utn.edu.ec

Avanzar con la tecnología ha permitido dar vida a los datos geográficos, gracias a herramientas robustas que en la actualidad se dispone, sea de forma nativa como adhesión o repotenciando la funcionalidad de estas, así es el caso de Power Map un complemento de Microsoft Excel, hace que esta herramienta ofimática de trabajo cotidiano como hoja de cálculo permita visualizar en 3D, generando un descubrimiento de datos que no pueden ser observados en herramientas tradicionales generadores de información de tipo 2D.



Aplicación de un Tour Virtual con los datos geográficos generados en Power Map. Foto: <http://bit.ly/2kc7oHt>

Hoy en día las instituciones entienden la importancia en sus datos y mejor si son representados en mapas 3D, gracias a la creciente demanda de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El Objetivo es perfeccionar el análisis de información, para una mejor toma de decisiones más cerca a la realidad de cada institución.

La empresa Microsoft brinda en la actualidad una gama de soluciones inteligentes como Power BI, Power Map, Power View entre otras, para el análisis y presentación de información geográfica, creando modelos de datos sofisticados con vistas analíticas de datos interactivos y cinemáticos de información. Estas herramientas se encuentran disponibles para usuarios de Microsoft Office 2013, 2016 y Office 365.



Power Map permite generar inmersión en 3D y una experiencia interactiva de sus datos. Foto: <http://bit.ly/2kc7oHt>

Power Map, permite crear a partir de una captura de datos varias capas sobre una misma vista donde se debe seleccionar uno o más campos para georreferenciar los datos como (latitud, longitud, país, estado, provincia, ciudad, dirección, etc.); a muchos les puede surgir la pregunta ¿y para que quiero representar los datos geográficamente?, si nos detenemos y analizamos un momento podemos concluir que toda la información ocurre y se genera en algún lugar geográficamente, y es posible que todas nuestras bases de datos contenga esa información geográfica, aunque no les hayamos representado en un mapa.

Para ello Power Map brinda el potencial de tomar un campo geográfico y representar toda la información en un mapa 3D para Excel. Proporcionando una experiencia de inmersión virtual dentro de los resultados, que nunca se podría visualizar en tablas o gráficos tradicionales en 2D, creando una experiencia realmente interactiva.

Power Map ofrece distintas funcionalidades como:

- Mapas de datos.- Representa más de un millón de filas de datos en 3D con Bing Maps, y también visualiza los datos en columnas tridimensionales, gráficos circulares, esféricos y mapas de calor (Heatmap).
- Vistas desde distintas perspectivas.- Power Map genera distintas perspectivas a la hora de ver los datos cambiando el espacio geográfico, así como verlos en función del tiempo cambiando la fecha y la hora.
- Compartir historias.- Permite capturar escenas y construir tours cinematográficos, guías interactivas o de vídeo, que pueden ser compartidas fácilmente, haciendo del análisis de datos algo más atractivo para los usuarios.



La representación en 3D es realmente útil para la interpretación de un conjunto de datos denso y complicado. Por supuesto, también es posible convertir la representación en 2D, simplemente creando gráficos de burbujas y mirando hacia ellos directamente desde arriba.



Mapa Interactivo de Datos Biológicos, Herbario UTN.
Ilustraciones: Alex Guevara

Caso Herbario UTN

A partir de un registro de datos almacenados en un archivo en

formato CSV en un repositorio de la UTN.

Se generó mapas interactivos en 3D, para ello se desarrolló un esquema dentro de Power Map, poniendo énfasis en cómo puede ser presentada la información biológica de cada especie.

Primero, se tomó los datos por defecto, validando los datos geográficos y se construyó una visualización de datos 3D en bruto. El funcionamiento era algo sencillo pero a la vez robusto para entender la distribución geográfica de cada especie, el recorrido inicial representa una visión de los datos separados por especie y el reflejo de cómo se distribuyen geográficamente cada especie, agrupados por familia.

Para ver esto en 3D fue necesario pivotar la perspectiva, de forma que utilizando una serie de coordenadas X, Y se pudo obtener un conjunto sólido de datos que podían ser visualizados en Power Map.

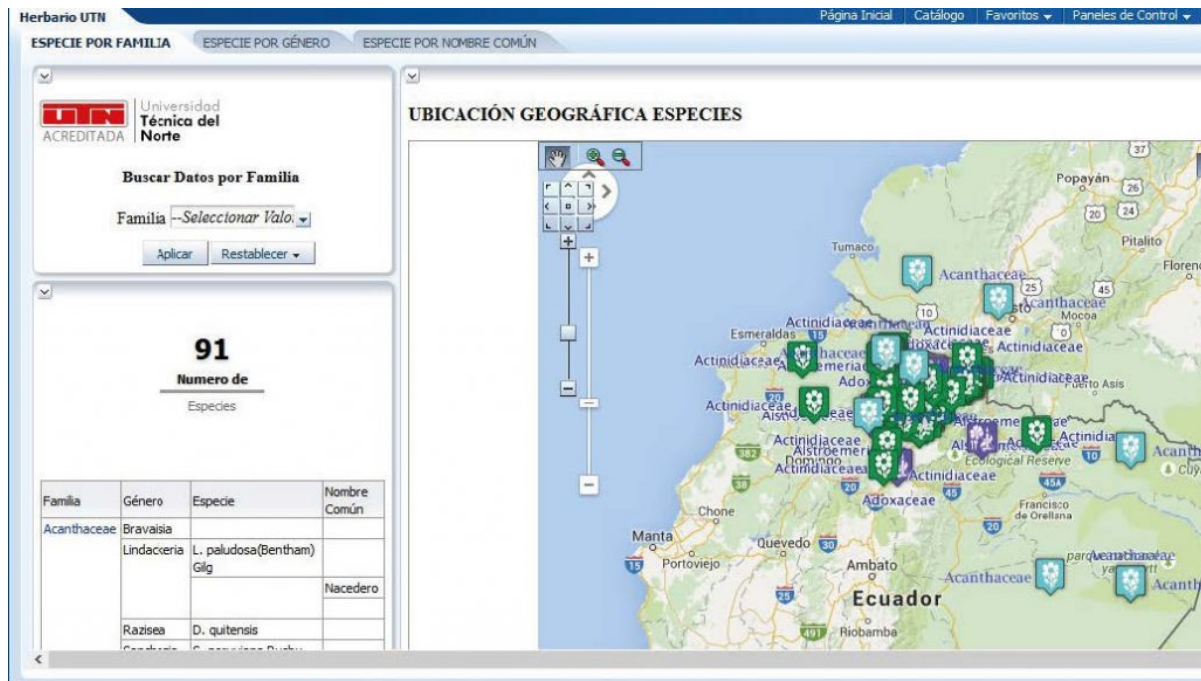
[Num.6-2016-Art.1 | Plataforma tecnológica para la gestión de datos biológicos, en la UTN](#)

Plataforma tecnológica para la gestión de datos biológicos, en la UTN

Alexander Guevara

Webmaster – Desarrollo Tecnológico e Informático UTN

alexguevara@utn.edu.ec



Plataforma de Gestion de Datos Biológicos Primarios UTN

La Universidad Técnica del Norte (UTN) cuenta con estudios de biodiversidad, conservación de recursos renovables y no renovables, estudios de prospección biológica, cuantificación y caracterización de especies biológicas, de distintos grupos taxonómicos; entre ellos podemos encontrar a animales, plantas, líquenes, hongos y microorganismos del Ecuador y la Antártida.

Los laboratorios y programas de investigación biológica y ambiental de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) tienen la necesidad de publicar información para generar conocimiento y redes de investigación. La falta de procesos bien definidos no permite el registro y publicación adecuado de datos biológicos; a futuro se prevé un aumento de estos datos, lo cual dificultará aún más este proceso que se centraliza a un bajo número de digitadores, investigadores y estudiantes, como consecuencia se genera cuellos de botella en el proceso de registro de especies, al utilizar un solo documento para la ingesta, acumulación de trabajo, pérdida de información, inseguridad, inconsistencia, duplicidad e integridad de la información y con ello limitaciones técnicas en la consultas simultáneas de

la información. Todos estos inconvenientes dificultan la integración y socialización con otras universidades, redes, ONGs, museos, herbarios u otras instituciones que permitan el intercambio de conocimientos, el enriquecimiento de la base de datos y el diálogo de saberes sobre el bioconocimiento.

El vacío de conocimiento generado se convierte en un obstáculo al momento de establecer redes de investigación, saber qué investigar, cómo, con quién y para qué hacerlo, dando lugar a que no exista una adecuada y eficiente administración, preservación, inventario, catalogación, exhibición, recuperación, almacenamiento, difusión e intercambio de información biológica con la comunidad científica y académica (Thomson, 2005), siendo lo más grave la fuga de información biológica científica a otras bases de datos internacionales, de este importante patrimonio natural para la humanidad.



Ornitóloga Roxie Laybourne en medio de la colección de aves en el Museo Nacional de Historia Natural (Smithsonian Institution)

Foto:

www.viraldiario.com/wp-

content/uploads/2016/04
/almacenes-
smithsonian-4.jpg

La necesidad de organizar, digitalizar y automatizar los datos, además de la colaboración para identificar los especímenes, ha hecho posible la creación de una plataforma tecnológica para la gestión de datos biológicos. Para su desarrollo se utilizó técnicas y metodologías de Ingeniería de Software como SCRUM la cual guió de forma ágil el proceso de desarrollo en todo su ciclo; además se analizaron estándares y protocolos de divulgación e intercambio de información biológica; modelos, arquitecturas, API de geolocalización, base de datos espaciales y modelos de sistemas Web.

La aplicación de la Ingeniería de Software permitió obtener una plataforma estandarizada acorde a los requerimientos y procesos de cada área biológica generando el fortalecimiento de la publicación y gestión de datos, además su uso generalizado contribuirá positivamente para la toma de decisiones en pro de la conservación ambiental.

International Union for Conservation of Nature (IUCN) afirma que se han descrito 1.8 millones de especies de un estimado de entre 5 a 30 millones de especies existentes (Hood, 2010)

Fortalezas de la Plataforma Tecnológica

- Permite la globalización de la información biológica, el resguardo de datos perecibles.
- Minimiza la fuga de información de nuestro patrimonio natural.
- Con la información almacenada en una base de datos es posible aplicar técnicas de Big Data y Data Science, lo que permite analizar e interpretar los datos biológicos.
- Apoya el modelamiento de la distribución de especies, biogeografía y comportamiento de especies.

- Permite generar estudios de proliferación de plagas mediante el uso de escenarios climáticos.

Bajo este contexto el desarrollar una solución tecnológica para la gestión de datos biológicos, permite disminuir la centralización de la información, mejorar el registro y publicación de los datos en tiempo real, que sea de acceso abierto; beneficiando a la sociedad en general. De esta forma se consigue la articulación entre la investigación y la educación; pilares importantes para el desarrollo de países como el nuestro, rico en diversidad biológica y cultural.