

Modelos

matemáticos al servicio

de un transporte de carga
óptimo y humanizado

***Mathematical models that service an optimal
and humanized cargo transport***

**Investigación que crea herramientas
con información precisa para beneficio
de la comunidad, clientes, y empresarios.**



Por:

Margarita M. Llano Gil
margarita.llano@upb.edu.co

Fotos:

*Cortesía Grupo de investigación
Natalia Botero
Carolina Delgado Mesa*

La optimización del transporte ha sido una necesidad sentida en todas las culturas. Desde la Antigüedad, poblaciones e imperios buscaron las formas de desarrollar sistemas que beneficiaran su crecimiento. Los egipcios vieron en el Nilo la mejor manera de llevar pasajeros y todo tipo de mercancías, por lo que construyeron barcos con posibilidades de navegar a vela o con remos, carreteras paralelas a tan importante vía fluvial; y una infraestructura de transporte sólida que ya existía antes de la llegada de los griegos y los romanos. Por otra parte, el dicho "Todos los caminos conducen a Roma" se origina en la maravillosa red de vías terrestres construida para conectar la capital con todos los puntos del imperio (gran parte de dicha red todavía se utilizaba en Europa en el siglo XIX). Cada civilización aprovechó sus tecnologías para lograr una mejor movilidad. Si las velas y los remos fueron fundamentales para los egipcios, y la rueda para los romanos, hoy contamos con recursos tecnológicos avanzados que, bien utilizados, contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida.

Con esta preocupación en mente, el Grupo de Investigación en Sistemas Aplicados a la Industria (GISAII), de la UPB, liderado por el ingeniero industrial, magister en Ingeniería y doctorado en Ingeniería Electrónica, Javier Darío Fernández Ledesma, trabaja en dos componentes a saber, modelos de optimización y propuestas de logística. El objetivo es mejorar la movilidad de



Los investigadores buscan el uso eficiente de los recursos para el desarrollo social, ambiental, cultural y económico.

vías, peatones y carga, ejes fundamentales del desarrollo de la economía y el comercio. Se aprovechan las matemáticas, se traducen en algoritmos y así se optimizan las rutas para acortar la relación origen-destino.

Valiosa herramienta para predicciones y solución de problemas

Los investigadores crean y desarrollan propuestas eficientes, cuyo objetivo es aportar herramientas con información precisa que benefician a la comunidad, los clientes y los empresarios. Así, en el caso del envío de carga, al hacer el análisis se consideran las distintas opciones de vías, los tiempos, los costos de los peajes, el valor de los fletes y el gasto en gasolina, entre otros aspectos, para poder sugerir la mejor ruta y las posibles alternativas de soluciones en caso de que haya proble-

mas. Se hacen predicciones sobre el comportamiento del transporte. Aunque pareciera muy claro que el camino más fácil entre dos puntos es la línea recta, al sopesar todas las condiciones de nuestra realidad el algoritmo analiza el contexto del problema y muestra la ruta óptima, que no necesariamente es esa línea recta.

Un sencillo ejemplo pudiera aclarar el asunto. Una vez sale una tractomula con su carga, tiene posibilidades de encontrarse con un derrumbe en el camino. Con la información disponible, puede entonces resolver el problema de una manera más fácil, y aprovechar las alternativas que el programa le plantea, puesto que dicha herramienta aporta variadas informaciones precisas con el fin de mejorar la calidad del servicio.

Investigación y beneficios "de lo humano para lo humano"

Son tres las líneas de investigación que ayudan al mejoramiento de la competitividad en la cadena logística del transporte y al de la calidad de vida, ya que buscan el uso eficiente de los recursos de la región y las empresas: logística compartida, logística 4.0 y redes de sistemas complejos.

La primera beneficia tanto a empresas grandes como pequeñas. Aparte de lo ya descrito, con la ayuda tecnológica, se puede incluso compartir por ejemplo, la capacidad de un camión que no se está utilizando en su totalidad, y así completar la carga, por ejemplo, con aquello que una empresa menor necesite transportar. Podrían hacerse alianzas con base en la confianza de unos en otros. Las pequeñas industrias tienen la posibilidad de hacer seguimiento a ese transporte con una aplicación en su computador o celular. Todo esto aportaría a un cambio cultural, el de la confianza en los demás y en el uso de las tecnologías.



Se predice el comportamiento del transporte de carga y se proponen alternativas para solucionar posibles dificultades.



La logística 4.0 trabaja despachos a pequeñas distancias. Inspirada en el análisis del vuelo de los pájaros, que en sus recorridos cargan lo que necesitan y pueden. Entre otras características, la investigación plantea a futuro, la propuesta de un *software* que facilite el traslado, en drones, de órganos para trasplantes, sangre en emergencias y documentos que se necesiten con urgencia, entre otros, aprovechando algoritmos bioinspirados, *big data* e inteligencia artificial.

Por su parte, la línea de redes de sistemas complejos, según la coinvestigadora Laura Lotero Vélez, "plantea un nuevo paradigma, pues analiza el sistema en su complejidad; la conexión y dinámica de sus elementos". Estudia, por ejemplo, el caso que se da en un momento de congestión vehicular. Si bien es cierto que el tráfico en este caso, fluye con lentitud, hay momentos en que se detiene por completo. Es una manera de comprobar que el problema no es lineal, por lo tanto modelarlo es más complejo.

Como se ve, los hallazgos y propuestas buscan impactar en distintos ámbitos, pues contemplan componentes humanos, sociales, filosóficos y culturales, además del económico. Los resultados de este producto, registrado como *software*, se entregan a la comunidad de diferentes maneras: a la academia, en cursos; y a las empresas, el Estado y los transportadores de carga terrestre, en el *software* como tal. Lo primordial es mejorar la calidad de vida, al ahorrar tiempo y dinero en buenas condiciones de movilidad y, por lo tanto, contribuir a la conservación del medio ambiente.

En palabras del profesor Fernández, "no podemos seguir moviendo cargas solamente por las vías tradicionales. El desarrollo del país hay que pensarlo con nuevas formas y optimizando las existentes". Detrás de estos modelos matemáticos y algoritmos hay, pues, un componente ético que piensa en "lo humano para lo humano".



Interfaz del software desarrollado por los investigadores.

Un objetivo es ofrecer soluciones mediante la aplicación de herramientas avanzadas de investigación de operaciones e ingeniería de sistemas en el mejoramiento de la logística del transporte de carga.



Investigadores a cargo del proyecto: Laura Lotero Vélez y Javier Darío Fernández Ledesma.

Ficha técnica

Nombre del proyecto: Propuesta de un modelo para la optimización de la cadena logística del transporte de carga en Antioquia

Palabras clave: Optimización; Logística; Algoritmos; Transporte de carga; *Big data*; Inteligencia artificial

Grupo de Investigación: en Sistemas Aplicados a la Industria – GISAI –

Escuela: Ingenierías / **Seccional:** Medellín

Lider del proyecto: Javier Darío Fernández Ledesma

Correo electrónico: javier.fernandez@upb.edu.co

Investigan sobre la exposición a agentes zoonóticos

Pegadas

como garrapatas

Stick tight flea

Algunas enfermedades infecciosas frecuentes en animales también son reportadas en humanos y, por su desconocimiento, poca información hay de ellas. Esto dificulta los diagnósticos médicos acertados y oportunos para la atención y tratamiento de los pacientes.



Por:

Juan Fernando Muñoz Uribe
juan.munoz@upb.edu.co

Fotos:

Cortesía Grupo de investigación

Investigadores de los Grupos Biología de Sistemas y en Salud Pública, de la UPB; y del Grupo de Investigación Salud y Sostenibilidad, de la Universidad de Antioquia, con el apoyo de Colanta, Coletriunfo, la Asociación de Productores Agropecuarios de Puerto Nare (Apagronar), el Comité Regional de Ganaderos de Puerto Berrío (Coregan) y la financiación de Colciencias, realizaron entre 2014 y 2017 un estudio en Antioquia para obtener referentes epidemiológicos necesarios en el diagnóstico, la vigilancia, la educación y el control de la exposición a algunos microorganismos zoonóticos causantes de enfermedades que podrían estar asociadas a prácticas pecuarias como anaplasmosis, ehrlichiosis, enfermedad de Lyme, rickettsiosis y coxiellosis o fiebre Q, por lo general transmitidas por garrapatas y detectadas tanto en bovinos como en personas.

El trabajo de campo de los investigadores tuvo lugar en dos de las zonas de mayor producción ganadera de Antioquia: el Norte (ganado lechero) y el Magdalena Medio (ganado de cría, levante, engorde y ceba). En los municipios de Belmira, Entreríos, San Pedro de los Milagros, Puerto Berrío, Puerto Nare y Puerto Triunfo se practicaron muestreos de sangre a 332 personas dedicadas a la ganadería y 384 bovinos; además, fueron analizados especímenes de garrapatas recolectados en vacunos y en potreros.

Tanto el volumen como la variedad de enfermedades transmitidas por garrapatas están en aumento, con diferentes afecciones.

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC).



Labores de recolección de muestras de sangre de los bovinos durante la ejecución del proyecto de investigación.

El estudio practicado a animales y personas durante el trabajo de campo en 48 fincas ganaderas permitió deducir que hay poca información acerca del registro de enfermedades de ocurrencia frecuente entre animales, de posible hallazgo en las personas que conviven o trabajan con bovinos (zoonosis); además, también permitió concluir que puede haber confusión en el manejo y diagnóstico de pacientes cuando sus síntomas febriles son asociados a otras patologías más comunes en nuestro medio.

Las muestras de sangre analizadas de animales y personas evidenciaron la exposición de los individuos, en algún momento, a los microorganismos evaluados, y se hipotetiza que dicha infección pudo darse durante las labores pecuarias en el manejo directo de bovinos, como en el ordeño, el baño, la vacunación y el sacrificio de ganado, entre otras actividades, y que podrían también estar facilitando el contacto con las garrapatas como vectores de estos microorganismos.



Rickettsia, Ehrlichia, Anaplasma y Coxiella son microorganismos de vida intracelular que se creyó pertenecían a la misma familia. La ciencia descubrió que son bacterias distintas no relacionadas y que, por accidente, infectan al ser humano.

Pequeños transmisores de grandes enfermedades

Caracterizar y conocer a estos pequeños animales de los que tanto oímos hablar puede ayudarnos a prevenir diferentes enfermedades.



Se dividen en garrapatas blandas y duras de acuerdo con la forma y estructura del tejido que las recubre.



No saltan ni vuelan.



Se alimentan de sangre (ectoparásitos hematófagos) que obtienen de otros animales o del ser humano, que son sus hospedadores.



Obtienen su alimento de animales involucrados en la producción pecuaria, animales silvestres y de compañía.



Pueden ingerir microorganismos de la sangre de sus hospedadores y así convertirse en vectores de diferentes enfermedades.



Constituyen el principal vector de importancia veterinaria y el segundo de relevancia médica humana después de los mosquitos.

Prevenir las mordeduras



Durante actividades en campo use ropa de color claro, repelente y los pantalones dentro de las medias.



Revise su cuerpo haciendo énfasis en el cabello, detrás de las orejas, axilas, ombligo y en la región inguinal.



Revise periódicamente a sus mascotas.

Fuentes: Lina Andrea Gutiérrez Builes, Ph.D. - Docente investigadora / Juan Aicardo Segura, MSc - Estudiante de Doctorado en Ciencias Médicas. / www.scalibor.com.ar



Adulta
8 patas

Ciclo reproductivo

1 Huevo



2 Larva

6 patas.
Mide de 0.6 mm a 2 mm



3 Ninfa

Mide de 2.5 mm a 4 mm



4 Adulta

Hembra mide de 3 mm a 1.3 cm



El tamaño y la forma puede variar entre las diferentes especies.

En caso de ser mordido



Retire la garrapata preferiblemente con pinzas, asegurándose de agarrarla cerca de la piel para que no queden partes incrustadas.



Lávese las manos y desinfecte el área de la mordedura.



Consulte a su médico si luego de la mordedura presenta fiebre, dolor de cabeza, malestar y la piel está irritada o rojiza.



La UPB participó como ejecutora del proyecto, mientras que la Universidad de Antioquia y Colanta intervinieron en calidad de coinvestigadores.

Labores de muestreo de garrapatas en los bovinos durante la ejecución del proyecto de investigación.

Un aspecto importante observado por los investigadores fue la relación entre la huella serológica (identificación de anticuerpos en la sangre) detectada para la bacteria *Coxiella Burnetti* y el consumo de leche cruda y sus productos derivados. Las muestras de sangre indicaron la presencia de huella serológica de la exposición a microorganismos intracelulares transmitidos por garrapatas, no sólo en los animales evaluados, sino también en los humanos.

"La identificación de vectores como las garrapatas y la convivencia productiva entre animales y humanos podría potenciar la transmisión de enfermedades de origen bacteriano, viral y parasitario, con respecto a las cuales las instituciones de salud deberán asumir estrategias

Las zoonosis son enfermedades de los animales vertebrados que se transmiten naturalmente al hombre. De los 1.415 patógenos humanos conocidos en el mundo, 61 % son zoonóticos y por lo tanto tienen relación directa con las actividades de la salud pública veterinaria.
Centro Panamericano de Fiebre Aftosa (PANAFTOSA).

más puntuales y especializadas para el diagnóstico, la prevención, el control y la educación acerca de enfermedades que se dan en los animales y que son transmisibles a las personas durante las labores ocupacionales propias del contexto ganadero", dice la investigadora Lina Andrea Gutiérrez Builes.

Los resultados de la investigación constituyen el insumo para la obtención de referentes epidemiológicos que coadyuven a la implantación de programas de diagnóstico acertado, vigilancia, educación y control relacionados con enfermedades infecciosas de alto impacto en la salud pública en zonas de producción ganadera, tanto en animales como en personas.

Estos resultados desmitifican la creencia de que las garrapatas, al igual que otros agentes transmisores como los piojos y las pulgas, solo propagan enfermedades a los animales, y contribuirán a la constitución de una cultura de prevención y atención oportuna de enfermedades relacionadas con las actividades pecuarias a partir de mejores diagnósticos médicos con más información.

Antioquia es el departamento con mayor actividad ganadera bovina en el país (11,75 %), al superar a Córdoba (8,74 %), Casanare (7,93 %), Meta (7,38 %) y Caquetá (6,33 %) con mayor número de cabezas de ganado bovino. Reporte del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), 2017.



En las zonas estudiadas se llevaron a cabo toma de muestras de sangre y levantamiento de información, entre los habitantes dedicados a la ganadería.

Glosario de términos

Anaplasmosis / Ehrlichiosis: enfermedad producida por la mordedura de una garrapata infectada cuyos síntomas en humanos incluyen fiebre, dolor de cabeza, escalofríos y dolores musculares. Usualmente, aparece una o dos semanas después de la mordida.

Bovinos: perteneciente o relativo al toro o a la vaca.

Ceba: alimentación abundante que se da al ganado para que engorde.

Coxiellosis o fiebre Q: enfermedad causada por la bacteria *Coxiella burnetii*. Las personas se pueden infectar por la inhalación de polvo que ha sido contaminado por heces de animales infectados, orina, leche y productos de nacimiento. También, por medio de la mordedura de garrapatas infectadas. Algunas personas desarrollan síntomas parecidos a la gripe que incluyen fiebre, escalofríos, fatiga y dolor muscular.

Ectoparásitos: parásito que vive en la superficie de otro organismo.

Enfermedad de Lyme: se diagnostica en función de los síntomas (fiebre, dolor de cabeza, fatiga), los hallazgos físicos (erupción cutánea) y la posibilidad de exposición a garrapatas infectadas. Si no se trata, la infección puede extenderse a las articulaciones, el corazón y el sistema nervioso.

Microorganismo: organismo unicelular solo visible en el microscopio.

Pecuario: actividades relacionadas con el ganado.

Rickettsiosis: denominada fiebre maculosa de las Montañas Rocosas (RMSF), es una enfermedad bacteriana que se transmite por la picadura de una garrapata infectada con bacterias del género *Rickettsia*. Los síntomas incluyen fiebre, dolor de cabeza y sarpullido; puede ser mortal si no se trata temprano con el antibiótico adecuado.

Vector: agente que transporta algo de un lugar a otro.



Fuentes

<https://www.cdc.gov/anaplasmosis/index.html>
<https://www.cdc.gov/lyme/index.html>
<https://www.cdc.gov/rmsf/>
<https://www.cdc.gov/qfever/index.html>

Diccionario de la Real Academia Española
Lina Andrea Gutiérrez Builes, Ph. D. - Docente investigadora
Juan Aicardo Segura, MSc - Estudiante de Doctorado en Ciencias Médicas

Ficha técnica

Nombre del proyecto: Prevalencia de enfermedades emergentes zoonóticas asociadas con síndrome febril: anaplasmosis, borreliosis, ehrlichiosis, rickettsiosis y coxiellosis en zonas ganaderas de Antioquia.

Palabras clave: Zoonosis; Serología; Microscopía; Pruebas moleculares; Ganado; Humanos

Grupos de Investigación: Biología de Sistemas y G.I. en Salud Pública de la UPB; G.I. Salud y Sostenibilidad (Universidad de Antioquia) y Departamento de Asistencia Técnica de Colanta

Escuela: Ciencias de la salud

Seccional: Medellín

Líder del proyecto: Lina Andrea Gutiérrez Builes

Correo electrónico: lina.gutierrezb@upb.edu.co