



El zopilote es la especie que más muertes sufre en las carreteras estudiadas de Puntarenas, expresó el M.Sc. Carlos Pérez Reyes, investigador de la Sede del Pacífico (foto Laura Rodríguez).

## Estudio en la provincia de Puntarenas

# Zopilotes, iguanas y zorros son los que más mueren en carreteras

**¿Qué haría usted si le construyeran una carretera en medio de su casa? Eso es lo que hacemos los seres humanos con el resto de especies de animales. Abrimos carreteras en medio del bosque que contaminan y producen mucho ruido y que, además, provocan la muerte de gran cantidad de ellos en las vías del país.**

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

**C**on el fin de contabilizar cuántos animales y de cuáles especies mueren en las principales carreteras de la provincia de Puntarenas, el M.Sc. Carlos Pérez Reyes, investigador de la Sede del Pacífico de la Universidad de Costa Rica (UCR), realizó un estudio en el período 2012 y 2013 con la colaboración de estudiantes de la carrera de Turismo Ecológico.

La investigación comprendió las vías 17, 23, 27, 34 y 2, que comprenden desde Orotina hasta Paso Canoas, en la frontera con Panamá.

Según Pérez, la ecología de caminos es una disciplina con poco desarrollo en el país, aunque enfatizó que es muy necesaria debido a que existe gran cantidad de fauna silvestre asociada a las carreteras.



Otra de las especies con mayor mortalidad en las rutas de Puntarenas es la iguana, seguida del zorro pelón y el oso hormiguero (foto Laura Rodríguez).

“Los impactos que generan las carreteras en los animales son múltiples, especialmente la fragmentación de hábitats por la necesidad de trasladarnos y de mover los productos de un lugar a otro. Se parte la montaña sin considerar que allí viven muchos animales”, expresó.

Para la recolección de la información, los investigadores realizaron 15 viajes en vehículo a una velocidad menor a los 60 km/h y recorrieron en total 650 kilómetros. Trabajaron desde las 5:00 a.m. a las 7:00 p.m. y cuando encontraban un animal muerto en la vía, anotaban la posición geográfica, la fecha, la hora y la velocidad permitida.

Además, midieron a los animales y establecieron el sexo y la madurez: si se trataba de un adulto o de un juvenil.

Pérez explicó que en el análisis de la información establecieron la correlación entre la mortalidad de los animales con el volumen de tráfico de vehículos, analizaron los animales muertos por kilómetro por año y relacionaron la categoría carretera con el nivel de mortalidad.

## Los resultados

En total, se identificaron 155 individuos muertos durante un año, distribuidos en 33 especies, 23 familias, 13 órdenes y cinco clases, para un promedio de 0,014 individuos muertos por día.

De todas las rutas, la 34 (que va desde el peaje de Orotina hasta Palmar Norte) es la que arrojó mayor mortalidad de fauna silvestre. El 95 % de los animales muertos se encontraron en esta carretera.

Los animales que más mueren son los mamíferos, que representan el 41,83 % del total de las muertes, seguidos por los reptiles con el 23,53 % y las aves con el 32,68 %. En menor cantidad mueren los anfibios con 1,31 % y los malacostracos (cangrejos) con 0,65.

Las especies que más atropellos y muertes sufren son, en orden descendente: el zopilote (*Coragyps atratus*), la iguana (*Iguana iguana*), el zorro pelón (*Didelphis marsupialis*) y el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*). Las cuatro representan el 60 % de todos los animales muertos.

Otro de los resultados del estudio es que los animales mueren más en horas de la madrugada, principalmente en rutas rectilíneas, en donde el límite de velocidad permitida es de 60 km/h y en altitudes no mayores a los 50 metros sobre el nivel del mar.

“La alta velocidad es la responsable de los atropellos, por eso es que mueren más animales en línea recta, en donde los conductores se sienten más seguros y manejan más rápido”, indicó el investigador.

Durante los meses de noviembre, enero y abril, época en la que aumenta la afluencia de turismo al Pacífico central y sur, se produce la mayor cantidad de atropellos. Estos también son mayores en las áreas boscosas y de cultivos.

“Más vehículos en una zona en donde normalmente no pasan, genera un impacto importante en los animales. Ellos se acostumbran a cierta cantidad de carros, pero si les varían las condiciones, vienen los problemas”, indicó Pérez.

Otro dato del estudio es que la mayoría de los animales que mueren son adultos, especialmente los machos. Ello se debe a que los adultos tienen movimientos más lentos y torpes; además, los machos se desplazan en busca de pareja y de alimento.

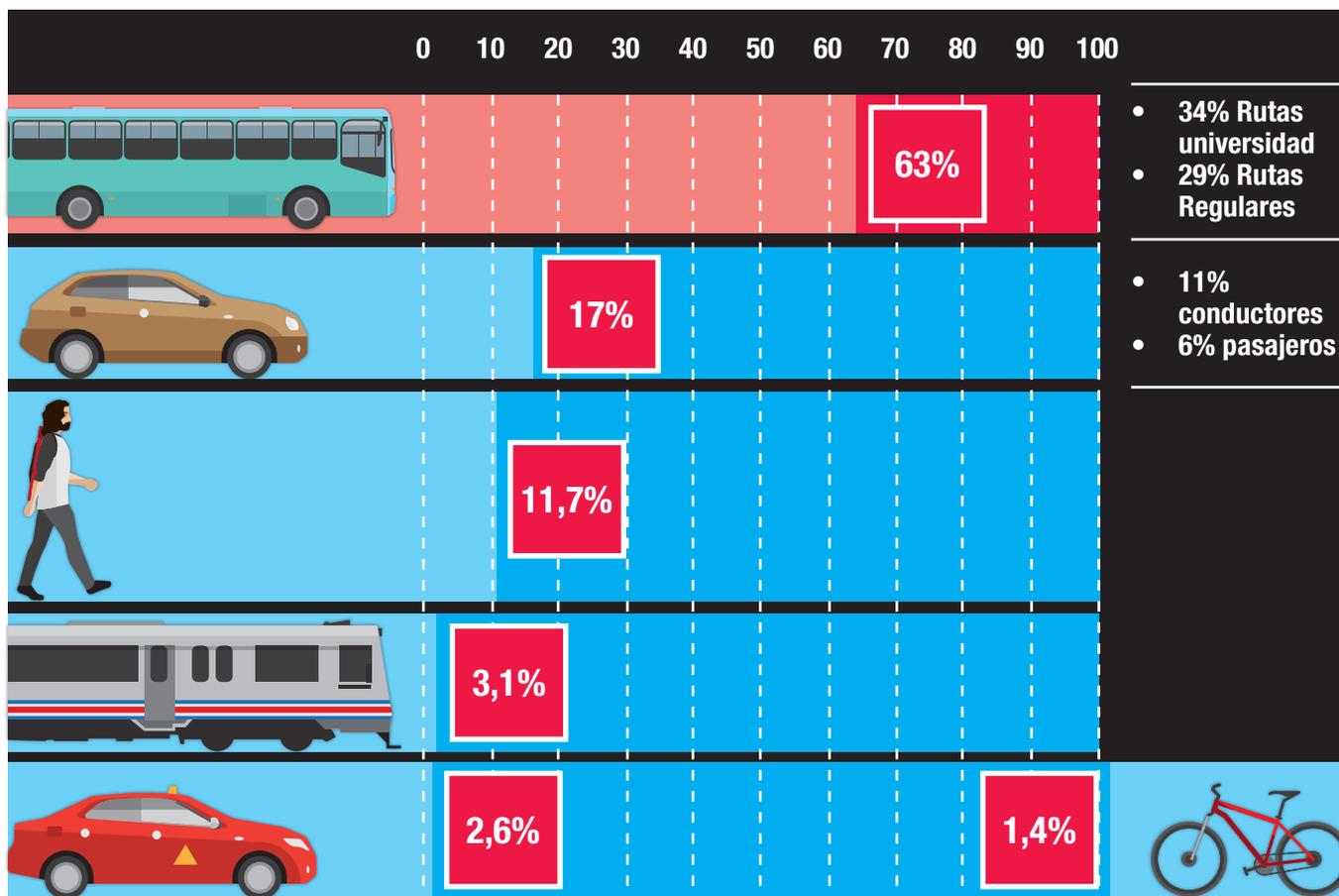
Una de las conclusiones del estudio es que existe un subregistro de los animales atropellados, debido a que algunas veces los cuerpos de estos desaparecen rápidamente de la carretera, lo que dificulta hacer una lectura completa de la situación.

## Algunas soluciones

La población puede contribuir a reducir las muertes de fauna silvestre en las vías, porque según el investigador de la Sede del Pacífico, “cada animal tiene una función importante en el ecosistema” y, por lo tanto, “cada muerte provoca un desequilibrio en la naturaleza”.

En otros países se han creado mecanismos para tratar de aminorar esta situación, los más efectivos han sido la colocación de vallas, reflectores para espantar a la fauna y barreras olfativas.

En Costa Rica se han colocado cuerdas aéreas con vegetación para el paso de los monos y túneles bajo la carretera, pero aún falta mucho por hacer, como señalizaciones, más pasos y monitoreos permanentes. En ese sentido, en próximas visitas Pérez y sus estudiantes distribuirán información de sensibilización e información a los conductores. ■



Las dos terceras partes de los viajes a la UCR se realizan en transporte público colectivo (fuente: Encuesta de Transporte 2013). Infografía: Pablo Porta.

## Distancia e ingreso: factores determinantes

Otro dato importante que se obtuvo en el estudio es que el 95 % de los encuestados se concentra en 29 cantones del país. Montes de Oca, San José, Goicoechea y Desamparados son los lugares donde habita más de una tercera parte de la población estudiada.

El 28 % vive a una distancia de entre dos y cinco kilómetros de la Sede Rodrigo Facio y alrededor de un 50 % vive a una distancia menor a 10 kilómetros. Aproximadamente el 30 % recorre 20 kilómetros o más de su casa a la UCR.

De acuerdo con los investigadores, la distancia entre el lugar de residencia y la UCR tiene una incidencia en la escogencia del modo de transporte.

“Las personas que caminan o viajan en bicicleta lo hacen porque viven cerca de la institución. Por el contrario, los usuarios de transporte público mencionaron que viajan de esta manera porque habitan lejos del campus”, precisó Jiménez.

La falta de vehículo y el no tener licencia de conducir son las principales razones por las cuales las personas entrevistadas utilizan el transporte público. También los usuarios de autobús y quienes caminan prefieren estos medios debido a razones económicas.

“El ingreso familiar tiene un efecto directo en el medio de transporte utilizado; por ejemplo, conforme aumenta el ingreso de la población también aumenta la proporción de viajes que realiza en transporte privado y disminuye la cantidad de viajes que se realizan caminando o en transporte público”, subrayó Hernández.

El 42 % de las personas encuestadas indicó que el ingreso familiar mensual es menor a ₡500 000. Este grupo poblacional representa el 13 % de los viajes reportados en automóvil. La mayoría de los viajes en este grupo se realiza en transporte público.

Por otro lado, el 5 % de las personas indicó que su ingreso familiar es mayor a ₡2 millones, grupo que representa el 27 % de los viajes en automóvil a la Universidad.

Quienes utilizan vehículo particular lo hacen mayoritariamente por rapidez y seguridad. Mientras tanto, la falta de rutas de autobús cercanas afecta a las personas que viajan en tren o como pasajeros en vehículos particulares.

El grupo de los ciclistas fue la única población que escogió la salud y la protección del ambiente como razones fundamentales para utilizar este medio de transporte.

La Encuesta de Transporte 2013 forma parte del apoyo que está brindando el Lanamme a la comisión de Movilidad Activa, con el objetivo de generar información y datos que sirvan de insumo para la toma de decisiones y la puesta en práctica de políticas que mejoren el transporte en la Sede Rodrigo Facio.

Se tiene planeado realizar este tipo de estudios de forma periódica y así generar tendencias en cuanto a patrones y características de movilidad de la comunidad universitaria. ■

## ¿Cómo se moviliza la población a la UCR?

**Dos terceras partes de los viajes a la Sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica (UCR) se realizan en transporte público colectivo, de acuerdo con la Encuesta de Transporte 2013, realizada por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (Lanamme) de ese centro de estudios.**

Andrea Marín Castro  
andrea.marin@ucr.ac.cr

**D**urante los últimos años, el tema de movilidad y transporte en la UCR ha sido de gran importancia, por lo que diversas instancias investigan y desarrollan estrategias acordes con la realidad de la comunidad universitaria.

En la actualidad no se cuenta con información detallada sobre la cantidad de personas que se desplazan diariamente al campus universitario y el impacto que esto representa en el transporte en el cantón de Montes de Oca.

La encuesta fue efectuada por el Programa de Infraestructura del Transporte

(Pitra) del Lanamme. Específicamente, el 63 % de los viajes se efectúa en autobús, el 17 % en vehículos particulares, el 12 % se moviliza a pie, el 3 % en tren y otro 3 % viaja en taxi. Solamente un 1 % lo hace en bicicleta.

Los ingenieros Henry Hernández Vega y Diana Jiménez Romero, quienes estuvieron a cargo del estudio, explicaron que el propósito de la encuesta fue caracterizar los viajes que se realizan a la Sede Rodrigo Facio de la UCR, para lograr un mejor entendimiento de los patrones de movilidad y de las necesidades de las personas que utilizan las instalaciones de esta institución.

“La idea es generar un diagnóstico y obtener información base que eventualmente podría servir a tomadores de decisiones. Además, en el futuro se podrán evaluar las diferentes políticas, determinar cuán exitosas han sido con el tiempo o ver los cambios en el comportamiento de las personas”, señaló Hernández.

Asimismo, los resultados obtenidos servirán de base para la elaboración de proyectos, recomendaciones y estrategias orientadas a mejorar la calidad de la experiencia del usuario.

Para obtener los datos se realizó una encuesta electrónica. La Oficina de Registro e Información (ORI) fue la instancia encargada de enviarla a los estudiantes,

mientras que la Oficina de Divulgación e Información (ODI) colaboró para hacerla llegar a docentes y administrativos.

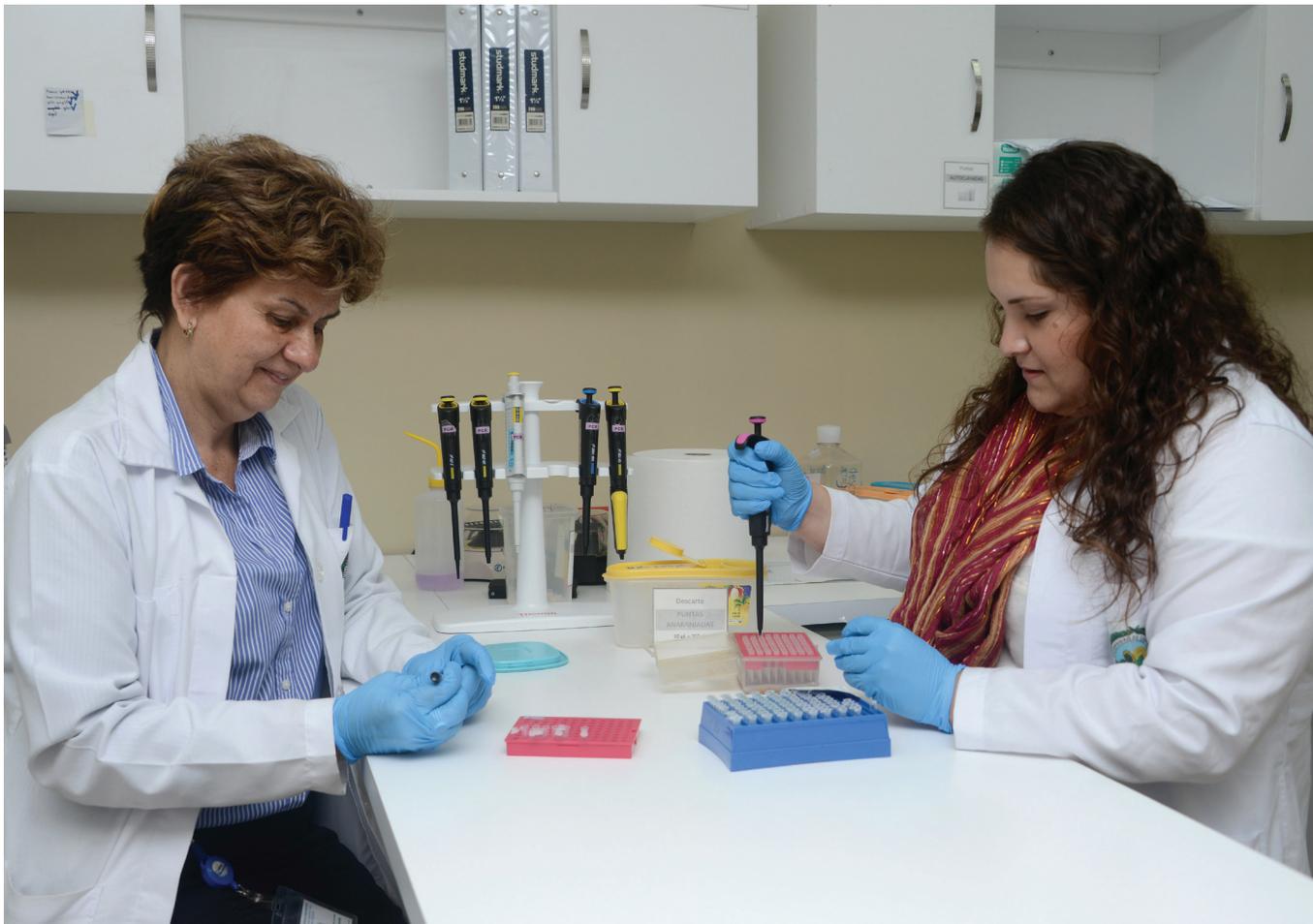
## Metodología

La encuesta se dividió en tres grupos de preguntas: información demográfica, preguntas sobre movilidad y preguntas sobre movilidad en bicicleta.

En total, 5306 personas ingresaron al portal de la encuesta electrónica y 3446 completaron todos los grupos de respuestas. Según manifestaron Jiménez y Hernández, para facilitar el procesamiento de los datos, se incluyeron las respuestas de los 1860 usuarios que respondieron el instrumento de forma parcial.

Entre las limitaciones del estudio, los investigadores identificaron que parte de la población universitaria quedó excluida, pues no forma parte de alguna de las bases de datos mediante las que se invitó a contestar el cuestionario. De igual manera, la participación fue voluntaria y no todos los usuarios del campus tienen acceso a correo electrónico o a Internet de forma periódica.

El 94 % de las personas encuestadas corresponde a estudiantes de la UCR y un 13 % a personal docente y administrativo; además, existe un porcentaje del estudiantado que también labora para la Universidad. El 53 % de las respuestas proceden de mujeres y un 47 % de hombres. Tres cuartas partes de los encuestados tienen edades entre 16 y 25 años, 17 % entre 25 y 35 años y un 8 % tiene más de 35 años.



Para las doctoras Lizbeth Salazar y Mariela Solano, investigadoras del Cihata, la espina bífida es una enfermedad multicausal, con posibles riesgos genéticos, pero que se puede prevenir con una alimentación saludable y buenos niveles de ácido fólico (foto: Laura Rodríguez).

## Cihata ahonda en mutaciones relacionadas con espina bífida

**La presencia de dos mutaciones relacionadas con una enzima llamada Metiltetrahidrofolato Reductasa (MTHFR) en madres y pacientes atendidos en la Clínica de Espina Bífida del Hospital Nacional de Niños (HNN) reveló un estudio reciente.**

Lidiette Guerrero Portilla  
lidiette.guerrero@ucr.ac.cr

El trabajo lo realizan las doctoras Mariela Solano Vargas y Lizbeth Salazar Sánchez, del Centro de Investigación en Hematología y Trastornos Afines (Cihata) de la Universidad de Costa Rica (UCR), en conjunto con la Dra. Ana Laura Jiménez, coordinadora de esa Clínica del HNN.

En total han estudiado 100 niños y niñas y sus respectivas madres, además del grupo control.

El objetivo es determinar si los casos de espina bífida del país son influenciados por las mutaciones C677T y A1298C y si encuentran el efecto potenciador del problema, cuando están presentes ambas mutaciones.

La espina bífida es una malformación congénita de la columna vertebral, producto de la falta de cierre del tubo neural. Puede presentarse en las vértebras cervicales, torácicas, lumbares o sacras, aunque la mayoría ocurre en el área lumbo-sacro.

Según la Dra. Jiménez, entre más abajo se encuentre la afección, menos problemas tendrá la persona para movilizarse.

La clínica especializada del HNN surgió en 1993 y atiende en forma interdisciplinaria y centralizada los casos severos de espina bífida, como es el mielomeningocele, una especie de quiste en la columna con nervios atrapados, que genera complicaciones, entre ellas problemas de vejiga neurogénica sin control de esfínteres, hidrocefalia y deficiencias motoras.

La Dra. Salazar estudió hace más de diez años las mutaciones de la enzima MTHFR en relación con la enfermedad cardiovascular y trombótica, y descubrió que son muy frecuentes en la población

costarricense (27 % del gen mutado en forma homocigota y 46 % en forma heterocigota).

Ahora las analiza en relación con los casos de espina bífida, porque esa enzima participa también en la metilación del ADN, y en caso de estar defectuosa puede generar alteraciones en la división o formación celular.

La mutación altera la síntesis de la enzima MTHFR y genera cambios bioquímicos, lo que produce un nivel mayor de homocisteína, que resulta tóxica para el feto.

### Presencia de mutaciones

Salazar y Solano ya analizaron todos los casos para la mutación C677T y esta es prevalente en la población de pacientes. Por ejemplo, de 71 pacientes analizados para la mutación C677T, 53 tenían el gen mutado y 18 no lo tenían.

Asimismo, determinaron que el 61 % de ellos tienen la mutación C677T en forma heterocigota y un 28 % en forma

homocigota, y un 28 % tiene la mutación A1298C en forma heterocigota.

Jiménez comentó que pese a que en Costa Rica la prevalencia de esa mutación C677T es muy alta, hasta el momento no han encontrado diferencia significativa entre los resultados de las personas del grupo control y las madres analizadas.

Por otra parte, las investigadoras estudiaron 18 diadas (hijos y madres) para ambas mutaciones, pero aún no han concluido los análisis estadísticos ni los datos específicos de la mutación A1298C.

Al concluir esta etapa iniciarán los estudios con otra mutación que codifica para la metilación del ADN, conocida como Aba66GMTRR.

La idea es llegar a saber si el hecho de tener dos o tres mutaciones incide en el nivel de afección de los pacientes.

### Importancia del ácido fólico

En Costa Rica, desde 1997 existe un plan de fortificación de alimentos con ácido fólico, porque se sabe que la deficiencia de esta vitamina produce un gran número de complicaciones durante el embarazo, con riesgo de malformaciones congénitas.

Se comenzó la fortificación con harina de trigo y se amplió a la harina de maíz, arroz y leche. Esto generó una reducción en un año de un 50 % en el número de casos de mielomeningocele. No obstante, anualmente se presentan alrededor de 30 casos nuevos.

Esta afección se genera en la cuarta semana de la formación del feto. "Al sospechar que está embarazada, la mujer consulta al médico y hasta ese momento le prescriben pastillas de ácido fólico, y ya para entonces ha pasado la formación del tubo neural", afirmó Solano.

"Por eso es que hay que tomar conciencia de la importancia de una buena alimentación y cuidados antes del embarazo", agregó.

Aunque en el Cihata analizan posibles factores de riesgo genético para esta enfermedad, es importante considerar que el elemento ambiental suma a lo genético.

En este sentido, a la Dra. Salazar le preocupa que mujeres jóvenes en edad reproductiva hacen dietas extremas y muchas veces no comen pan, arroz ni leche, pues temen engordarse. Si además no consumen productos que contienen vitaminas como frutas, espinacas, espárragos, brócoli, frijoles, garbanzos y lentejas, no estarían cumpliendo con los requerimientos diarios de 400 microgramos o 0,4 miligramos de ácido fólico.

Por esa razón, las investigadoras emprendieron un proyecto de acción social denominado *Promoción de la salud reproductiva*, en las comunidades de Tirrasas (Curridabat), San Pedro y Sabanilla (Montes de Oca) y Tres Ríos (La Unión) con la participación de estudiantes de la carrera de Promoción de la Salud de la UCR y 40 mujeres en cada comunidad.

Esperan capacitarlas sobre alimentación saludable, métodos anticonceptivos y enfermedades de transmisión sexual, entre otros, y que se conviertan en agentes multiplicadores de la información. ■



La Ley 9222 aporta una ruta de regulación y normalización que permite al Ministerio de Salud garantizar las buenas prácticas en el proceso de donación y trasplante, no solo de los centros de salud públicos, sino también de los privados (foto Rafael León).

## Trasplante de órganos y tejidos: Una apuesta por la vida

**Durante muchos años en Costa Rica se ha recurrido al trasplante de órganos y tejidos de donantes vivos. Sin embargo, cada día el número de estos es menor, lo cual ha favorecido la práctica ilícita de donación por parte de otras personas, en su mayoría procedentes del extranjero.**

*María Eugenia Fonseca Calvo  
maria.fonsecacalvo@ucr.ac.cr*

**Y** aunque se han realizado esfuerzos institucionales y de política pública en este campo, la dimensión del tráfico de personas y de órganos y tejidos humanos es muy profunda y requiere de más acciones colectivas.

La Dra. Andrea Acosta Solano, docente e investigadora de la Facultad de Derecho y experta en bioética, aseguró que la función del Derecho en relación con las cuestiones bioéticas se denomina biojurídica o biodercho, cuyo objeto es la preparación y

estudio de nuevas leyes y el seguimiento de las vigentes, para garantizar su debida fundamentación en la dignidad del ser humano y en el respeto y protección de la vida humana.

A criterio de Acosta, en materia de donación y trasplante de órganos, el principal problema bioético es el resguardo de la integridad psíquica del donador y de la gratuidad del acto, ya que la donación debe ser gratuita, libre y sin condicionamientos. No puede ser un acto obligatorio y por tanto es ilícito el comercio de órganos donde media precio y pago por alguien.

La Ley 9222 de Donación y Trasplante de Órganos y Tejidos Humanos, vigente desde el 22 de abril de 2014, le dio un giro total a la ley de 1994, que ya era obsoleta, detalló la investigadora.

La nueva ley aporta una ruta de regulación y normalización que permite que el Ministerio de Salud garantice las buenas prácticas en el proceso de donación y trasplante, no solo en el sistema estatal de seguridad social, sino también de los centros privados.

Además, protege la identidad del donante o el receptor de esos órganos, con el fin de garantizar a la familia donante o receptora que toda la información que

se genere al respecto será recolectada, tratada y custodiada de forma confidencial.

También prohíbe cualquier forma de gratificación o remuneración económica por la donación de órganos y tejidos humanos, con lo cual se aborda el tema del mercado negro existente.

Otra contribución de esta ley es la definición de los procedimientos médicos relacionados con la donación, extracción y trasplante de órganos, que no tienen costos económicos para el donante vivo ni para la familia del fallecido.

La nueva legislación sanciona la publicidad que promueva la solicitud de órganos o tejidos y estipula un protocolo sobre requisitos para el donante vivo, procedimientos administrativos para la donación, la obtención de órganos y tejidos provenientes de donadores fallecidos y los requisitos del receptor para la realización de un trasplante.

En la ley se crea la Secretaría Técnica de Donación y Trasplante de Órganos y Tejidos, adscrita al Consejo Nacional de Donación y Trasplante de Órganos y Tejidos del Ministerio de Salud, cuyo objetivo es coordinar las acciones con otras instancias del Ministerio y sectores relacionados.

### Extracción ilícita

La ley aplicable para perseguir el tráfico de órganos es la Ley contra la Trata de Personas y creación de la Coalición Nacional Contra el Tráfico Ilícito de Migrantes y la Trata de Personas, aprobada el 8 de febrero de 2013, la cual contempla la extracción ilícita de órganos. Con esta ley se reformó el Código Penal y se introdujo dicha práctica como delito.

También la Ley 9222, que reforma el artículo 384 bis del Código Penal, que sanciona con pena de prisión a quien venda o compre órganos, tejidos o fluidos humanos o los posea o transporte de forma ilícita, y crea el artículo 384 ter, que sanciona a quien realice la extracción de órganos sin el consentimiento del donador.

A criterio de la jurista, el sistema de trasplante de órganos trabaja sobre una premisa real: la donación de órganos es limitada. Muchos son los que necesitan un riñón o una córnea, pero son pocos los donadores. Por lo tanto, dicho sistema debe garantizar que la distribución de órganos responda a criterios de transparencia, justicia y objetividad y, en todo caso, a criterios médicos. Solo se acepta la donación altruista y desinteresada.

No obstante, Acosta afirmó que el tráfico de órganos es una acción criminal organizada de carácter transnacional destinada a proveer de órganos a las personas de alto poder adquisitivo, los cuales se consiguen a partir de personas pobres en situaciones desesperadas de hambre y miseria. En esta situación —enfaticó— siempre está de por medio un pago en

moneda por la obtención de los órganos.

Entre ambos grupos existen criminales capaces de los delitos más despiadados. En cambio, el donante vivo ofrece algo sin pedir nada a cambio para ayudar a alguien en situación vulnerable o de riesgo.

La Dra. Acosta aseguró que la extracción, donación y trasplante de órganos es una situación técnica, médica y jurídica, pero también una cuestión ética. Todo ser humano al margen de sus capacidades físicas, mentales o su edad, posee una dignidad humana intrínseca, agregó

### Realidad nacional

Por su parte, el Dr. Marvin Agüero Chinchilla, encargado del Programa Institucional de Donación y Trasplante de Órganos, Tejidos y Células de la Caja Costarricense de Seguro Social, indicó que la disponibilidad de sustituir un órgano por otro cada día es más baja, pues la ciencia ha aumentado la posibilidad de que un paciente crítico salga vivo de una unidad de cuidados intensivos.

Costa Rica es el primer país de América Latina en donde existe el trasplante de órganos y tejidos de donantes vivos. Mientras la tasa de donación cadavérica apenas alcanza un promedio de tres a cinco donaciones por millón de personas cadavéricas, la de donación viva supera el 29 por millón.

A juicio de Agüero, que las leyes anteriores a la ley 9222 favorecían la donación viva, lo cual llevó a reflexionar en torno a cómo fortalecer un reglamento para regular la práctica del donante extranjero en un país que promociona el turismo médico.

Sin embargo, para Agüero todavía queda un trabajo importante por hacer, que ya no solo vincula la práctica asistencial médica, sino una transversalidad de todas las disciplinas que aporten a la reglamentación de la ley, la política nacional sobre donación y trasplante y su implementación, y la participación social en los procesos. ■



El trasplante de córnea es uno de los más frecuentes que se realiza en Costa Rica (foto Rafael León).