

El lado salvaje de las nubes

Lluvias, tormentas, relámpagos... las nubes y su comportamiento son objeto de estudio por parte de profesionales en meteorología, quienes se concentran en descifrar sus misterios para hacer más fiables los pronósticos del clima. Págs. 2 y 3.



Foto Denis Castro Incera



Las nubes se forman básicamente por un proceso donde el Sol evapora el agua, esta asciende hacia la atmósfera en forma de vapor y a determinada altura se condensa, formando partículas de líquido que quedan suspendidas (foto Dennis Castro Incera).

Nubes Conformadoras del clima

Para los científicos estudiar las nubes es fundamental para el desarrollo de pronósticos del clima, para diseñar modelos sobre el impacto del cambio climático y para predecir la disponibilidad del recurso hídrico.

Karol Castro Ureña
karol.castrourena@ucr.ac.cr

Colgadas allá arriba, en el cielo, las nubes pueden parecer uno de los fenómenos más apacibles de la naturaleza, pero son mucho más que “algo lindo” que vemos cada vez que levantamos la cabeza hacia el Sol: las nubes cumplen un rol fundamental en la dinámica de la atmósfera y, por lo tanto, en el desarrollo del clima.

Sin embargo, su comportamiento y los posibles cambios en sus patrones constituyen una gran incertidumbre para los científicos en el contexto del calentamiento global y del cambio climático. De ahí que para el próximo 23 de marzo -fecha en la que se celebra el Día Meteorológico Mundial- el tema de fondo sea, precisamente, “Comprendiendo las Nubes”.

En esa misma fecha se lanzará una nueva versión del Atlas Internacional de Nubes, “la única referencia autorizada y más completa para identificarlas”, señala la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés) en la página Web del evento. Por primera vez este Atlas ha sido producido en formato digital.

Resulta fundamental para los científicos entender a las nubes para el pronóstico de las condiciones del clima, modelar los impactos del cambio

climático y predecir la disponibilidad del recurso hídrico.

“Hablamos de que juegan un papel importante en el transporte de energía de la Tierra a la atmósfera, en la precipitación, en el transporte de materia de un lado a otro y en todos los procesos de electrificación”, comenta el Dr. Germán Vidaurre Fallas, profesor de la Escuela de Física de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Las modificaciones en el clima influyen en el patrón de la nube, pues esta “es reflejo de la humedad existente en nuestro entorno”, explica por su parte Werner Stolz, jefe de Pronósticos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN).

En zonas que se caracterizan por ser muy secas y donde casi no hay fuentes de agua, no hay material para formar las nubes, “en esos lugares las noches son muy frías, porque al estar el cielo despejado todo el calor se pierde y los días son muy calientes porque al estar despejado el Sol golpea de forma directa”, señala el Dr. Vidaurre.

Naturaleza salvaje

Contrario a la idea más intuitiva que se puede tener de las nubes, estas no son formadas por partículas de gas (como el vapor de agua), sino por pequeñas gotitas de agua –de tamaño microscópico– suspendidas en la atmósfera.

Dependiendo de la altura y de la temperatura, en vez de gotas se pueden

formar cristales, “cuando uno ve un halo alrededor del Sol, esas son nubes que por estar tan altas y tan frías son formadas por cristales”, acota el Dr. Vidaurre.

Cuando las partículas de agua son muchas y han aumentado varias veces su tamaño se da el proceso de precipitación: la nube se encuentra muy cargada y por efecto de gravedad las gotas caen al suelo.

La precipitación depende de la dinámica que se da dentro de las nubes, se trata de la interacción química entre ellas, los aerosoles, los procesos físicos que empiezan a desarrollarse y de las oportunidades que encuentran las partículas de agua para alimentarse de la humedad de los alrededores, crecer y caer al suelo.

Como dato curioso, las nubes se ven blancas porque las gotas de agua que las forman dispersan y reflejan todos los colores que conforman la luz visible, cuando las nubes son muy densas la luz no puede atravesarlas completamente, de modo que adquieren tonos más grisáceos y oscuros.

Las nubes se forman básicamente por el ascenso, enfriamiento y condensación del vapor de agua, “es uno de los procesos más inteligentes y más interesantes que tiene la naturaleza”, enfatiza el Dr. Vidaurre. “En lugar de llevar una masa de agua y subirla, la naturaleza toma grupos de moléculas que se empiezan a mezclar y forman la nube”, agrega este experto en Física de la UCR.



Cuando las nubes son densas y gruesas la luz no puede atravesarlas por completo, por lo que adquieren tonos grisáceos y oscuros (foto Dennis Castro Incera).

“Las nubes, aunque se ven muy lindas, son salvajes, dinámicas, sumamente activas. Dentro de ellas existen montones de movimiento”.
Dr. Germán Vidaurre.

Muchos de los procesos eléctricos en la atmósfera también están controlados por las partículas de las nubes, las cuales funcionan como una capa en la que pueden existir rayos que van de la nube a la Tierra, en sentido inverso o de una nube a la otra. Las tormentas eléctricas son el resultado de nubes hiperactivas que poseen mucha energía y necesitan liberarla.

“Las nubes aunque se ven muy lindas son salvajes, dinámicas, sumamente activas; dentro de ellas existen montones de movimiento: gotas que bajan, suben, son arrastradas y a veces se congelan o se funden y forman líquido. Algunas se evaporan y se pierden completamente, otras son tan grandes que se precipitan”, describe el Dr. Vidaurre.

Variedad

Ninguna nube es igual, pero para clasificarlas es posible establecer patrones que dependen de varios elementos, entre ellos su origen, naturaleza, movilidad, forma o el nivel atmosférico que ocupan.

Costa Rica particularmente está caracterizada por las del tipo *cumulus*, “son como motitas de algodón que van subiendo. Ese es el típico caso donde la humedad del suelo que va subiendo se condensa y forma una nube, si producen precipitación ya tenemos un *nimbus*”, menciona el Dr. Germán Vidaurre.

Si se trata de altura entonces encontramos nubes bajas, de media altura y altas, de acuerdo con su forma; además de la *cumulos*, también se clasifican en estratos (cuando son capas largas y lisas) y *cumulos-estratos* que serían como capas de motitas de algodón.

El *cumulonimbus* es un tipo especial (nubes de desarrollo vertical), posee forma de montaña y es la que origina las tormentas, tornados o granizos; algunos suelen llamarla “la madre” o “el empujador” de las nubes.

No obstante, “la lluvia producida por las *cumulonimbus* es fundamental para la condición hidrológica del país, casi el 40% o 60% del agua que recibe Costa Rica viene de la Zona de Convergencia Intertropical (de baja presión atmosférica que produce lluvias), añadido a todos los procesos locales que también originan nubosidad”, añade Werner Stolz.

Ciencia viva

Las nubes son fundamentales para las observaciones y pronósticos meteorológicos que permiten comprender, de una mejor forma, los cambios en el clima y sus consecuencias, los que históricamente han determinado la vida del ser humano y su evolución.

Alrededor del mundo existen 26 centros regionales de formación meteorológica reconocidos por la WMO y el Departamento de Física Atmosférica, Oceánica y Planetaria de la Escuela de Física de la UCR es uno de ellos, y se imparte la carrera completa en Meteorología (bachillerato y licenciatura), una maestría en Ciencias de la Atmósfera y otra en Hidrología.

“Cuando vemos esto nos damos cuenta que estamos en una situación muy ventajosa y que tenemos cierta posición única, pero también nos pone en la necesidad de adaptarnos al país y a la región. Tenemos un programa académico muy alto, pero a veces dejamos de lado las necesidades que tiene la zona”, indica el Dr. Vidaurre, actual director de dicho Departamento.

Es por eso que la Escuela de Física busca reestructurar algunos aspectos de la carrera en Meteorología, de manera tal que puedan formar profesionales con las competencias y conocimientos de acuerdo con las necesidades del mercado nacional (como las del IMN), de la región y con las realidades del clima y del ambiente.

“Queremos ofrecerle al estudiante más variedad en las especializaciones (como calidad del aire, oceanografía, cambio climático) por las que pueda optar y hacerle conciencia sobre la importancia de la carrera, pues se viene a convertir en un profesional que propicia el desarrollo, salva vidas y ayuda al país”, apunta Vidaurre.

Para este año 2017 se realizará la apertura de una Maestría Profesional en Meteorología Operativa orientada a gestores, “la idea es que las personas que toman decisiones tengan un poco más de conocimiento y formación en

el área. Tiene una proyección nueva y esperamos que funcione bastante bien”, añade el Dr. Vidaurre.

Otro eje que vienen impulsando es el de proyección a nivel internacional y uno de los propósitos es recertificar al departamento ante la WMO: “nosotros podemos seguir ofreciendo cosas que ellos necesitan como capacitaciones, formación científica y tecnológica en el área y ver qué beneficios podemos obtener nosotros a partir de un acuerdo bilateral”, sostiene el Dr. Vidaurre.

Además de la física, la meteorología combina matemática, estadística y el conocimiento tecnológico, tanto para el uso como para el diseño de equipos, por eso para Werner Stolz las competencias que debe desarrollar actualmente un profesional en meteorología van de la mano con los cambios tecnológicos.

“Uno de ellos es por ejemplo el nuevo sistema satelital, la interpretación de imágenes satelitales y otra es la utilización, el análisis y modelación numérica del tiempo”, concluye Stolz.

La agricultura, la ganadería, el turismo y el monitoreo de eventos extremos como el reciente paso del huracán Otto por territorio costarricense son áreas que involucran el conocimiento en meteorología; para Stolz esto demuestra que la meteorología es fundamental para toda la planificación del país.

“Actualmente muchas instituciones como Acueductos y Alcantarillados (AyA) y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) toman en cuenta el pronóstico meteorológico de corto y largo plazo”, añade finalmente Stolz. ■

Notas breves



Petroleras amenazadas

El auge de los vehículos eléctricos y la consiguiente caída del consumo de petróleo son una seria amenaza para el sector petrolero a medio plazo, según un informe publicado por expertos de Carbon Tracker y el Instituto Grantham, ambos con sede en Londres.

La caída de los precios de los carros eléctricos y de las energías renovables podrían frenar la demanda de petróleo a partir de 2020, concluye el informe. Prevé que si el sector de los autos eléctricos sigue su ritmo de expansión actual, la demanda de petróleo podría caer en dos millones de barriles diarios en el 2025 y para el 2035 esa caída podría multiplicarse por cinco, en un mundo donde los vehículos movidos por electricidad representarían más del 30% del mercado.

El sector de la energía y el transporte por carretera representa la mitad del consumo de energías fósiles, por lo que el aumento de la energía solar y de los vehículos eléctricos tendrá un gran impacto en la demanda.

“Muy pocas compañías o instituciones de la industria energética están considerando el cambio que supondrá la explosión de esta tecnología y su crecimiento exponencial”, afirmó Luke Sussams, analista de Carbon Tracker, grupo financiero de investigación independiente.

Es el caso de BP, uno de los gigantes mundiales del petróleo y el gas, que recientemente afirmó en su informe anual que la demanda de crudo para combustible automotor seguirá creciendo más allá de 2035.

“Calculamos que a partir de 2020 los vehículos eléctricos serán más baratos que los de combustión fósil”, explicó Sussams. El modelo de cálculo de Carbon Tracker también parte de la hipótesis de un crecimiento rápido del sector y de la ausencia de obstáculos para su desarrollo.

En 2016 China, el mayor mercado del mundo para los coches eléctricos, vendió más de medio millón de vehículos.

En Europa, cinco grandes compañías energéticas perdieron cerca de \$105 000 millones entre 2008 y 2013 “porque no estaban preparadas para el crecimiento de un 8% de las energías renovables”, advirtió Sussams. ■

Fuente: AFP



Aditivo relacionado con cáncer

El dióxido de titanio, muy utilizado como aditivo para blanquear y lograr que los dentífricos y algunos dulces sean opacos, induce y promueve el crecimiento de lesiones precancerosas en las ratas, según un estudio realizado por el Instituto Nacional de la Investigación Agronómica de Francia y publicado por la revista británica *Scientific Reports*.

Esta sustancia, compuesta en un 45% por nanopartículas, penetra en las paredes del intestino de las ratas y provoca un descenso de la actividad de su sistema inmunológico.

Durante una exposición oral al producto durante más de 100 días, “el 40% de las ratas estudiadas presentaban lesiones precancerosas en el colon”, precisó Fabrice Pierre, coautor del estudio.

“Sobre la base de estos resultados, demostramos que la exposición oral al E171 (nomenclatura en la Unión Europea) inició y promovió el crecimiento de lesiones precancerosas en las ratas”, dijo Pierre.

“No se puede concluir sobre la base de este estudio en cuanto al carácter cancerígeno del E171”, agregó. Tampoco permite hacer una extrapolación al ser humano.

“En cambio, los datos acumulados sobre las fases precoces de la patología justificarán un estudio suplementario de dos años sobre la carcinogénesis (origen del cáncer), con lotes de 50 ratas machos y 50 hembras”, como lo estipulan los estándares internacionales de la investigación, agregó.

Las nanopartículas, por su parte, que miden un billonésimo de metro, o sea, 50 000 veces menos que el espesor de un cabello, tienen la capacidad de franquear barreras fisiológicas como las de los intestinos, cerebro y riñones.

La Organización Mundial de la Salud ha clasificado el dióxido de titanio como posible cancerígeno para el ser humano en caso de exposición al mismo por inhalación. ■

Fuente: AFP



Robots de todos los tiempos

Un cisne-reloj de hace 200 años y un robot que rezaba para Felipe II de España son dos de los autómatas expuestos por el Museo de la Ciencia de Londres. En una exposición de 100 robots, algunos antropomórficos, está el que tiene forma de monje y fue construido en el siglo XVI para el monarca español, capaz de rezar y levantar un crucifijo.

La muestra, que estará abierta al público al 3 de setiembre, pretende explicar por qué los seres humanos construyen máquinas que se les parecen y qué dice eso de sus temores y ambiciones.

“Una de las grandes dificultades a la hora de organizar una exposición como esta son las ideas preconcebidas de la gente sobre robots que vienen, destruyen el mundo y nos esclavizan”, dijo Ben Russell, comisario de la muestra.

“Una de las ventajas de dirigir una mirada lejana en el tiempo, como hemos hecho, es darse cuenta de que esos temores nos acompañan desde hace mucho, mucho tiempo”, agregó. Consideró que esos miedos son exagerados.

La robotización está cada vez más presente en el debate público. Un informe de la organización de análisis Reform predijo que 250 000 empleos del sector público británico podrían acabar en manos de robots en 15 años.

La inteligencia artificial también divide a la comunidad científica. El célebre astrofísico Stephen Hawking asegura que podría “ser la mejor o la peor cosa jamás ocurrida a la humanidad”. ■

Fuente: AFP

Foto: Museo de Ciencia de Londres

Jaime García González*

Excusa transgénica: Los activistas tienen la culpa

“La excusa es media hermana de la mentira”. Anónimo

Con preocupación leí en este suplemento (18/1/17) declaraciones de la Prof. Marta Valdez en relación con los cultivos transgénicos (CT), que por falsas, tendenciosas y respeto a los lectores me veo en la obligación de refutarlas.

Valdez asegura que los activistas han impedido aprovechar las oportunidades en el sector agrícola del uso de la biotecnología, al afirmar que: “nos quieren prohibir todo”, como si los activistas tuvieran la potestad de hacerlo.

¿Cómo es posible que la ciencia, la academia y los científicos, de quienes ella se atribuye su representación, no puedan hacerle frente a la “desinformación que ocasionan algunos grupos activistas”? Tal afirmación no es creíble, como tampoco lo es la temeraria afirmación que “la ciencia dice que es seguro, es evaluado, es incluso mejor que lo convencional”, ya que las evidencias indican lo contrario (goo.gl/jymWZH).

Igualmente falaz e ilógica es la afirmación: “En muchas instancias hay gente que se opone al uso de la biotecnología”, intentando así confundir a los lectores, haciéndoles creer que las personas que cuestionan las técnicas de manipulación genética (transgénesis) están en contra de la biotecnología, lo cual no es cierto por razones obvias. Es falaz utilizar ejemplos exitosos en biotecnología, para pretender el mismo éxito y seguridad con los CT (goo.gl/HV7xKd), cuando ello no es así.

Hechos no palabras. En la ciencia y la tecnología son los hechos los que hablan y no las promesas ni las buenas intenciones. En la UCR, desde 1990 no se ha logrado un solo cultivo transgénico que ofrecer a los agricultores, a pesar de contar con el apoyo de la administración y recursos externos. La tónica ha sido iniciar proyectos para luego abortarlos. ¿Acaso también por culpa de activistas a los que se refiere Valdez en sus declaraciones?

No es con artículos falaces, ni capacitaciones a educadores de secundaria y tomadores de decisiones, sobre las supuestas bondades de los CT, como pretende el proyecto Conare “Biotecnología para todos”, ni con la red de tecnocientíficos activistas RIGATrop que se obtendrán resultados diferentes a los fallos registrados.

De tener Valdez evidencia científica de sus afirmaciones, sería bueno que al menos citara sus referencias. La gente no se deja engañar fácilmente. Los resultados negativos son evidentes en los pocos países que se han aventurado a sembrar CT (goo.gl/h9XsrD).

Comentario al artículo “La biotecnología se abre paso en el país”, de la periodista Karol Castro Ureña, publicado en la edición del 18 de enero de 2017. ■

* Profesor Escuela de Biología



La especie *B. minusculum*, también presente en el país, es muy similar a la encontrada por Bogarín y Karremans en Cacho Negro. Sin embargo, el color blanco de la orquídea de Cacho Negro es una de las principales diferencias (foto: Diego Bogarín).

Cacho Negro: la orquídea escondida

La expedición a un volcán dormido y poco estudiado del país permitió el descubrimiento de un nuevo tipo de orquídea.

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

En el corazón del Parque Nacional Braulio Carrillo, en medio de la Cordillera Volcánica Central, podemos encontrar un viejo volcán inactivo de mediana altura (unos 2150 metros), conocido como Cacho Negro. A pesar de su cercanía al Valle Central, la región selvática en donde este coloso se ubica es de difícil acceso, por lo que ha sido poco estudiado por geólogos y especialistas de otras ramas de la ciencia.

En el año 2008, los investigadores del Jardín Botánico Lankester (JBL) de la Universidad de Costa Rica (UCR), Adam Karremans y Diego Bogarín Chaves, formaron parte de la primera expedición botánica que se realizó al lugar, junto a otros expertos en áreas de la biología y la vulcanología, para explorar la riqueza natural que el volcán y sus alrededores albergan.

A pesar de los retos que el irregular y vírgen terreno presentaba, el helicóptero

-la única manera en la que se pudo llegar a la zona- aterrizó frente a la cascada "10 de abril" del río Molejón, cerca de donde los científicos instalaron su campamento durante la semana de expedición.

En el viaje los botánicos tomaron muestras de algunas de las plantas para llevarlas al JBL y estudiarlas. Como resultado de casi ocho años de estudio, observación y comparación con otras especies, Karremans y Bogarín descubrieron una nueva especie de orquídea a la que bautizaron *Brachionidium cornu-nigrum* (cacho negro en latín).

Cornu-nigrum

La orquídea de Cacho Negro, que por el momento solo se conoce en Costa Rica, forma parte del género *Brachionidium*, constituido por alrededor de 80 especies que se extienden desde Guatemala a Bolivia y Brasil. Por su parte, en Costa Rica se conocen al menos diez especies de este género.

La mayoría de especies *Brachionidium* se encuentra en zonas montañosas o pendientes específicas. En las pronunciadas colinas de la Cordillera Volcánica Central, que atraviesan las provincias de Alajuela y Heredia, se ha registrado un gran número de especies de ese género.

Según indicó Karremans, la flor descrita e ilustrada por él y Bogarín "fue encontrada creciendo en viejos troncos en condiciones de sombra y es de hábito rastrero, una de sus principales características".

"La especie más similar a la encontrada es la *B. filamentosum* Luer & Hirtz, que se puede hallar en Panamá, Ecuador y Colombia, pero se distingue por los sépalos blancos y los pétalos y sépalos que son acuminados (que acaba en punta, disminuyendo de forma gradual) hasta un centímetro", explicó el investigador.

Trabajo minucioso

El estudio de una orquídea incluye diversas etapas: desde el trabajo de observación y recolección en el campo; el estudio y documentación con fotografías y dibujos, lo cual se realiza en el JBL; hasta la interpretación y comparación con otras especies para definir el género al que pertenece, revisión de bibliografía y conocer si la orquídea ya ha sido publicada.

Por esto, a pesar de que la expedición se llevó a cabo en el 2008, el descubrimiento de esta nueva especie de orquídea fue publicado en la revista científica *Systematic Botany* hasta el año pasado.

La descripción de nuevas orquídeas colabora tanto con la ampliación del registro científico de especies de plantas en el país y en el mundo, así como con el trabajo de conservación que realiza el Ministerio de Ambiente y Energía (Minae) en los distintos parques nacionales y áreas protegidas, al conocerse la diversidad de flora con la que cada uno cuenta.

Aunque no es posible evaluar la situación de toda la población de esta especie en donde fue encontrada, los investigadores afirman que "al ser una zona de difícil acceso y formar parte de un área protegida a nivel nacional, es muy probable que la especie se encuentre en buenas condiciones".

La planta fue llevada hasta las instalaciones del JBL, ubicado en Paraíso de Cartago, donde floreció. Sin embargo, no se cuenta con fotografías, ya que en el momento de la floración ambos investigadores se encontraban fuera del país.

No obstante, la flor fue conservada en formaldehído (una composición química que permite conservar la planta por tiempo indeterminado) por uno de los

trabajadores del Jardín, lo que permitió a Karremans y Bogarín realizar los estudios necesarios para la descripción de esta nueva orquídea.

El grupo de científicos que efectuó por vez primera una exploración volcánica y botánica en las faldas del cerro Cacho Negro estuvo conformado por Adam Karremans y Diego Bogarín, quienes trabajan con la flora de orquídeas del país; el vulcanólogo Eliécer Duarte González del Observatorio Vulcanológico y Sismológica de Costa Rica (Ovsicori), el guardaparques Miguel Ballester, del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC); el arquitecto e historiador Carlos Ossenbach, y Heinrich Neukirch, quienes organizaron la expedición; el camarógrafo José Ramírez; además del naturalista Luis Sáenz, y los expertos en montañismo Mauricio Odio y Say Gamboa. ■

Territorio vírgen

Entre los principales intereses de la expedición científica al cerro Cacho Negro se encontraba la exploración y documentación del coloso, uno de los volcanes desconocidos por la población costarricense.

Esta parte del estudio, a cargo de Eliécer Duarte, vulcanólogo del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (Ovsicori) de la Universidad Nacional, confirmó la existencia de un cono volcánico colapsado lateralmente, así como depósitos de dicah carta y restos de un domo -una especie de relieve suavemente ondulado y redondeado-, alterado por miles de años de condiciones meteorológicas extremas.

El volcán posee una forma cónica; sin embargo, hacia el noroeste presenta una especie de abertura de la cual desciende un río, que recoge a un gran número de quebradas que depositan sus aguas al fondo del cráter. El lugar paradisíaco muestra espectaculares cascadas al acercarse en la parte más profunda del volcán, ya que las paredes verticales que protegen su cráter varían entre 300 y 400 metros, conformadas por una densa cobertura vegetal: lianas, trepadoras, plantas rastreras, árboles y arbustos, según el informe realizado por Duarte.

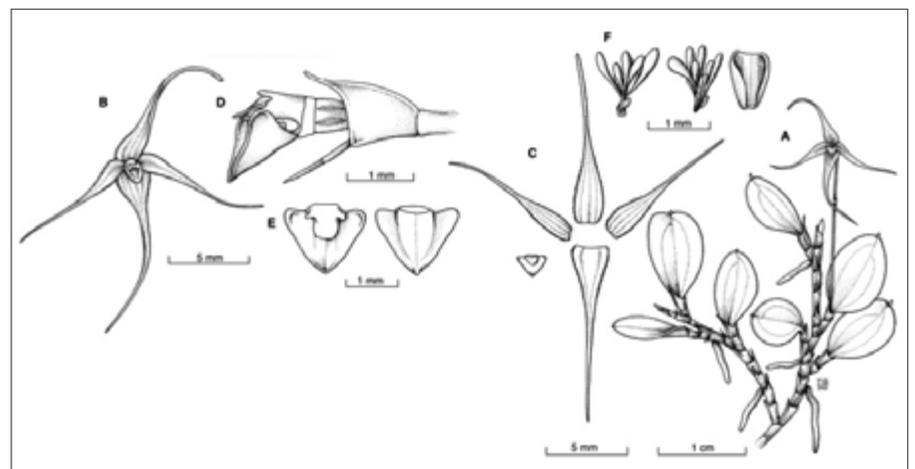


Ilustración realizada por los investigadores para describir la nueva especie *Brachionidium cornu-nigrum*.



Los residuos plásticos son los más abundantes en las playas estudiadas del Pacífico costarricense y en Limón (foto Laura Rodríguez).

Playas de plástico en Costa Rica

Los residuos plásticos son los desechos sólidos más abundantes en nuestras playas, ponen en peligro la salud de nuestros ecosistemas marinos y su belleza escénica.

Carlos Pérez Reyes
Máster en Biología, profesor de la Sede Regional del Pacífico UCR
carlos.perezreyes@ucr.ac.cr

Desde el año 2005 hasta la fecha hemos estudiado la caracterización de los residuos sólidos que aparecen en las playas del país. En estos 11 años, junto con mis estudiantes, hemos comprendido que la problemática de los residuos sólidos valorizantes y no valorizantes está acabando con la diversidad biológica, la salud pública y la estética de nuestras costas.

Con suma preocupación debemos mirar hacia el futuro, dado que no hemos solucionado sustancialmente el problema.

Caracterización

En un análisis realizado en 500 metros de la playa de Puntarenas durante un año completo, recolectamos 1548 kg de residuos sólidos, de los que el 40 % de estos corresponden a residuos valorizantes. Esto no sucede en otras playas del mundo, donde la mayoría corresponde a este tipo de residuo.

Por otro lado, en promedio, por cada 10 metros de playa logramos contabilizar 25 objetos, en contraposición a la norma internacional que establece que una playa

no contaminada debe contener cuatro objetos por cada 10 metros.

Los residuos plásticos son los más abundantes, seguido de las latas y los vidrios. Entre los residuos plásticos, los más abundantes fueron los plásticos PET que corresponden a envases de bebidas gaseosas y de agua, entre otros.

Proporcionalmente, este patrón se ha venido repitiendo en los diversos muestreos que se han realizado en Puntarenas centro, Punta Morales, Caldera, Golfito, Limón centro y Puerto Jiménez.

Otro hallazgo interesante fue considerar la marca de los residuos encontrados para determinar su responsabilidad social. El estudio de las marcas revela que los envases de Coca Cola fueron los más abundantes en las playas de Puntarenas, Huevo, Limón y Puerto Caldera.

Solamente en Punta Morales predominaron los envases de la Cervecería de Costa Rica, mientras que esta misma marca ocupó el segundo lugar en las playas de Puntarenas y Puerto Caldera.

Otras marcas como Numar predominaron en Playa Huevo y la Fábrica Nacional de Licores (Fanal) en la playa de Limón centro. La marca Big Cola fue la tercera en las playas de Puntarenas y Puerto Caldera y la Cervecería de Costa Rica fue la tercera en la playa de Cieneguita de Limón.

Corrientes marinas

Como parte del estudio también se ha hecho la comparación entre la cantidad de residuos por kilogramo encontrados durante la época lluviosa y la época seca. El análisis reveló que existen diferencias significativas entre ambas estaciones, siendo la de época lluviosa la de mayor registro.

Lo anterior está asociado a la precipitación y la velocidad de las corrientes marinas, lo cual favorece el arrastre de los materiales a la zona de duna de la playa. Por esta razón se localizaron más residuos en los meses de setiembre y octubre.

Estos datos no concuerdan con estudios similares en otros países, por ejemplo en Cuba, donde los meses de mayor aparición corresponden a la época de verano y de mayor afluencia de visitantes a las playas.

En Puntarenas, como en la gran mayoría de las playas de Costa Rica, la mayor cantidad de visitas ocurre en la época seca, lo que en definitiva no es una variable que incida en la lectura realizada.

Potencial reciclable

El análisis de los residuos valorizantes de la playa en el Laboratorio de Materiales del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) generó resultados positivos para la recuperación, dado que los plásticos no pierden su capacidad para los procesos posteriores de reciclaje.

No obstante, siempre se observaron variaciones importantes según el tipo de plástico: el plástico PET mostró mayor degradación por ser más delgado, mientras que los plásticos PP y HDPE conservan muy bien sus condiciones físicas y químicas a pesar de estar en el mar durante algún tiempo.

Definitivamente el reciclaje no es la solución, la acción de recuperar los residuos para reinsertarlos al sistema productivo no es eficiente como se piensa. No se recupera ni el 50 % de los plásticos que utiliza el consumidor. De nada vale hacer campañas de reciclaje si las empresas continúan empacando sus productos con plásticos de un solo uso o que a la postre no se van a degradar rápidamente, y deja en el proceso toxinas peligrosas en el tejido de organismos que consumimos y que afectan la salud de los seres humanos.

Son muchos los documentales que señalan que los humanos ya poseen estas sustancias en sus tejidos, lo que podría desencadenar enfermedades como cáncer y problemas reproductivos. De manera indirecta, los residuos en la playa facilitan la aparición de plagas como ratas, mosquitos y otros organismos, que repercuten en los presupuestos del Ministerio de Salud y la Caja Costarricense del Seguro Social.

El consumidor no está educado ni posee conciencia colectiva, y por años se le ha dado la enorme responsabilidad de manejar los residuos de un enorme ciclo productivo. En tan solo un minuto, un consumidor genera un residuo que durará hasta 500 años en desaparecer.

Hoy se cuentan con cinco islas de plástico en los océanos del mundo y es de esperar que en un futuro no muy lejano, se forme una sola masa continental.

Soluciones

Cada día se producen nuevos plásticos que serán eliminados al ambiente y pocos de ellos volverán a las empresas para ser reutilizados, residuos que se agregarán a nuestros ríos y playas como destino final.

Esto conlleva gastos de limpieza inimaginables, tan solo el municipio de Puntarenas gasta aproximadamente de \$6 a \$8 millones por mes en la limpieza de 2,7 km de playa para el disfrute de los turistas.

Además, incorporar maquinaria pesada para limpiar la playa de residuos provoca la compactación y la muerte de organismos bentónicos que llevan equilibrio a las playas. En cada palada de residuos que el tractor lleva a la vagoneta van granos de arena que nunca serán reemplazados, lo que provocará a mediano plazo la desaparición de las playas y una fuerte erosión costera.

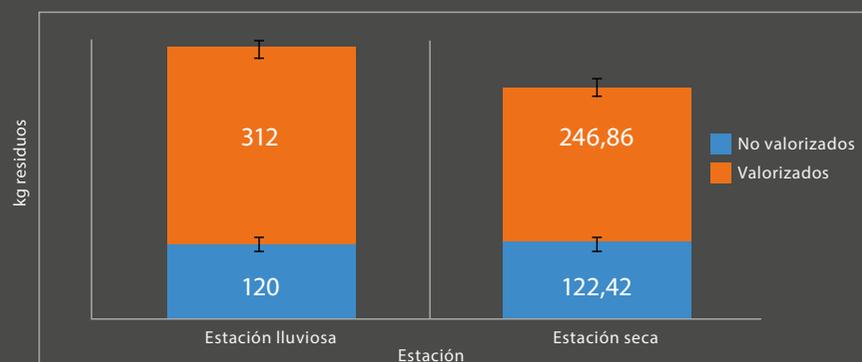
Es preciso que los consumidores exijamos envases y envolturas más amigables con el ambiente y preferiblemente retornables, que las empresas ejerzan su responsabilidad social, no mediante campañas de reciclaje, sino con una presentación de sus productos que no cause daño al ambiente.

El papel del Estado debe ser prohibir ese tipo de productos, como se está haciendo en otras naciones, además de penalizar severamente a las personas que contaminan nuestras calles durante un partido de la Selección Nacional de Fútbol o un tope.

Urge que todos los actores asuman su rol para que las playas estén limpias sin necesidad de ninguna acción por parte de las municipalidades costeras. La contaminación nace desde las grandes ciudades tierra adentro y son nuestros océanos los reservorios. Ha llegado el momento de cambiar, nuestros hijos que no han nacido nos lo están pidiendo. ■

Diferencia entre épocas del año

Residuos valorizantes o que se pueden recuperar más fácilmente aumentan con las lluvias.



Fuente: Carlos Pérez Reyes



La UCR galardonó al Dr. Radulovich con el Premio Investigador 2016 Área de Ingeniería por su contribución al desarrollo de la acuicultura (foto Ricardo Radulovich).

Acuicultura: la panacea del mar

Experto UCR desarrolla sistemas de acuicultura basados en algas y plantas comestibles con alto valor nutricional.

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

En el planeta existen 795 millones de personas hambrientas según datos divulgados por el Informe del Estado de la Inseguridad Alimentaria en el Mundo 2015, elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), entidad que define hambre como sinónimo de desnutrición crónica.

La FAO advierte que Latinoamérica, África y Medio Oriente muestran un constante aumento en su población y por el contrario su producción agrícola está disminuyendo, variables que juntas podrían desembocar en una crisis alimentaria; asimismo menciona otras aristas que contribuyen a que se cumpla dicho panorama sombrío como el cambio climático, escasez de agua y degradación de la tierra.

Sin embargo, desde la Universidad de Costa Rica (UCR) se impulsa una iniciativa que ya ha sido puesta en práctica tanto en el ámbito local como internacional,

que vendría a subsanar parte de los problemas por la falta de alimentos.

El Dr. Ricardo Radulovich, director de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas (EIB) de la UCR y especialista en la utilización de agua en la agricultura, tiene 20 años de experiencia en trabajar con temas como cambio climático, escasez del recurso hídrico y más recientemente en formular propuestas para paliar las crisis alimentarias; “hemos vivido muchos años dándole la espalda al mar y es mínimo lo que se hace con este recurso, excepto sobreexplotarlo o contaminarlo”, mencionó el Dr. Radulovich.

Conocimiento tico

La opción en la que se ha centrado el Dr. Radulovich junto a un equipo de trabajo en el que han participado la M.Sc. Schery Umanzor Rodríguez, M.Sc. Rubén Cabrera García, M.Sc. Rebeca Mata Barboza y M.Sc. María José Rodríguez Vásquez, todos de la EIB, es en la producción sostenible de algas y plantas marinas comestibles.

Ambos grupos de especies representan un potencial productivo de alimentos extraordinario, según comentó el Dr. Radulovich, ya que su cultivo se puede desarrollar en el mar y en lagos, “el cultivo flotante en lagos es muy simple,

utilizamos macetas que tienen huecos por debajo en los que entrará el agua para que la planta viva y crezca en un entorno favorable, el truco está en tenerla flotando en un arreglo hecho a base de botellas de plástico, madera o bambú; a veces lo más simple es lo que se nos escapa”, explicó.

En el mar existen algas marinas, principal cultivo que se promueve, y plantas halófitas que significa que toleran la sal, de ahí que el Dr. Radulovich adaptó los sistemas de cultivo utilizados en lagos para que funcionen en el mar, “colocamos macetas que llevan tierra para poder colocar fertilizante, pues aunque el agua de mar tiene algunos nutrientes por lo general no tienen los suficientes para que estos cultivos se desarrollen de manera apta para producción; lo hemos probado y las plantas sobreviven pero crecen muy poco y mueren precisamente por falta de nutrientes”, describió el especialista.

También han logrado producir cultivos terrestres en el mar mediante la flotación y regados con agua de lluvia o agua purificada mediante destiladores solares; una ventaja es que este tipo de producción de plantas terrestres se da sin plagas o patógenos de por medio, por lo que el producto es orgánico, más barato de elaborar y no contamina el medio ambiente.

“Los fertilizantes los usamos solamente para las plantas terrestres que producimos en el mar, porque las plantas acuáticas y las algas no los ocupan, de hecho ellas limpian el agua del exceso de nutrientes y por ejemplo la marea roja es producto de ello, pero si tenemos extensas zonas cultivadas con algas marinas estaríamos limpiando el agua y eso se llama *bioremediación*”, destacó el Dr. Radulovich.

El Banco Mundial otorgó a esta propuesta \$200 mil en el 2007 para apuntalar la investigación y desarrollar estos sistemas en el mar, además en este 2017 el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) aprobó un fondo de incentivo de \$50 millones para que se lleve a cabo un proyecto en el golfo de Nicoya y en Cuajiniquil, Guanacaste.

“Fui invitado a impartir un curso en Malawi, país africano que no tiene mar pero cuenta con un lago de 24 mil kilómetros

cuadrados de extensión en donde tienen sobrepesca y sistemas de acuicultura basados en tilapia, una especie no nativa; allá logramos desarrollar un concepto de acuicultura basado en plantas flotantes como tomate y lechuga”, señaló el Dr. Radulovich.

Alto valor nutricional

A partir de esta propuesta de acuicultura se pueden trabajar cultivos de algas marinas, tomate, pepino, maíz, arroz y plantas acuáticas tales como lirio y lechuga; también tienen un apartado en el que se crían peces herbívoros alimentados con algas, “hablamos de un concepto ecológicamente inteligente que fomenta la vida, no genera toneladas de excremento que van a parar a los mares o peces que se escapan y contaminan genéticamente un espacio acuático, queremos incorporar todos estos elementos en un esquema viable”, aseveró el Dr. Radulovich.

Según la publicación titulada *Algas tropicales: cultivo y uso como alimento* (Radulovich, Umanzor y Cabrera. 2013) las propiedades nutricionales incluyen aportes calóricos que son casi iguales a los cultivos terrestres pero con alto contenido de proteína y una composición balanceada de aminoácidos, ácidos grasos poli-insaturados, poca grasa, amplia gama de vitaminas que incluye B12, mucha fibra dietética y minerales, por lo que son consideradas excelentes fuentes de hierro, zinc y contienen además ácidos grasos omega 3 y 6.

Algunas de las algas comestibles son repollo de mar, uva de mar, pluma de mar, espinaca de mar, lechuga de mar, alga calcárea, bolitas de mar, alcachofa marina, pelo de cabra, entre otras, y se pueden preparar en ensaladas, sopas o solas como bocadillos, envueltas en huevo y como ingredientes adicionales en palitos de queso, arroz con mariscos, mezclas con frijoles o en pizzas. “Es un cambio de paradigma para toda la humanidad, pues la producción de alimentos no tendría su base en tierra, sino en el mar y en lagos”, concluyó el Dr. Radulovich. ■



Recientemente el Dr. Radulovich planteó una propuesta ante un fondo internacional para implementar esta acuicultura en Malawi, Etiopía, Bangladesh, Nicaragua y Bolivia (foto Ricardo Radulovich).



Funcionarios del ICP a inicios de 1970. Arriba: Juvenal Sánchez, Róger Bolaños y Richard Taylor; abajo: Guillermo Flores, Miguel Jara, Hilda Herrera, Carlos Ramírez, Gerardo Serrano, Álvaro Flores y Osvaldo Marín. De este grupo, Bolaños, Taylor, Ramírez y los hermanos Flores participaron en la producción del primer lote de suero antiofídico polivalente en 1967 (foto cortesía Instituto Clodomiro Picado).

Instituto Clodomiro Picado 50 años fabricando sueros antiofídicos

La creación del ICP responde al compromiso social de dotar a la población de sueros antiofídicos de calidad, salvar vidas, e impulsar investigación y docencia.

Dr. José María Gutiérrez
investigador ICP de la UCR
jose.gutierrez@ucr.ac.cr

El 10 de marzo de 1967 el Decano de la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica (UCR), Dr. Fernando Montero Gei, le envió una corta misiva al Rector de dicha institución, profesor Carlos Monge Alfaro, en la que le comunicaba que “han sido preparadas las primeras ampollas de suero antiofídico polivalente con venenos de serpientes costarricenses, en un programa de cooperación mutua entre el Ministerio de Salud y la Universidad de Costa Rica, a través de la Facultad de Microbiología”.

Bajo esta noticia subyace un complejo proceso interinstitucional y de cooperación internacional que posibilitó que el país, por primera vez en su historia, produjera los sueros antiofídicos o antivenenos que requería para tratar a las

personas que sufren envenenamientos por mordeduras de serpiente.

El trabajo pionero de Clodomiro Picado Twight en el tema del ofidismo en las primeras décadas del siglo pasado generó abundante conocimiento sobre nuestras serpientes y sus venenos, promovió iniciativas públicas de atención al problema e inició en el país el tratamiento basado en sueros antiofídicos.

Estos sueros se importaban de Brasil y luego se utilizaron sueros de Alemania, México y USA, pero la eficacia y disponibilidad de los mismos no eran las mejores.

En 1964 el Gobierno firmó un convenio de cooperación con Estados Unidos para iniciar el desarrollo de antivenenos en el país. A través de este convenio, que finalizó en 1966, llegó al país el Mayor Dr. Herschel H. Flowers, médico veterinario del Ejército de USA, quien había realizado investigaciones con venenos en el Laboratorio de Fort Knox.

Se inició una cooperación entre el entonces Ministerio de Salubridad Pública, Herschel Flowers y la UCR, inicialmente con la participación del Dr. Jesús María Jiménez Porras, profesor de Bioquímica de la Facultad de Medicina, y luego con la incorporación del Dr. Róger Bolaños Herrera, docente de Inmunología de la Facultad de Microbiología.

Grandes esfuerzos

Pese a dificultades de diverso tipo, a fines de 1966 se creó el Programa de Sueros Antiofídicos, adscrito al Ministerio y con la participación de un grupo comprometido y competente de funcionarios como Róger Bolaños y Pedro Vieta, de la UCR, Herschel Flowers, Richard Taylor, Álvaro Flores, Guillermo Flores, Carlos Ramírez y Federico Aragón; Flowers se retiró del programa en 1968.

El trabajo era complicado y requirió de mucha coordinación y creatividad para superar obstáculos y adaptar tecnologías; las serpientes se mantenían en la residencia de Flowers, los caballos estaban en una finca en Guachipelín de Escazú, en tanto la sangre de los equinos era trasladada a un pequeño laboratorio en el Ministerio de Salubridad Pública para el inicio de la purificación de los anticuerpos. Finalmente, el antiveneno se terminaba de elaborar en la Facultad de Microbiología de la UCR, en donde se hacía también el control de calidad.

En esas difíciles circunstancias se logró producir en marzo de 1967 el primer lote de suero polivalente constituido por 200 ampollas y ese mismo año se fabricó el primer lote de suero anticoral con 30 ampollas.

Luego de demostrarse su eficacia y seguridad a nivel preclínico, estos sueros fueron utilizados en el tratamiento de pacientes en el Hospital San Juan de Dios, bajo la supervisión del Dr. Mario Pacheco Cartín; la superioridad de este producto comparada con los sueros que se importaban fue evidente.

Este éxito inicial, un verdadero hito en la historia de la inmunología, la biotecnología y la salud pública del país, motivó que el Ministerio se planteara la idea de crear un instituto que, con infraestructura adecuada y personal calificado, consolidara la producción de antivenenos de manera permanente.

Así surgió en abril de 1970 el ICP, con la dirección de Róger Bolaños y dependiente del Ministerio, pero dos años después fue trasladada la administración a la UCR mediante un convenio firmado por el rector Lic. Eugenio Rodríguez Vega y el ministro Dr. José Luis Orlich Bolmarcich.

Compromiso social

Además de la producción de antivenenos, el proyecto incorporó un componente vigoroso de acción social, investigación científica-tecnológica, y actividades docentes de grado y posgrado en la UCR; ese carácter holístico y el sentido colectivo de trabajo han marcado la identidad del ICP a lo largo de casi cinco décadas.

Es justo reconocer la relevancia del desarrollo de Costa Rica en el área de la salud, lo cual posibilitó que un proyecto así encajara en el escenario nacional, pues el ICP forma parte junto con el Ministerio de Salud, Caja Costarricense del Seguro Social, carreras universitarias de salud y otros sectores, de un entramado interinstitucional que ha permitido tener este problema bajo control.

Desde un inicio, este proyecto se guió por una visión de claro compromiso social y siempre se entendió que el objetivo central era salvar las vidas de personas que sufren mordeduras de serpientes.

El derecho a recibir un antiveneno eficaz como parte de la atención médica se concibió como un derecho humano que debe ser garantizado por las instituciones públicas.

Sirva la conmemoración del primer lote de suero antiofídico para renovar los valores solidarios y de excelencia que guiaron este esfuerzo inicial que se ha consolidado a lo largo del tiempo. Este hito nos recuerda que la ciencia, en última instancia, debe servir para mejorar la calidad de vida de la gente. ■