



CIENCIA MÁS TECNOLOGÍA

7 de noviembre de 2018 - Año 3, N.º 39



El canto de las aves da pistas para su conservación

El estudio de la comunicación acústica de las aves ha tomado auge en los últimos años. Esta área es de gran utilidad para la conservación de la avifauna, que le genera divisas al país y enfrenta amenazas para su supervivencia (págs. 2 y 3).



Las aves de las áreas urbanas enfrentan cada vez más problemas para comunicarse por medio del canto. Su adaptación a estos entornos es crucial para que no desaparezcan (foto cortesía de Mauricio Calderón).

Entre el “burumbum” de los motores, las aves no pueden conversar



Aprender a descifrar el canto de los pájaros, para conocer su comportamiento, ayudará en el futuro a conservarlos. Sus poblaciones son cada vez más vulnerables frente al avance de la urbanización.

Patricia Blanco Picado
patricia.blancopicado@ucr.ac.cr

¿Sabía usted que las aves emiten sonidos para comunicarse al igual que los humanos? Poseen sonidos para casi todo: para defender el territorio, para estar en contacto con la pareja y los pichones, para

avisar si hay depredadores a la vista y si hay comida.

El estudio de la comunicación acústica ha tomado auge en los últimos años gracias al avance de las tecnologías digitales. Esta área de la biología se encarga de indagar los sonidos que producen los animales y así poder desentrañar su comportamiento.

Las aves producen sonidos con el objetivo de comunicarse. No obstante, la avifauna que habita en las zonas urbanas tiene mayores problemas para entablar una comunicación, pues el ruido de los motores y de las máquinas que utilizan los humanos interfiere con sus funciones vitales.

Luis Sandoval Vargas, profesor e investigador de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica (UCR), se ha dedicado durante ocho años a estudiar

la comunicación acústica de algunas especies de aves de zonas urbanas, para comprender cómo hacen para sobrevivir las poblaciones que aún quedan en los pocos charrales y parches de vegetación en nuestras ciudades.

Este docente está convencido de que el estudio de la avifauna en los espacios ciudadanos es crucial para su conservación. “Las zonas naturales van a ir desapareciendo si no comprendemos cómo hacen las diferentes especies para sobrevivir, comunicarse y reproducirse en ambientes urbanos. Estamos dejando de lado la producción de información que va a ser útil para conservar las especies a largo plazo”, advirtió el especialista en bioacústica.

Datos del Instituto Costarricense de Turismo (ICT) revelan que del total de los

2 665 608 de turistas que visitaron el país durante el 2015, un 48 % realizó el viaje para observar aves. Con base en estas cifras, se estima que ingresaron a Costa Rica alrededor de \$4 000 millones por concepto de divisas como resultado del aviturismo. De ahí la relevancia de incentivar las investigaciones en ecología urbana como una forma de entender el impacto de los seres humanos sobre la supervivencia de los animales.

En la Escuela de Biología, existe el Laboratorio de Bioacústica, que ha logrado digitalizar más de 600 casetes de 30 minutos cada uno. Es la colección de sonidos más grande de Centroamérica al servicio de la investigación científica.



El especialista en comunicación acústica Luis Sandoval trabaja con el cuatro ojos de jupa negra (*Melospiza leucotis*), una especie nativa que vive en los charrales (foto cortesía de Mauricio Calderón).

Descifrar un lenguaje

Sandoval investiga dos especies: el cuatro ojos de jupa negra (*Melospiza leucotis*) y el sotorré cucarachero (*Troglodytes aedon*). El primero vive en los charrales y el segundo en los jardines y arbustos.

Cada vez que este profesor y sus estudiantes salen al campo, su principal tarea consiste en grabar los sonidos que producen esas aves y observar el comportamiento de respuesta asociado a esa acústica, para tratar de entender qué mensajes están transmitiendo.

Por ejemplo, explicó el experto, los pájaros envían llamadas de alerta mediante sonidos que producen. “Si yo voy por la calle y veo a un par de delincuentes en una esquina y me topo con una persona conocida, yo le digo: ‘cuidado, ahí hay unos delincuentes’. En las aves pasa lo mismo, si ellas ven un depredador emiten un sonido que las otras aves reconocen”, detalló.

Los científicos miden la frecuencia y la duración del sonido, en cambio, la entonación es muy difícil de medir. Sandoval cree que esta última está asociada a la identidad de cada individuo: “igual ocurre con el ser humano, solo con la entonación de la voz de alguien que conocemos sabemos de quién se trata”, puntualizó.

Las aves producen los sonidos con un órgano llamado siringe, también hay algunas

—como las cigüeñas y las garzas— que los emiten por medio de la garganta.

Igualmente, pueden producir sonidos mecánicos con las plumas de las alas, que los machos utilizan para cortejar a las hembras, es el caso de los colibríes. Por su parte, los carpinteros hacen un sonido en la madera para indicarle a otros individuos de su especie que esa es su casa y, cuando son escuchados, reciben respuesta.

Aves urbanas

En las ciudades, la comunicación de las aves encuentra cada vez más obstáculos. En horas de la mañana, cuando estas cantan, circula una gran cantidad de vehículos y las obliga a cantar más fuerte o a producir frecuencias más altas que las del ruido de los motores. “Esto es muy costoso para ellas desde el punto de vista energético”, explicó el biólogo.

Asimismo, la contaminación lumínica repercute en el ciclo de sueño de la avifauna, les genera estrés y tienden a padecer más enfermedades.

“Si no se pueden comunicar, no se van a poder reproducir o tener un territorio, y si hay un depredador y no se dieron cuenta se las van a comer”, advirtió el especialista.

El aislamiento es otro de los factores que está impactando de manera particular a las aves que viven en áreas urbanas,

ya que muchos de los individuos se han quedado confinados en pequeños espacios, sin estar conectados.

Esto ocurre con una de las especies que Sandoval estudia, el cuatro ojos de jupa negra. Los investigadores de la UCR han comprobado que existen poblaciones en el campus Rodrigo Facio y en las Instalaciones Deportivas, pero no hay nada en el medio que las comunique.

“Nunca me he encontrado a un individuo del campus Rodrigo Facio que yo haya anillado (colocado anillos en las patas) en las Instalaciones Deportivas o viceversa. Además, los cantos en ambos lugares son muy diferentes”, destacó el experto.

Según él, eso traería problemas a futuro, porque las aves no podrían reconocerse entre sí ni tampoco habría entrecruzamiento. Por ende, la variedad genética disminuiría. “Lo que vamos a tener es un montón de islas con poblaciones de estos animales, entonces no tendremos individuos que vuelen y, si uno se extingue, se extingue toda la población”, sentenció. ■



Menos aves en zonas urbanas

El reconocido ornitólogo Gary Stiles fue el primero en realizar muestreos sistemáticos de aves en la UCR, entre 1970 y 1989, y en elaborar categorías de abundancia. Sandoval y su grupo de investigativo han repetido el conteo de tales animales en años siguientes, en las tres fincas de esta universidad en San Pedro de Montes de Oca. El resultado ha sido la desaparición de especies o la disminución de su abundancia.

De 1990 al 2004: **66 especies** desaparecieron o disminuyeron su abundancia.

Del 2004 al 2014: **24 especies** desaparecieron o disminuyeron su abundancia.

Fuente: Dr. Luis Sandoval, Escuela de Biología de la UCR.



Una de las ventajas de los ultraligeros es que el piloto puede tomar decisiones en tiempo real y cambiar el plan de vuelo. En la imagen, el estudiante Daniel Chacón (con casco) realiza pruebas con el profesor Eduardo Calderón (foto: Laura Rodríguez).

Ultraligeros surcan el cielo con motores de diseño nacional



Profesores y estudiantes de Ingeniería Mecánica trabajan para perfeccionar el funcionamiento de motores aeronáuticos eléctricos.

Otto Salas Murillo
otto.salasmurillo@ucr.ac.cr

Una de las formas de investigar sobre las condiciones climáticas, medio ambiente y el comportamiento de la fauna y flora es hacerlo directamente desde el aire, mediante el uso de ultraligeros como parapentes y alas delta. Estos aparatos, gracias a un proyecto de la Escuela de Ingeniería Mecánica (EIM) de la Universidad de Costa Rica (UCR), tendrán características ecoamigables.

La iniciativa se basa en dos proyectos, el primero se denomina "Diseño, construcción e implementación de un motor eléctrico para propulsar ultraligeros" y el segundo se llama "Ultraligeros eléctricos: una propuesta para descarbonizar el transporte aéreo".

Esta idea surge de la mano del profesor Eduardo Calderón Obaldía y en ella se han involucrado hasta el momento casi 30 estudiantes, así como profesores de la EIM y de la Escuela de Ingeniería Eléctrica (EIE). Igualmente, ha dado como resultado dos tesis de licenciatura y un curso libre en la Escuela de Estudios Generales.

En nuestro país, la Dirección General de Aviación Civil, entidad encargada de reglamentar el tráfico de aire, posee una sección dedicada a los ultraligeros, en la que los

define como máquinas de transporte aéreo con un peso inferior a 750 kilogramos.

"Un parapente es una tela con forma aerodinámica que sujeta a un pasajero mediante un arnés y vuela utilizando motores o corrientes de aire, mientras que el ala delta es una estructura rígida tubular de aluminio aeronáutico (más resistente y liviano), compuesta por otro sistema aerodinámico que le permite volar con motores o corrientes de aire", detalló Calderón.

Motores innovadores

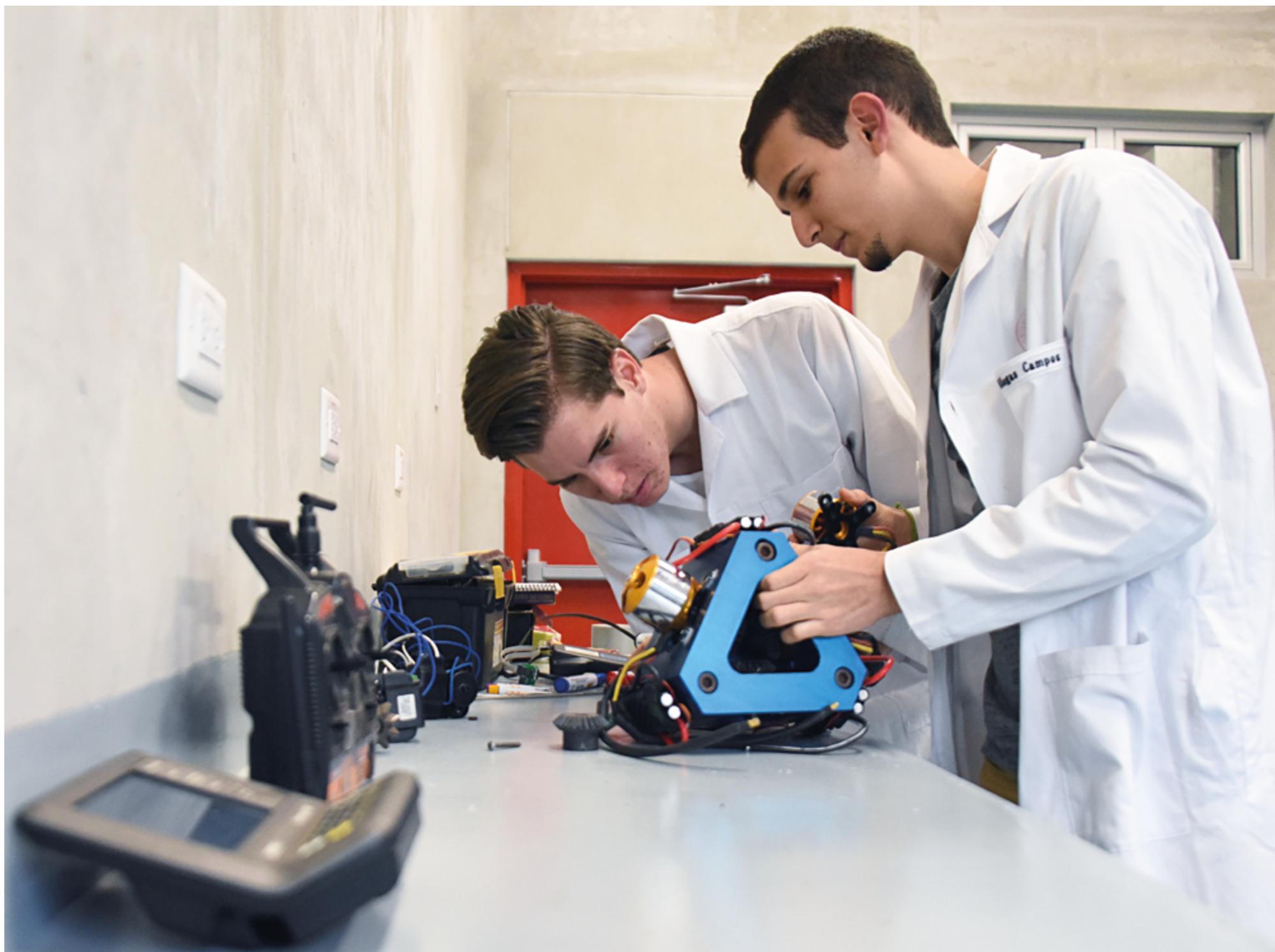
Los proyectos de la EIM pretenden crear ultraligeros impulsados con motores eléctricos, para no contaminar el ambiente, que sirvan como herramienta principal para

llevar a cabo múltiples trabajos de investigación en diferentes campos.

Calderón aseveró que Costa Rica, por su biodiversidad, tiene una gran área de estudio en el ámbito del medio ambiente, vida silvestre y prácticas agroeconómicas. "La forma más rápida y eficiente de hacerlo es por aire, de esa forma se logra medir las emisiones de dióxido de carbono, radiación ultravioleta, oxígeno y variaciones en la temperatura", explicó el ingeniero. Además, se puede analizar la migración animal, los cultivos o la tala de árboles.

Aunque lo anterior se realiza convencionalmente con aviones, helicópteros o satélites, es mejor utilizar aparatos de bajo costo y que no contaminen, añadió.

El estudiantado y Calderón han comparado el rendimiento de tres diferentes



Los estudiantes Daniel Chacón y Gabriel Villegas manipulan el motor eléctrico aeronáutico para ultraligeros, el cual es diseñado y construido en la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UCR (foto: Laura Rodríguez).

tipos de motores: combustión interna (usados regularmente en los ultraligeros), motores a reacción (turbina) y eléctricos. El objetivo es poder comprobar y afirmar con base científica que la eficiencia de estos últimos les otorga una gran ventaja sobre otras opciones.

“Me encantaría centrarme en el diseño mecánico de motores y análisis de perfiles aerodinámicos, pues son áreas que van a tener mucho impacto en el futuro”.

Daniel Chacón García,
estudiante de Ingeniería Mecánica

“Nos dimos a la tarea de construir un motor de combustión interna y lo adaptamos a fin de que nos diera la suficiente potencia para sostener el ultraligero en el aire, pero sabemos que son ineficientes y contaminantes. También, construimos una turbina, como la de un avión, pero a menor escala y con menos potencia, aunque con suficiente empuje para hacernos volar. Como resultado tenemos que produce mucho ruido (120 decibeles), debido a la expulsión de aire comprimido para generar más impulso, además contamina el aire pues usa queroseno como combustible”, describió Calderón.

Así es como pasaron a la siguiente tecnología: motores eléctricos. Estos son implementados regularmente en el transporte terrestre, pero poco a poco se están insertando en el aéreo, con un motor de última generación que no lleva carbones que producen fricción y calentamiento. Asimismo, es más eficiente, tiene poco peso y ofrece mucha más potencia, ya que está compuesto por tres motores eléctricos pequeños que producen tres caballos de fuerza cada uno (6 700 watts en total).

“Este motor tiene una configuración triangular y se le adapta una propela o hélice hecha con fibra de carbono. Lo hemos probado con sensores para medir la temperatura que genera, su eficiencia mecánica, la emisión de sulfuros de hidrógeno y monóxido de carbono, así como el desempeño de las dos baterías de ion de litio”, indicó Calderón.

Conocimiento sobre aeronáutica

El conocimiento que adquieren los estudiantes al realizar este tipo de trabajos resulta invaluable, pues parten desde la concepción misma de cómo es un motor, hasta su diseño y la elaboración de sus partes, para desechar modelos ineficientes y probar propuestas innovadoras.

El estudiante Carlos Campos Ramírez trabajó en estos proyectos por iniciativa personal, “así aprendo cómo manejar las herramientas en el campo de la aeronáutica y cómo funcionan los aparatos. Saber que

colaboré con una parte de esto es gratificante y puedo decir que estoy dándole algo a la carrera”, dijo.

Por su parte, Daniel Chacón García, también de la carrera de Ingeniería Mecánica, manifestó que su participación en los proyectos “representa la oportunidad de aprender sobre temas como el principio de sustentación, que es el que hace volar los aparatos, la parte mecánica al examinar y construir un motor, ver sus componentes y compararlos con otros modelos”.

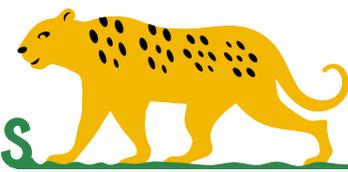
“Me encantaría centrarme en el diseño mecánico de motores y análisis de perfiles aerodinámicos, pues son áreas que van a tener mucho impacto en el futuro”, agregó.

Junto con el profesor Calderón, trabajan en este proyecto los universitarios Edgardo Rivera Matthey, Brynner Arguedas López, Gabriel Villegas Campos, Daniel Chacón García, Samantha Tasara, Isaac Méndez, Fabián Vega y Carlo Trejos, además de Campos y Chacón. ■



El corredor biológico Montes del Aguacate, ubicado en San Ramón de Alajuela, es gestionado por un comité local integrado por actores de las municipalidades, asociaciones y asadas de la zona (foto: Laura Rodríguez, foto jaguar cortesía de Panthera Costa Rica y Subcorredor Biológico Barbilla-Destierro).

Corredores biológicos son clave para salvar a los jaguares



Conectar entre sí las áreas de conservación es vital para el bienestar de esa y otras especies.

Paula Umaña González
paula.umana@ucr.ac.cr

Panthera onca es el nombre científico del jaguar, uno de los mamíferos más amenazados en el territorio mesoamericano. La caza y el conflicto con personas dedicadas a la ganadería son algunos de los peligros más latentes para este y otros felinos de Costa Rica. Además, como le ocurre a la mayoría de animales silvestres, la pérdida de su hábitat es la que surte los mayores efectos negativos para su población.

Por esto, las áreas silvestres protegidas se han constituido como el último refugio para muchas especies de mamíferos, de acuerdo con Melvin Cartín Núñez, biólogo de la Universidad de Costa Rica (UCR).

“No obstante, si estas áreas se manejan como islas separadas unas de otras, el esfuerzo en conservación hecho hasta el momento sería insuficiente, pues estos organismos requieren de grandes extensiones para movilizarse y muchas de las áreas silvestres protegidas no tienen el tamaño o los recursos necesarios (como alimento) para mantener poblaciones sanas”, explicó el experto.

Los corredores biológicos, sitios que articulan a las áreas protegidas entre sí, son de gran importancia al servir como “puentes” para los animales terrestres y brindar conectividad a los jaguares y otros felinos del país.

Según Eduardo Carrillo Jiménez, profesor e investigador del Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre (Icomvis) de la Universidad Nacional (UNA), los animales necesitan tener conectividad entre diferentes subpoblaciones.

“Si no hay conexión, esas poblaciones se van a aislar y eso produce problemas de

entrecruzamiento genético o si hay alguna catástrofe ambiental puede desaparecer la subpoblación, por ejemplo”, explicó.

De hecho, como parte de las estrategias para conservar a dichos seres, se pretende incrementar el conocimiento sobre la relación genética de las diversas poblaciones de jaguares a nivel continental y nacional, con el fin de conocer el vínculo de las subpoblaciones.

Diversos estudios han indicado que a lo largo de América del Sur y América Central, hasta extenderse a México, las poblaciones de jaguares han compartido sus genes. Por esto, llevar a cabo planes para protegerlos a nivel regional es el objetivo de varias organizaciones.

Corredores biológicos

Hace algún tiempo, una iniciativa conocida como Corredor Biológico Mesoamericano trató de darle conectividad a las

áreas protegidas en toda la región. Actualmente, la organización Panthera Costa Rica, dedicada a la conservación de felinos silvestres, le da continuidad mediante el Corredor del Jaguar, un programa que busca comunicar a la especie, a lo largo de seis millones de kilómetros cuadrados.

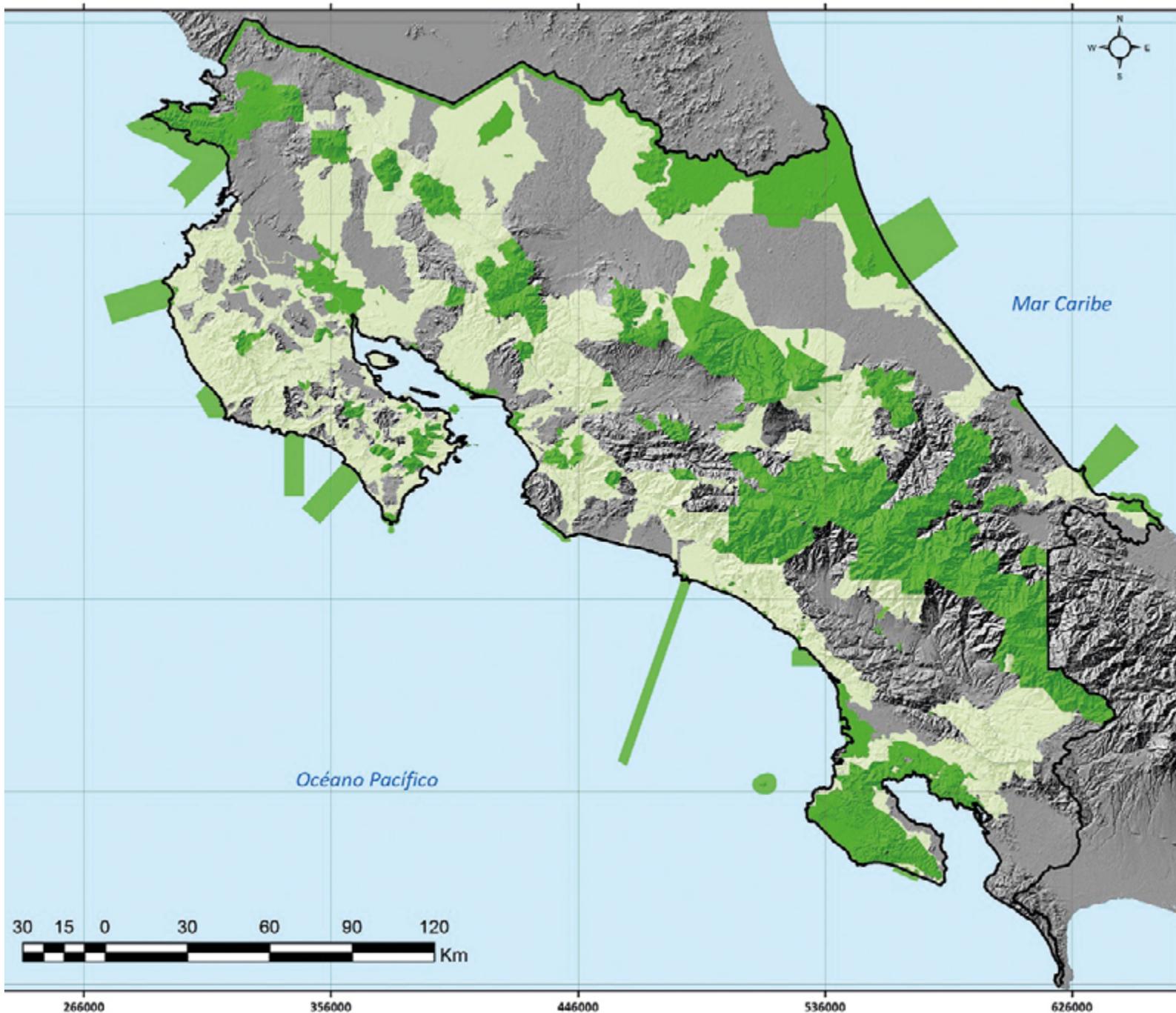
De acuerdo con Roberto Salom Pérez, director de la organización, la protección del jaguar funciona como “sombrija” para otras especies, al ser uno de los mamíferos más grandes del territorio.

“Al proteger al jaguar no solo estamos protegiendo a estos, sino a todas las otras especies que él necesita, a los bosques y a los servicios que nos dan a nosotros los humanos”, explicó Salom.

Con lo anterior coincide Carrillo, al recalcar que los jaguares se encuentran en lo más alto de la cadena alimenticia, por lo cual su presencia puede significar que los ecosistemas se encuentran sanos.

“El jaguar se utiliza como un indicador de la salud del bosque. Por eso, es tan

Corredores Biológicos y Áreas Protegidas de Costa Rica, 2016



Simbología

- Áreas Silvestres Protegidas
- Corredores Biológicos

Diagrama de Ubicación



Fuente:
Corredores Biológicos, SINAC, 2016
ASP, SINAC, 2016

Elaborado por: Departamento de Información y Regularización Territorial, Infraestructura de Datos Espaciales, SINAC



Los corredores biológicos en Costa Rica representan alrededor del 32 % del territorio nacional, de acuerdo con el Programa Nacional de Corredores Biológicos del Sinac (imagen cortesía del Sinac).

importante estudiar su ecología y sus poblaciones”, añadió Carrillo.

Algunos expertos calculan que en el país hay dos centenares de estos animales. Otros, prefieren ser más entusiastas y confían en que la cifra alcanza los 500 ejemplares, un número que tanto Carrillo como Salom apoyan.

Además, sus concentraciones varían mucho de una zona a otra, el Área de Conservación Guanacaste es el sitio donde más abundan. De acuerdo con Carrillo, en la región de Osa, en el sur del país, los ejemplares de jaguares han disminuido de forma considerable, producto de la caza furtiva.

Aunque los corredores biológicos son pensados para el paso de fauna de una área protegida a otra, algunas especies los convierten en un sitio para reproducirse y vivir.

Costa Rica cuenta con más de 40 corredores biológicos distribuidos en todo el territorio. Esto es considerado como la segunda estrategia de conservación más importante, en cuanto en territorio y alcance, del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac), por medio del Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB).

Para Jairo Sancho Rodríguez, coordinador del PNCB, el programa cumple con lo dispuesto internacionalmente en el proyecto del Corredor Biológico Mesoamericano y con los convenios suscritos por el Estado en la conservación de la vida silvestre.

En los monitoreos realizados con la ayuda de cámaras trampa en algunos sitios, como en el corredor Montes del Aguacate en San Ramón, se ha observado saínos, guatusas y pumas, animales que están utilizando los corredores biológicos como refugio permanente y no únicamente como puente.

Alianzas

El Sinac ha incluido en la estrategia a los actores locales, mediante plataformas participativas denominadas Comités Locales de Corredores Biológicos.

La mayoría de las zonas de conexión se encuentran en manos privadas (fincas, plantaciones, entre otros espacios). Por esto, se han generado alianzas con la población a través de proyectos de desarrollo económico y ecológicamente sustentables, así

como de apoyo técnico y de búsqueda de buenas prácticas productivas.

“Nosotros apoyamos a las comunidades y a los actores locales para que ellos gestionen estos corredores. El Sinac ha tenido que cambiar el disco y pensar no solo en la conservación, sino en también en el desarrollo económico, en el turismo local comunitario, en la producción y en darles capacidades a los pequeños empresarios”, explicó Sancho.

En algunos corredores biológicos del país se realizan proyectos como huertas comunitarias, lideradas por mujeres, que contribuyen a la economía local y al uso de prácticas sostenibles para el ambiente.

Entre los retos a los que se enfrenta el país, en cuanto a la protección de corredores biológicos, se encuentra la búsqueda de mecanismos de financiamiento para proyectos comunitarios y la voluntad de las personas a destinar sus territorios como lugares para proteger a la fauna.

Asimismo, las autoridades ambientales coinciden en que se debe promover el involucramiento de las municipalidades en la gestión y conservación de los recursos naturales. ■

¿Qué es un corredor biológico?

De acuerdo con la definición del Sinac, un corredor biológico es un territorio continental o marino-costero cuyo fin es dar conectividad entre áreas silvestres protegidas, así como entre paisajes, ecosistemas y hábitats naturales o modificados, ya sean rurales o urbanos, para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y de los procesos ecológicos y evolutivos.

Asimismo, estos espacios buscan promover la inversión social en conservación y su uso sostenible, a través de modelos de gobernanza compartida.



La mayoría de residuos generados por los costarricenses tiene como destino final los rellenos sanitarios, así como vertederos y botaderos a cielo abierto (foto cortesía de Fabián Campos).

Rellenos sanitarios: ¿una bomba de tiempo para el ambiente?



Malas prácticas en el manejo de residuos y poco control los convierten en una amenaza.

Paula Umaña González
paula.umana@ucr.ac.cr

El relleno sanitario es, a grandes rasgos, el método más utilizado en el país para la disposición final de los residuos sólidos y consiste en depositar en el suelo estos materiales, cubrirlos con una capa de tierra y compactar el material.

Estos sitios deben cumplir con principios básicos como el control de los líquidos y lixiviados, generados por el proceso de descomposición de los sólidos, así como de los gases producidos, sustancias que pueden generar daños a los mantos acuíferos y al ambiente.

Pero en algunos rellenos del país, la realidad es otra. Las irregularidades en su manejo amenazan con provocar accidentes ambientales y sociales, si no se toman a tiempo las medidas necesarias.

De acuerdo con la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la población debería seguir el sistema en jerarquía, en el que reducir al máximo la generación de estos materiales es el primer paso.

Así, la reutilización de los desechos, su valorización por medio del reciclaje, el tratamiento y la disposición de la menor cantidad posible de residuos son las acciones que deberían de cumplirse después.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos en educación ambiental y campañas de reciclaje de diversas organizaciones e insti-

tuciones, no se cumple esta normativa y los rellenos sanitarios se han convertido en el destino de todo tipo de residuos sólidos, incluyendo materiales peligrosos para el ambiente y la salud humana.

En Costa Rica, un 94 % de los desechos sólidos terminan en rellenos sanitarios, vertederos controlados o botaderos a cielo abierto.

Según expresó el abogado ambientalista Álvaro Sagot Rodríguez, una de las mayores consecuencias de un mal manejo de un relleno sanitario podría ser la contaminación de las fuentes de agua superficiales y subterráneas.

“Costa Rica está lleno de acuíferos, es un país rico en agua. Como de los rellenos sanitarios se generan lixiviados, hay peligro inminente de que se puedan generar daños en los acuíferos y no solo en las aguas superficiales, como ríos y quebradas”, explicó Sagot.

Inestabilidad de taludes

La inestabilidad de los taludes que se construyen en estos sitios de disposición final de desechos también constituyen un riesgo, pues ya se han presentado colapsos de material en algunos rellenos, como sucedió en el 2017 en el relleno de La Carpio, en San José.

“El año pasado, por el exceso de lluvia, un talud había precipitado y caído al río Virilla, lo que genera contaminación, ya no solamente focal, sino cuenca abajo. Esto podría incluso llegar al océano”, advirtió Sagot.

Al respecto, una investigación realizada por el experto en geotecnia de la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica (UCR), Fabián Campos Montero, demostró la inestabilidad de los taludes de un relleno sanitario ubicado en la provincia de Alajuela.

Campos, quien realizó el estudio para optar a su tesis de Licenciatura en Geología, planteó recomendaciones para buscar una solución al problema.

“Ese relleno comenzó a presentar problemas de inestabilidad, los residuos se empezaron a caer y los taludes que ellos cortaron para acomodarlos los dejaron mal diseñados. Entonces con el paso del tiempo, si se corta un talud y se deja con mucha inclinación, además de que los suelos son malos, los taludes se van a caer”, indicó el geólogo.

Tras diversos estudios geomecánicos, tanto en el suelo como en los residuos sólidos del lugar, Campos demostró la viabilidad de la continuación de las operaciones del relleno en condiciones de estabilidad, si se modifica la geometría de los taludes expuestos con inclinaciones máximas de 35 grados en los bancos inferiores y 40 grados en los bancos superiores.

El estudio también comprobó que si se utiliza una acumulación de desechos de 17 grados, de acuerdo con el Reglamento sobre Rellenos Sanitarios, es posible cubrir y estabilizar los taludes del sitio.

El experto aseguró que las acumulaciones de gases como el metano podría producir explosiones, lo cual ya sucedió en el lugar de estudio, que provocan el deslizamiento de gran cantidad de materiales.

Además, esta situación pone en peligro la seguridad de los trabajadores y de zonas pobladas ubicadas en los alrededores del relleno.

“La importancia de tener un buen control de los rellenos sanitarios, más allá de la estabilidad, es que tiene un impacto ambiental. Además, hay gente trabajando ahí y corren el peligro de que les caiga materiales encima y queden enterrados”, añadió.

Responsabilidades

Según Sagot, el control de los rellenos sanitarios es una responsabilidad compartida entre los actores que los manejan e instituciones públicas fiscalizadoras.

“Las municipalidades o las empresas privadas que manejan los rellenos sanitarios tienen el deber de fiscalizarlos, sin que esto se lo quiten a la Setena (Secretaría Técnica Nacional Ambiental) o al Ministerio de Salud, son responsabilidades compartidas. Aunque hay muchas caras de las cuales uno debería poder confiar, desgraciadamente hay irregularidades”, aseguró.

El agotamiento de los terrenos en donde se ubican los rellenos sanitarios, su administración deficiente, el escaso control y la falta de medidas para la gestión de los residuos han contribuido a que no existan soluciones adecuadas y seguras.

Por esto, la población también debe participar en las soluciones del problema y ejercer mayor control, plantear denuncias y hacer un uso más consciente de los residuos que genera diariamente. ■