



CANAL DE PANAMÁ

Caudal

Revista digital de Agua y Ambiente



La Revista Digital Caudal es un medio que tiene como objetivo divulgar programas e iniciativas que desarrollan colaboradores de distintas vicepresidencias.

Desde el Año 2010 la antigua Vicepresidencia Ejecutiva de Agua y Ambiente (EA), tomó la decisión de divulgar y compartir con las diferentes unidades de negocio que conforman la ACP, las contribuciones que realizaba EA en la gestión financiera, energética, ambiental y de recursos hídricos, que servían de base para una operación limpia, segura y de alta confiabilidad.

Nuestra vicepresidencia estimó que el desarrollo sostenible era el nuevo negocio del Canal y que todas las acciones realizadas por los colaboradores y equipos de trabajo, debían ser compartidas con la mayor audiencia posible.

Bajo este precepto, la revista ha sido una importante plataforma a través de la cual tanto articulistas como lectores pueden percibir con mayor claridad en enfoque sistémico de los programas, proyectos e iniciativas de la EA, estimando: (i) el valor de la inversión en naturaleza; (ii) la eficiencia energética y de la generación de energía que mueve el Canal, y produce bienestar a la población al ser colocada en los mercados eléctricos ocasionales; y (iii) el valor de uso del agua y su impacto en la operación y consumo humano; cuya interdependencia genera sostenibilidad financiera a la empresa y desarrollo humano al país.

Ya en el año 2015, se notó un impacto de la revista la cual incluyó artículos de diferentes unidades de negocio de la ACP y su valor intrínseco de comunicación se enfocó también la divulgación de artículos relacionados a experiencias que venían de diferentes Vicepresidencias.

En este mismo sentido, hacia el 2018 el alcance de la divulgación había sobrepasado aún más las expectativas de su creación, ya que revista digital era vista fuera de la ACP, y esto se debe a su publicación en la página de la Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CICH), espacio que hizo posible compartir las historias de éxito del Canal de Panamá con diferentes usuarios y grupos de interés que a diario visitan y consultan esta importante página <http://www.cich.org/ElCaudal.html>.



EL liderazgo mostrado y oportuna gestión de la hoy Vicepresidencia de Agua y Ambiente (AA), ha permitido que en los últimos años se registre un notable incremento en el número de artículos escritos por diferentes colaboradores hasta llegar a un promedio que supera los 15 artículos por edición; destacándose por la escritura de importantes segmentos como las notas de curiosas, ¿sabías que? y personajes que representan elevados valores corporativos y son modelos en la formación de una masa crítica favorable para el Canal de Panamá; además de contribuir en la formación de una cultura corporativa en materia de conservación de recursos naturales, consumo ético del agua, ahorro energético y renovable, ciencia aplicada y producción más limpia, todo alineado con los Objetivos Estratégicos del Canal de Panamá y valores corporativos.

La Revista Digital Caudal ha sobrepasado su objetivo original, convirtiéndose en un espacio digital por excelencia, el cual seguirá facilitando a colaboradores la divulgación y comunicación de iniciativas, proyectos y programas que dan cuenta de la forma creativa e innovadora en que nuestra Vicepresidencia y otras unidades de negocio de la ACP, promueven el valor intangible de la marca Canal de Panamá, como un activo dentro de la corporación, en el país y el mundo.

Finalmente, la versión 14.0 de esta su Revista Caudal, presenta artículos relacionados a la calidad del agua y al manejo ambiental de áreas operativas y la Cuenca del Canal que esperamos sean de su completo agrado.

Les animo a seguir siendo parte de esta aventura escribiendo a:
emessina@pancanal.com o Caudal@pancanal.com.

Daniel M. Muschett Ibarra
Vicepresidencia de Agua y Ambiente





AGUA

Relación bosque y lluvia, una aproximación desde las ciencias

Por: Dr. Emilio Messina

A pesar que no existe un total acuerdo en la comunidad científica sobre esta relación, varios estudios basados en evidencia sustentan que el ciclo del agua en la unidad bosques - lluvias, es indisoluble e interdependen uno del otro.

Los bosques captan hasta un 30% más de agua de lluvia que las zonas desprovistas de vegetación y permiten que el agua llegue a los ríos con más pureza, subraya hoy el Colegio de Ingenieros de Montes de Valencia, España.

Tradicionalmente, se decía que las selvas del Amazonas o del Congo se debían a la elevada pluviosidad de estos lugares, la más alta del planeta. Pero un nuevo estudio científico parece demostrar lo contrario: que son los bosques quienes hacen las lluvias y no las lluvias quienes permiten el desarrollo de los bosques. De hecho, sin los árboles, esas inmensas áreas continentales de junglas impenetrables serían desiertos.

Los resultados de un estudio realizado por científicos del Center for International Forestry Research (Centro para la investigación forestal internacional o CIFOR) refuerzan una teoría que señala que los bosques desempeñan un papel determinante en las lluvias, al generar vientos atmosféricos que funcionan como una bomba, extendiendo la humedad de los continentes.

En 2006, los científicos Anastassia Makarieva y Victor Gorshkov publicaron por primera vez un documento en el que se señala que los bosques, al generar una presión atmosférica baja, mueven el aire húmedo tierra adentro, ayudando a generar lluvias, teoría que llamaron "la bomba biótica".

En 2009 Daniel Murdiyarso revisó este concepto, en un artículo aparecido en la revista Bioscience, la cual proporciona más detalles de la hipótesis la “bomba biótica”, enfatizando la física subyacente a los procesos de evaporación y de condensación que generan diferencias en la presión atmosférica. El modelo explica por qué el aire se eleva sobre zonas con una evaporación más intensiva, como los bosques. La baja presión resultante atrae aire húmedo adicional, dando lugar a una transferencia de vapor de agua que cae en forma de lluvia en las regiones con mayor evaporación.

Además, mostró que los vientos que viajan a través de los bosques suelen producir más del doble de la cantidad de lluvia que los que soplan sobre la tierra abierta, dando lugar a predicciones de los científicos de que, para 2050, los trópicos podrían ver una disminución de 12% y 21% en las precipitaciones en la estación húmeda y la estación seca, respectivamente. Esta explicación climatológica desde la física no ha podido ser refutada hasta ahora.

¿Qué rol juegan los bosques en la generación de lluvia?

Ya desde la historia se registra la relación entre bosques y lluvia. La biografía de Cristóbal Colón, escrita por su hijo Fernando Colón, reporta que “siendo martes, 22 de Julio (1494), él partió para Jamaica... el cielo, aire y clima eran iguales que en otros lugares; cada tarde había una turbonada (aumento repentino de la velocidad del viento que suele ser asociado a tempestades) que duraba una hora. El almirante escribe que lo relaciona a la gran cobertura vegetal del territorio; él sabía por experiencia que esto también ocurrían en las Islas Canarias, Madera y Azore, pero desde la deforestación de los bosques que antiguamente cubrían estas islas, ya no presentaban tanta lluvia y neblina como antes.”

En este sentido, una corriente de científicos indica que los árboles influyen en la formación de nubes al emitir a la atmósfera algunos químicos a base de carbono llamados compuestos orgánicos volátiles (COV). Así, cuando las plantas se encuentran en condiciones de estrés hídrico liberan estos COV a la atmósfera y pueden unirse con las moléculas de H₂O en suspensión, lo que las vuelve más pesadas y facilita su precipitación.





¿Qué evidencias adicionales apoyan la relación bosques y las lluvias?

En diciembre 2011, el climatólogo Ben Cook hizo un descubrimiento que demostraba la relación causa efecto de la desaparición de la civilización Maya. Ésta se debió principalmente a la deforestación. Sus descubrimientos han probado que la destrucción de los bosques provocó una disminución de las precipitaciones y continuas sequías que acudieron a la civilización Maya. Los árboles difunden agua en la atmósfera cuando se produce la evaporización en las hojas: esto contribuye a las precipitaciones en las regiones continentales.

Según los estudios de Cook, la deforestación fue la causante de la mitad de la sequía existente en el periodo pre-colonial Maya.

Un estudio de la NASA en 2005 muestra que el humo provocado por los bosques incendiados dificulta la formación de nubes, disminuyendo las precipitaciones. Igualmente el hecho de remplazar el bosque tropical por campos de cultivo o pastos para el ganado aumenta la reflectividad de la Tierra. Ésta absorbe menos energía solar, lo que disminuye las precipitaciones. Actuando como pompas de agua, los bosques provocan las precipitaciones desde las zonas costeras, llevándolas hasta las zonas continentales.

La deforestación tiene efectos significativos en las lluvias tropicales, según confirma una investigación publicada en Nature. El equipo de la Universidad de Leeds y el Centro NERC de Ecología e Hidrología observó que en la mayor parte de la superficie tropical de la Tierra el aire que pasa a través de extensos bosques produce por lo menos el doble de lluvia que el aire que pasa a través de poca vegetación.

Un estudio publicado en Nature Climate Change concluye que la deforestación a gran escala en los trópicos podría provocar cambios extendidos y significativos de la distribución de la lluvia y la temperatura, lo cual afectaría potencialmente a la agricultura cercana y lejana del lugar donde está sucediendo la pérdida del bosque. La investigación, escrita por Deborah Lawrence y Karen Vandecar de la Universidad de Virginia, se centra en un análisis de numerosos estudios que consideraron y demostraron los efectos de la tala del bosque tropical en distintos lugares y a varias escalas.

Se descubrió que, en general, la lluvia cambia sus patrones de conducta. Si la deforestación llegara a ciertos umbrales,

las zonas que ahora se aprovechan de la lluvia podrían quedar privadas de esta, mientras que otras tendrían más lluvia.

Conclusión

Existe evidencia que muestra la relación entre los bosques y la producción de lluvias.

La comunidad científica está renuente a aceptar el cambio de paradigma sobre los nuevos modelos climatológicos. Los patrones de lluvia son alterados por la deforestación.

La historia registra relatos observados de la relación entre mayor o menor cantidad de bosques y la mayor o menor producción de lluvias.

Bibliografía

1. <http://cvalenciana.ingenierosdemontes.org/>
2. A. M. Makarieva, V.G. Gorshkov, D. Sheil, A. D. Nobre y B. L. Li. Where do winds come from? A new theory on how water vapor condensation influences atmospheric pressure and dynamics. Atmos. Chem. Phys. (2013). DOI: 10.5194/acp-13-1039-2013.
3. Sheil D, Murdiyarso D. How forest attract rain: an examination of a new hypothesis. Bioscience (2009). DOI: 10.3410/f1161404.621929.
4. REF F. Colon, the life of christopher colombus by his Son Ferdinand (1959).
5. Estudio de Cook, junto a la NASA Goddard Institute for Space Studies (GISS) y la Universidad de Columbia Lamont-Doherty Earth Observatory de Nueva York.
6. Cook, Et al.
7. Dominick Spracklen y Col. Universidad de Leeds (2012).
8. Deborah Lawrence and Karen Vandecar. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. NATURE CLIMATE CHANGE | PUBLISHED ONLINE: 18 DECEMBER 2014 | DOI: 10.1038/NCLIMATE2430.

Evolución a través de los años en la calidad del agua

“Recordar es fácil para el que tiene memoria, olvidarse es difícil para quien tiene corazón.”

Gabriel García Márquez

Marisela Del C. Castillo G.

¡El índice de calidad de agua sugiere que, en la cuenca del canal, tenemos agua de buena calidad! Esa “calidad” se ha mantenido en los últimos años gracias a muchos factores, entre otros: estar enmarcada por áreas protegidas, la implementación de los programas socio ambientales que se despliegan en la cuenca y el mandato constitucional de protección y vigilancia del recurso hídrico, el cual es llevado adelante por la Unidad de Calidad de Agua.

Proyectemos un vistazo al pasado, hasta llegar al presente y luego veamos cómo proyectos reales que se ejecutan a nivel mundial optimizan los monitoreos en la calidad del agua.



Una mirada al pasado reciente

Dos laboratorios eran conectados por una escalera en el edificio 715 de Balboa. En uno se albergaba la parte fisicoquímica, y en el otro, entre otras cosas, un poco de química instrumental y microbiología. Era en el centro del laboratorio de fisicoquímica, donde se desarrollaban los análisis de nutrientes: nitritos, nitratos, etc. Con la imagen de un tubo de ensayo coloreado de rosado y debajo de la bata de laboratorio y unas gafas de seguridad se encontraba Heidi Collazos (Químico). En uno de los espacios más pequeños, “laboratorio de sedimentos”, se dedicaba Rosendo Moreno (hoy día jubilado), como Técnico en Ciencias Físicas, al análisis de sólidos totales disueltos y suspendidos. Mientras que en una de las

oficinas se encontraba, sentado en su escritorio, Alejandro Veces (Químico-hoy también jubilado), revisando minuciosamente las diferentes bitácoras de resultados analíticos, entre ellas, las de los cationes y los aniones. En otras palabras: haciendo control de calidad de los datos. En otro de los espacios, compartido con estudiantes, se encontraba calculando y modelando para la subcuenca del río Gatuncillo y con el Qual2E, el Biólogo Iván Domínguez.

En sus inicios, los primeros registros de calidad de agua reposaban en bitácoras de cada analista, más tarde, en cuadernos o bitácoras para cada uno de los parámetros que se medían, posteriormente, se fueron manejando en archivos de excel independientes, por proyectos: ríos, embalses y subcuencas prioritarias. Hubo un primer intento de sistematizar la información con una base de datos "diseñada en casa"; sin embargo, hubo limitaciones. No fue hasta el 2006 cuando conocimos, dentro de una caja de herramientas de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, a la Water Resources Data Base (WRDB), pero su comprensión, adecuación y empoderamiento tomó varios años.



Un panorama actual dinámico

A través de los años, la Unidad de Calidad de Agua fue evolucionando, y de hacer solo aguas naturales, pasó a gestionar la calidad del agua potable aunado a todo lo que acompaña a dicha matriz (edificios, barcazas, remolcadores,



etc.). Ahora ejecuta y hasta gestiona contratos para el análisis de aguas residuales. Hemos realizado mejoras de acuerdo a las necesidades y requerimientos de la ACP.

La Base de Datos del Recurso Hídrico (WRDB) ha permitido la gestión eficiente y eficaz de los datos debidamente almacenados en un servidor exclusivo, garantizando un manejo fluido y oportuno de los datos, así como su integridad e integración. Contamos con una base de datos para los programas de Vigilancia y Seguimiento de la Calidad del Agua (PVSCA), de agua potable, del modelo de calidad de agua, de los análisis biológicos, de las aguas residuales y de remolcadores, además de una base de datos donde se guardan los proyectos asociados a todos los servicios que brinda la Unidad. Contamos con informes personalizados para cada base de datos que permiten a nuestros usuarios y gestores la interpretación de los registros y la mejor toma de decisiones. La agilidad de poder calcular indicadores como los índices de calidad de agua (ICA) y estado trófico (IET) es importante para el conocimiento de la calidad del agua así como del estado trófico de esta.



Para el trabajo en campo, contamos con sondas multiparamétricas de última generación que facilita obtener información simultánea de diferentes parámetros lo cual permite diferenciar in situ el estado del agua. En la línea biológica, con la finalidad de actuar de manera preventiva frente a una problemática de carácter mundial con respecto a las cianobacterias y sus toxinas, se ha implementado una vigilancia mensual de microcistinas y cilindrospermopsina en las tomas de agua cruda que abastecen a las diversas potabilizadoras y/o acueductos rurales presentes en los embalses Gatún y Alhajuela. Además, hemos desarrollado la metodología para la detección de genes de cianobacterias potencialmente tóxicas, basada en la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), la cual se fundamenta en la detección de fragmentos de ácidos nucleicos relacionados con la síntesis de toxinas.

Por otro lado, en cuanto a la parte química, se han implementado, entre otros, métodos para la determinación

de fósforo total, carbono orgánico total, metales pesados. Lo anterior con el fin de generar información requerida para el cálculo de otros indicadores como también para dar respuestas inmediatas a solicitudes internas. Hemos adquirido un cromatógrafo iónico, que nos pondrá a la vanguardia de la química instrumental, ya que nos permitirá ser eficientes en cuanto a capacidad analítica y a la optimización del recurso humano. Es pasar de cuatro a seis métodos químicos que se realizan de manera independiente, a un instrumento con capacidad de detectar varios analitos de manera simultánea en una corrida. No



distante, y en la misma línea, la adquisición de un sistema de HS 60 modular de hidruros, acoplado al equipo de absorción atómica existente, nos dará la oportunidad de determinar la presencia de otros metales pesados (arsénico, selenio, antimonio, etc.), en muestras de agua con el fin de tener una vigilancia oportuna en casos de interés.

Todo lo mencionando anteriormente va acompañado de un programa de verificación, calibración y mantenimiento de los equipos. Además, de la participación anual en ensayos de intercomparación analítica a nivel internacional para el aseguramiento de nuestros datos y el

Notas sobre el porvenir... De sueños a realidades.

Los monitoreos de calidad de agua se realizan a través de personas que recolectan muestras de agua y las llevan a un laboratorio para su análisis. En la actualidad, en algunos lugares, se colocan recolectores automáticos y/o sensores que miden en tiempo real diferentes parámetros de calidad de agua; sin embargo, en muchas ocasiones, ni las personas ni los sensores cumplen con todas las necesidades en un momento dado. El desarrollo de robots que realizan labores de calidad de agua no es un sueño lejano. En Singapur se ha propuesto medir, de manera periódica, la calidad del agua mediante un robot llamado NuSwan (New Smart Water Assessment Network) que tiene forma de cisne. Este robot es capaz de enviar resultados a la nube a través de una red inalámbrica (wifi), para que estos puedan ser consultados de manera remota desde varios lugares sin estar físicamente frente al robot.

Conocer la calidad de agua de sus casas o de sus ríos y lagos, embalses, etc. desde la comodidad de un dispositivo móvil, por ejemplo, mediante aplicaciones como mWater y Surface Water Quality son ideas listas para ser aprovechadas, pero que requieren esfuerzos y trabajo.



Poder contar con biosensores, como lo fue el Biosentry, es una idea retadora, ya que estos sensores biológicos en línea permiten monitorear la calidad del agua desde el punto de vista microbiológico. Esto parece asombroso dadas las dificultades actuales para el desarrollo de métodos microbiológicos de laboratorios en la detección, por ejemplo, de protozoarios como la *Giardia* sp. y el *Criptosporidium* sp., considerados por excelencia patógenos de importancia hídrica. La implementación de los métodos moleculares ha permitido ampliar el horizonte e incluir en nuestros planes, como método alternativo, la determinación de *Escherichia coli* (indicador por excelencia de contaminación fecal) mediante PCR. Con este método sería posible indicar su presencia en un menor tiempo; aproximadamente seis horas después de colectada la muestra, lo cual rompe con los esquemas de los laboratorios tradicionales de microbiología en donde estas bacterias pueden ser determinadas a las 18, 24 o 28 horas.



Resulta ventajoso complementar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua con nuevos enfoques desde el punto de vista biológico, por ejemplo, el uso de insectos acuáticos o macroinvertebrados. Estos brindan información inmediata del estado del agua. Poder ganar conocimiento y experiencia en la vigilancia de la calidad del agua mediante teledetección o procesamiento de imágenes satelitales es un ideal. Las imágenes de teledetección son una herramienta para ayudar en el monitoreo y pronóstico de eventos como los afloramientos de algas nocivas, los cuales tienen mucha importancia a nivel mundial para entender los impactos a la salud ecosistémica y/o humana.

La tecnología de drones se ha utilizado para el monitoreo de la calidad de agua en áreas de difícil acceso. En Barcelona, por ejemplo, la firma española FCC Engineering ha participado en un proyecto de prototipo llamado robot aéreo para inspección de alcantarillado (ARSI). El objetivo era acelerar, facilitar y mejorar la inspección del sistema de alcantarillado de 1500 km de la ciudad. Los drones ARSI están equipados con múltiples sensores para monitorear la calidad del agua y el aire.

Sería provechoso contar con una plataforma tecnológica que nos permita visualizar la información de calidad de agua en internet, además de los formatos actuales: informes. En fin, la idea es contar con información oportuna y expedita para poder tomar las mejores decisiones, adecuadas y pertinentes, sin limitaciones, y en el tiempo correcto. Es hacer que la información que se genere desde el campo llegue a las oficinas gerenciales. En el Canal de Panamá esperamos contar con una infraestructura que nos permita cumplir con las exigencias requeridas de un laboratorio acreditado, esto permitirá ser más eficientes y productivos en la optimización del recurso humano y potenciará la sinergia de un equipo de trabajo único y consolidado.

Además, el dirigirnos hacia las nuevas tecnologías en el campo de la calidad del agua, teniendo presente las herramientas actuales en cuanto a visualizaciones de datos y manejo de grandes volúmenes de datos.



La Física de las mediciones químicas en calidad de agua

Por: Isaac Barría

Muy probablemente el 20 de mayo de 2019 pasó inadvertido en la mayor parte del mundo. Dentro de la comunidad científica, especialmente versada en temas metrológicos (ciencia de las medidas) la historia fue otra. Después de ciento veintinueve años, el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) alcanzó el salto cuántico al entrar en vigencia la nueva definición internacional de la unidad de masa, el kilogramo.

Desde 1875 la definición oficial de kilogramo era la masa del Prototipo Internacional de Kilogramo (IPK), un cilindro de platino e iridio custodiado en Francia por la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM), aprobado en el marco del Tratado del Metro por dieciocho naciones firmantes cuyo objetivo era unificar las unidades de medición existentes con lo que se facilitaría, entre otras cosas, el comercio internacional así como descubrimientos científicos y avances en ingeniería vitales en un mundo sumido en el transcurso de la revolución industrial.



EL AGUA CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES

Las unidades fundamentales obtienen su carácter debido a que todos los procesos de medición derivan de ellas, lo que implica que todos los instrumentos de medida guardan relación con la definición de las mismas. La definición de las unidades fundamentales se encuentra en fenómenos de la naturaleza, cuya determinación sea medible y reproducible en cualquier condición. En el caso de la magnitud "longitud", la unidad fundamental es el metro, la definición oficial del metro es "la longitud que recorre la luz en el vacío en una fracción de tiempo de $1/299\,792\,458$ segundos. Se pudo obtener esta definición por dos razones, existen los instrumentos para realizar estas mediciones y la velocidad de la luz es una constante universal.

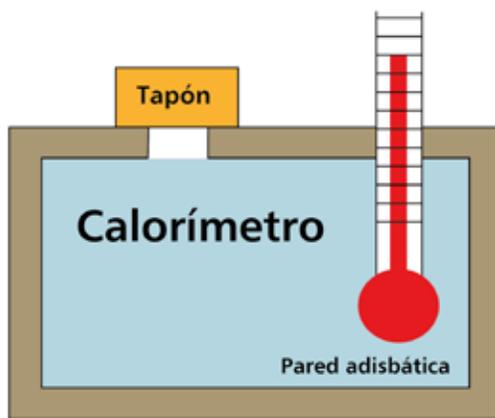
En ausencia de condiciones de medición de fenómenos naturales que deriven en la unidad de kg, se optó por mantener el IPK como estándar mundial de masa. El inconveniente principal es que dicho cilindro es un objeto susceptible a deterioro físico, por ende, una caída, golpe o fractura del cilindro automáticamente ocasionaría la alteración de su masa y esto podría repercutir de forma desastrosa en el comercio mundial. Las estrictas medidas de seguridad sobre el IPK han garantizado su integridad; sin embargo, las calibraciones realizadas a un conjunto de réplicas del cilindro elaboradas a partir del mismo lingote del IPK con periodicidad de cuarenta años dan cuenta de un aumento de la masa de las réplicas respecto al estándar cuyo valor por definición es 1,0 kg. Los expertos sugieren que el aumento de masa puede atribuirse a fenómenos de adsorción (fijación en la superficie) de gases, la otra premisa indica que al igual que las réplicas, el cilindro IPK no escapa de dicho fenómeno y su condición de patrón primario es objeto de incertidumbre. El aumento de masa se encuentra en el orden de los microgramos, a este nivel de afectación, el comercio grueso no se vería afectado en absoluto y los kilos de carne y patatas seguirían pesando igual; sin embargo, en aplicaciones micrométricas y médicas, el impacto de estas desviaciones podría ser mucho mayor, por ejemplo, en el diseño de fármacos cuya dosificación se establece en miligramos, variaciones de microgramos podrían acarrear afectaciones mucho más severas.





Recientemente, y luego de años de investigación, se ha obtenido una definición del kilogramo a partir de la cuantificación de un fenómeno natural. Con el uso de un dispositivo conocido como balanza de Kibble, se puede obtener de forma precisa la constante de Planck (h), implícita en la fuerza electromagnética generada sobre una bovina por la acción de una masa aplicada. Al ser h una constante universal y contando con los instrumentos de medición adecuados, ha sido posible prescindir definitivamente del IPK, contando ahora el SI con todas las unidades fundamentales definidas a través de fenómenos físicos.

Lo antes expuesto podría sugerir un origen fantástico, próximo a los relatos de ficción; sin embargo, nada en nuestro día a día puede ser más tangible que la aplicabilidad de los principios de la física. No existe campo en el que la física y sus leyes no ejerzan influencia. El comercio, la medicina, la ingeniería, las ciencias de la vida y las ciencias ambientales. En el campo de la química, la aplicación de los principios físicos a partir de la Edad Moderna la elevó de nivel convirtiéndola en una ciencia exacta cuyos aportes también han contribuido al desarrollo y mejora de las condiciones de vida del hombre.



La química analítica es posiblemente la rama de esta ciencia que presenta mayor contacto con la sociedad. Nuestro siglo, convulso y cambiante, está sujeto al movimiento constante de materia en distintas formas, medicamentos, alimentos, materiales de construcción, componentes digitales, cuya efectividad o no se definirá según un valor generado muchas veces por un ensayo químico. Esta permanente cualificación de apto o no, de útil o no, de bueno o no es la génesis del concepto de calidad, que a rasgos generales es definida como satisfacción, un término que se percibe en un inicio como una condición

sensorial pero que en realidad se llega a la misma a través de un elaborado proceso de medición. Cualquier bien acompañado de la palabra calidad se encuentra respaldado por un proceso de medida muchas veces en forma de certificado. Por ende, no es posible hablar de cemento de calidad o salud de calidad sin los correspondientes certificados de ensayo.

Calidad de agua es el nivel de aptitud que un cuerpo o tipo de agua presenta para determinado uso. Esta definición general nos indica que dependiendo del uso del agua, la condición de calidad puede variar. Y esta condición al igual que en los ejemplos anteriores se encuentra estrictamente asociada con procesos de medición físicos, químicos y biológicos. La parametrización de la calidad del agua ha exigido el desarrollo, implementación y optimización de toda clase de técnicas de medición con la finalidad de lograr resultados confiables, precisos y en niveles de cuantificación cada vez más pequeños.



Una de las ventajas del estudio y comprensión del concepto de calidad del agua estriba en la naturaleza del agua como sustancia química. En condiciones de uso se encuentra en estado líquido (volumen), y la mayoría de los parámetros que se analizan son otras sustancias o en su defecto, la consecuencia de sustancias presentes en su seno (disueltas o no). Por consiguiente, la mayoría de los resultados de análisis son expresados bajo la relación materia/volumen, siendo la unidad miligramos por litro o partes por millón (ppm) la de mayor uso y manejo tanto por expertos como por el público en general.

Podría pensarse que lograr una medición que genere un resultado numérico en unidades de ppm es solo cosa de oprimir botones y lamentablemente no es el caso, la implementación de métodos de ensayo conlleva años de estudio y validación debido a factores como el uso de instrumentos adecuados de medición, identificación de interferencias y selección de técnicas adecuadas para la matriz de estudio. Otra singularidad en el ensayo químico de calidad de aguas es que a pesar de que la mayoría de los parámetros se cuantifican en unidades de ppm casi ninguna técnica analítica es capaz de medir masa como tal en ese nivel de concentración con la suficiente confiabilidad que el concepto de calidad demanda.

La química es conocida como la ciencia de las medidas indirectas, los ensayos químicos dan cuenta de esta reputación, las técnicas analíticas echan mano de propiedades ópticas, térmicas, electroquímicas y cuánticas de las diversas sustancias en estudio, estimulándolas de diversas formas con tal que generen una respuesta (señal) medible y proporcional a su presencia (concentración) dentro de la matriz de estudio.





La ejecución del Programa de Vigilancia de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (PVSCA) ha exigido la implementación y ejecución de metodologías analíticas de calidad de aguas cónsonas con factores como la confiabilidad de los resultados, aptitud frente a la matriz, robustez en campo y sensibilidad analítica. Periódicamente el personal de la Unidad de Calidad de Agua verifica la aptitud de las metodologías analíticas con las que hace frente al conjunto de parámetros que generan el índice de calidad de agua (ICA) presentado anualmente en el Informe de Calidad de Agua de la Cuenca del Canal de Panamá.

Esta verificación se logra a través de prácticas tales como la comparación con materiales de referencia certificados, gráficos de control y participación en ejercicios inter laboratorios. De igual forma, el avance de la tecnología en técnicas analíticas demanda la constante actualización del inventario de los instrumentos analíticos acorde con la realidad metrológica mundial.





El índice de calidad de agua (ICA) se genera a partir de la ponderación matemática de los resultados de 9 parámetros de calidad de agua, de los cuales 8 son determinados a través de ensayos fisicoquímicos.

El oxígeno disuelto (OD), el potencial de hidrógeno (pH) y la conductividad eléctrica se determinan en campo, debido a que el proceso de colecta, preservación y traslado de las muestras hacia el laboratorio alteran la concentración de los mismos, ocasionando mediciones erróneas. Para corregir esto, se hace uso de dispositivos multiparámetros con capacidad de medición en tiempo real, estos dispositivos cuentan con sensores específicos a la señal producida por la presencia de los parámetros en el cuerpo de agua.

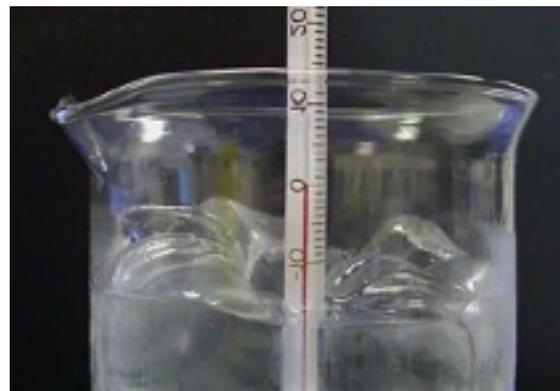
Un sensor de oxígeno disuelto consta de un receptor de la radiación (energía) lumínica que genera el oxígeno del agua al ser estimulado por una fuente del luz proveniente del mismo sensor, esta diferencia de intensidad es proporcional a la concentración del gas y se convierte en unidades de mg/L.

En el potencial de hidrógeno (pH) la presencia del ión hidrógeno genera un diferencial de potencial eléctrico muy pequeño (en el orden de los milivoltios) y específico a su naturaleza y actividad; esta

diferencia de potencial se puede medir a través de electrodos de membranas electroquímicas cuya expresión final es la convencional escala de pH (1 a 14).

La conductividad eléctrica favorece el paso de la corriente eléctrica en un medio acuoso, esto es el efecto directo de la cantidad de electrolitos disueltos en la matriz. Pese a existir como parámetro, la medición se hace de forma indirecta a través de la resistencia eléctrica mediante un sensor de resistividad incorporado al dispositivo de medición en campo.

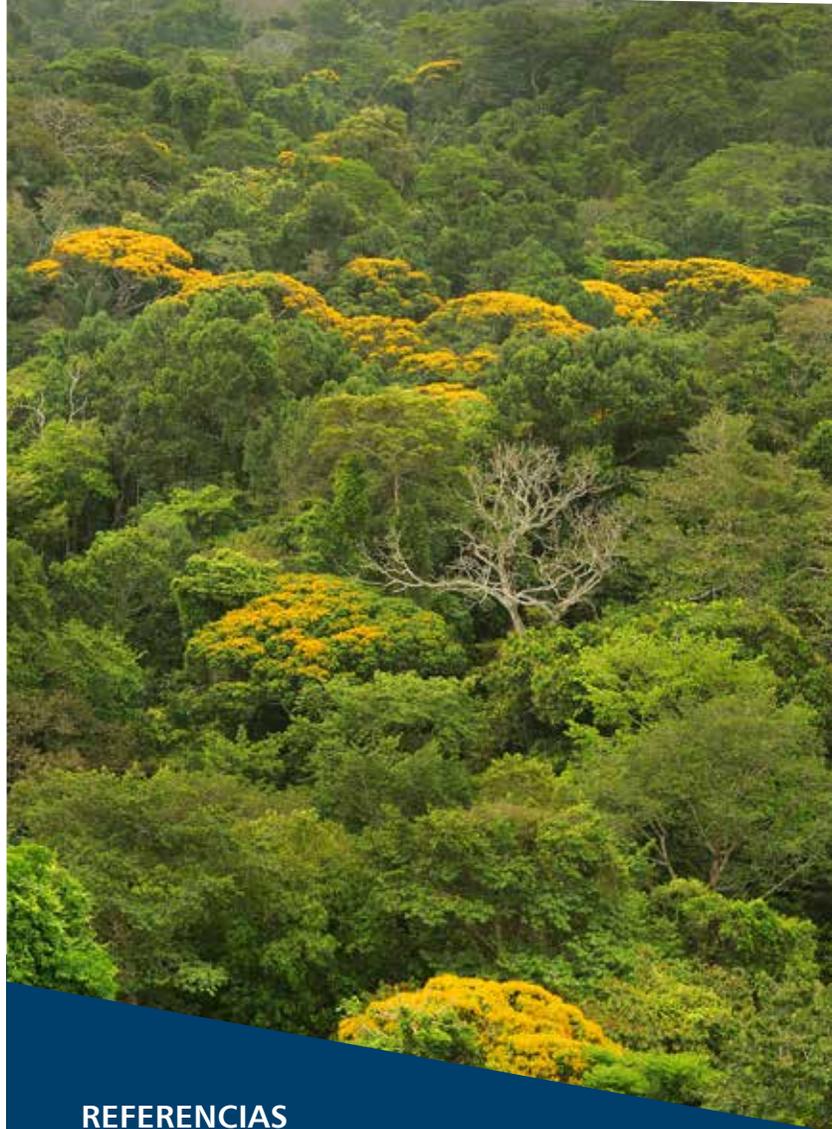
Los nitritos, nitratos, fosfatos y sulfatos son determinados mediante una técnica denominada espectroscopia óptica; en



la misma el principio es la cuantificación de la concentración de la sustancia (analito) de acuerdo con la cantidad de energía lumínica que pueda absorber bajo ciertas condiciones adquiridas en la metodología del ensayo realizado. En palabras más sencillas, se hace reaccionar una cantidad específica de muestra con uno o más reactivos que generen color específico solo con la presencia de la sustancia a ensayar, la intensidad del color generado pasa a un detector óptico que convierte esta señal en absorbancia, la misma es proporcional a la concentración de la sustancia y a partir de una hoja de cálculo (gráfica de calibración) se extrapola la concentración en mg/L.

En la actualidad, el surgimiento de contaminantes emergentes, la sensibilización de los niveles traza de los contaminantes convencionales y las exigencias en el ámbito de la calidad en los laboratorios ha exigido la optimización de las técnicas analíticas, así como la implementación de otros principios fisicoquímicos en lo que se conoce como instrumentación analítica de alto desempeño.

En términos de calidad ambiental es cada vez más frecuente el uso del concepto de trazas y ultra trazas en la definición de los límites permisibles de ciertos contaminantes, es decir que las técnicas analíticas de un laboratorio deben lograr una sensibilidad capaz de generar resultados confiables en el orden de los microgramos e incluso nanogramos por litro. En este nivel de cuantificación son excelentes las técnicas de espectroscopía de absorción atómica para la determinación de metales pesados, cromatografía de gases en la determinación de hidrocarburos y plaguicidas así como la cromatografía iónica en la determinación de trazas de electrolitos y cianuro en aguas.



REFERENCIAS

- Autoridad del Canal de Panamá. 2008. Informe de Calidad de Agua 2007. Departamento de Ambiente, Agua y Energía. División de Ambiente.
- Castelazo, I. 2016. La Próxima Redefinición del kilogramo. Centro Nacional de Metrología de México.
- Flores, E; Moreno, J; Rosales, N. 2015. Ciencias Físicas o Filosofía de la Naturaleza. 6 ed. Panamá.
- Manaham, S. 2001. Fundamentals of Enviromental Chemistry. CRC Press LLC.
- American Water Works Association. 2017. Standard Methods of Examination of Water and Wastewater. 23RD Edition. Washington DC. USA.

CARLOS VARGAS

el hombre del agua



Por: Dr. Emilio Messina

Introducción

Nadie escoge dónde nacer, pero sin importar el lugar, si podemos elegir hacia donde ir y diseñar nuestro trayecto, a fin de realizar la vida de nuestros sueños. Nuestro personaje no es la excepción.

En un corregimiento ubicado en el distrito de Guararé, provincia de Los Santos, llamado La Enea, que en el año 2010 tenía apenas una población de 1,186 habitantes, nació un 10 de junio de 1960, Carlos A. Vargas, a quien cariñosamente le llamamos CAV (por las siglas de su nombre).

De un estrato socioeconómico muy humilde y siendo el tercero de un hogar de cuatro hijos formado por Juventino Vargas (q.e.p.d.) e Hilda Pérez de Vargas, desde muy pequeño Carlos ayudaba a su madre a vender empanadas, tamales, limpiaba botas y recogía tomates y así contaba con el pasaje para ir al Colegio Manuel María Tejada Roca de la ciudad de Las Tablas y culminar sus estudios secundarios.

A pesar de las muchas limitaciones, algo tenía claro CAV, que la educación era un factor de movilidad social ascendente y que el esfuerzo, la constancia y el sacrificio algún día tendrían su recompensa.

Sin mirar sus circunstancias, puso su vista en la meta y no en los obstáculos, por lo que, años más tarde, pudo ingresar al mundo de la educación superior y cursó estudios





universitarios en la Universidad Tecnológica de Panamá obteniendo el título de Ingeniero Electromecánico en 1983, en el que pudo graduarse con honores. Dicen que no todo lo que brilla es oro, pero su avidez por el conocimiento le permitió a CAV apreciar el dorado resplandor que representaba escalar un poco más el ámbito académico. Es así que en el año 1988 el Gobierno de los Estados Unidos le otorgó una beca Fulbright para realizar sus estudios de Maestría. Dos años más tarde, recibió su título de Master en Ciencias (M. Sc.) de la Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Cornell, en Ithaca, NY; y para consolidar su propósito, en el año 2004, obtuvo el título de Master en Administración de Empresas (MBA) de la Escuela de Negocios

del INCAE, forman parte de su extraordinaria formación.

Al que más se le da, más se le demanda. Por esta razón, tuvo muchos aportes en el ámbito internacional y nacional antes de formar parte de la fuerza laboral del Canal de Panamá. En el campo de Ingeniería del Agua realizó proyectos para "Teck Corporation", una compañía canadiense; para "Encibra", un grupo brasileño; para "Sweco" una compañía sueca; para "Ingendesa", consorcio chileno; para el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y para "Esco", compañía panameña consultora de ingeniería, recursos hídricos, hidrología, hidráulica y ambiente, se cuentan entre sus muchas experiencias.

Su dedicación, entrega al trabajo y su superación jugaron un papel importante para ir escalando posiciones entre los años 2004 y 2019, entre las que se destacan: Gerente de la Sección de Hidrometeorología; Gerente Ejecutivo de Ambiente; Gerente Ejecutivo de Agua; Vicepresidente Ejecutivo de Ambiente, Agua y Energía y Vicepresidente de Agua y Ambiente.

Aunque la grandilocuencia no ha sido su estilo, disfruta hablar en público y compartir un conocimiento que denota firmeza y niveles de especialización muy significativos. Hablar de agua es su inspiración, y trabajar por ella le produce un brillo en sus ojos que puede ser observado solo en aquellos, en los que el compromiso y la contribución son su norte y estandarte.

Hoy con más de 30 años de experiencia laborando en la ACP, sueña a Panamá como un país hídrico, gestionado como una macrocuenca, en la que todos los sistemas naturales sean conectados y administrados holísticamente, y de convertir a este país en la capital mundial del agua.

De la limitación a la abundancia, y esta última reflejada en su entusiasmo por la vida, su compromiso con la ciencia y la innovación aplicada a la gestión integrada de los recursos hídricos y todas las muchas razones más que no podríamos expresar en un texto, Carlos Abdiel Vargas, CAV, es nuestro personaje de esta su revista digital Caudal 14.0.



Tricópteros, arquitectos subacuáticos

Bioindicadores de calidad de agua y hábitat en la Cuenca Hidrográfica del Canal.

Por: Eric A. Álvarez H.
Unidad de Calidad de Agua

Los insectos del Orden Trichoptera son un grupo de insectos relacionados con los lepidópteros (mariposas) y los adultos asemejan pequeñas polillas. Se diferencian de las mariposas porque carecen de probocis y sus alas están cubiertas de pelos en lugar de escamas (aunque hay excepciones), esta característica le da el nombre al Orden (Tricho: pelos; ptera: alas = alas con pelos).

Los macroinvertebrados del Orden Trichoptera a los que haremos referencia en este escrito, son aquellos estados acuáticos inmaduros que se caracterizan por ser sensibles a estresores ambientales como pesticidas, nutrientes y sedimentos. La gran mayoría de las especies de tricópteros habitan ríos y quebradas de aguas limpias y bien oxigenadas. Este grupo de insectos acuáticos es uno de los más diversos. Según la Trichoptera World Checklist (Morse, 2015) el número total de especies y subespecies de tricópteros es de 14 548.

Algunas de las larvas de este grupo son comúnmente utilizadas en biomonitoreo de ecosistemas de agua dulce, como indicador de calidad de agua y ecosistemas. Cabe destacar que esto depende, en gran medida, de la determinación taxonómica de las larvas (Ruiter et al., 2013).



Ciclo de vida

En general, las larvas se desarrollan en 5 a 8 estadios inmaduros en un período de un año, pero algunas especies requieren dos años para desarrollarse. En ambientes tropicales generalmente se presentan varias generaciones por año, por lo cual es posible encontrar diferentes etapas al mismo tiempo

y en el mismo sitio de colecta. La etapa de pupa dura de dos a tres semanas. Esta etapa es acuática, y culmina con la ruptura del capullo y surgimiento del adulto sobre la superficie del agua. La etapa de la vida adulta es corta. La mayoría de los adultos de Trichoptera viven menos de un mes. Los adultos son principalmente activos por la noche. En la mayoría de las familias, la hembra depositará los huevos en la superficie del agua. En algunas familias los huevos son puestos sobre vegetación superficial, de donde las larvas caen al agua al salir de los huevecillos (Springer 2010).



Alimentación

La recolección de alimentos durante los estados inmaduros es extremadamente diversa entre los diferentes géneros. Los hay: raspadores de perifiton (Familia: Glossosomatidae, Hydroptilidae y Xiphocentronidae). Algunos se alimentan de materia orgánica en descomposición, por ejemplo hojarasca (Familia: Calamoceratidae, Lepidostomatidae y Leptoceridae). Otros grupos son filtradores de materia orgánica fina en suspensión (Familia: Hydropsychidae). También hay depredadores de otros organismos acuáticos (Familia: Hydrobiosidae y Polycentropodidae). Mientras que algunas especies usan su capacidad de hilar seda para crear un dispositivo de captura de alimentos.

Importancia ecológica

Los tricópteros son importantes para los ecosistemas acuáticos porque filtran y procesan materiales orgánicos, y son una fuente importante de alimentos en la dieta de algunas especies de peces de agua dulce. Estas especies también son sensibles a la contaminación y a la alteración de sus hábitats, por lo que las fluctuaciones en las poblaciones de Tricóptera pueden reflejar cambios en la calidad del agua local y la salud del ecosistema. En consecuencia, es uno de los órdenes incluidos en el índice "EPT" (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), siendo considerado el de mayor sensibilidad entre todos los macroinvertebrados acuáticos.

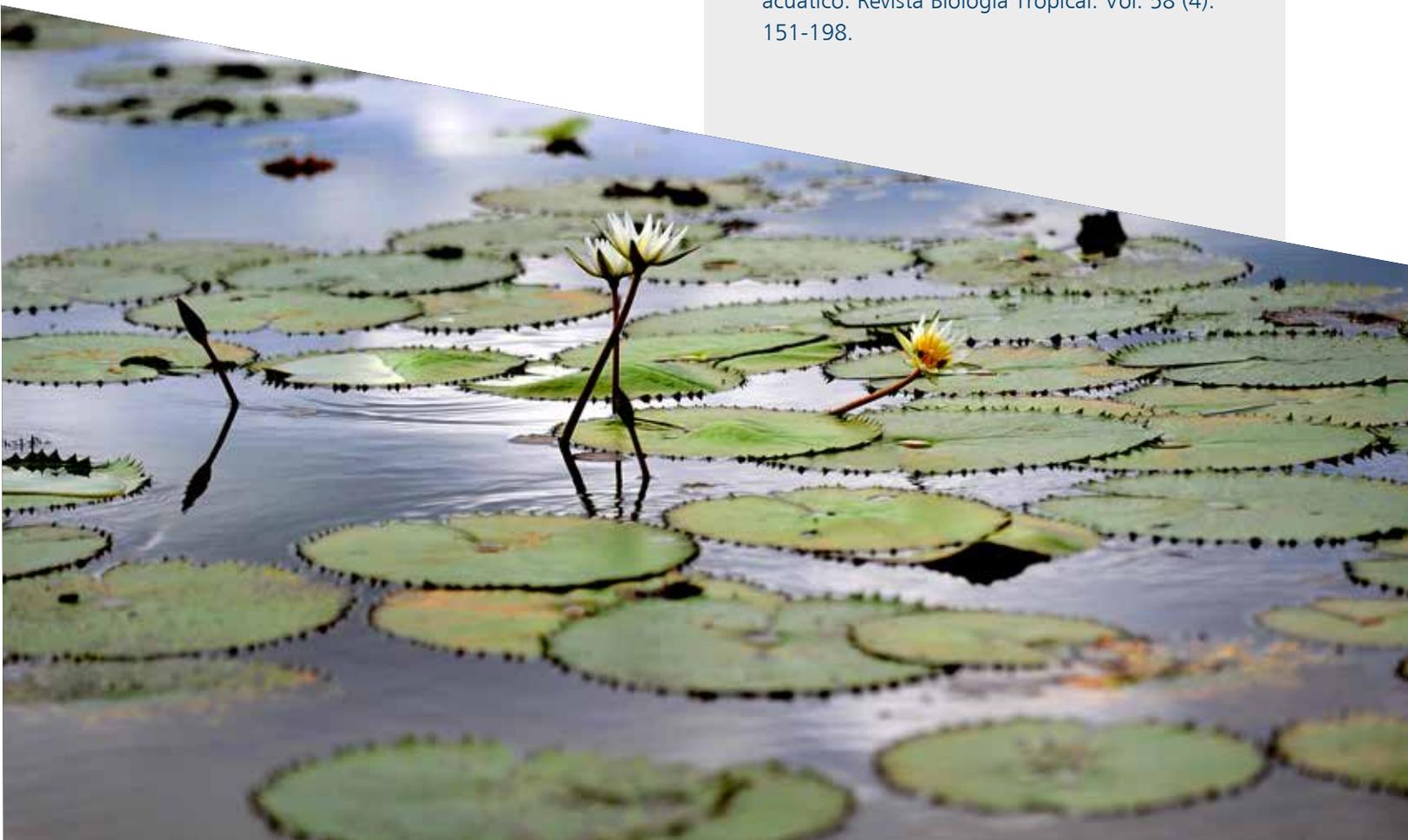
El comportamiento más llamativo que poseen los tricópteros, en su estado larval, es el de construir refugios o casitas utilizando seda producida por una glándula bucal. Los materiales que son utilizados por las larvas para la construcción varían desde arena, piedras, hojas, algas, partes de plantas (raíces, tallos) hasta conchas de moluscos. La forma y el material utilizado son característicos de cada especie, y en muchos casos son típicos del género y de la familia (Springer 2010).

La Unidad de Calidad de Agua, bajo el proyecto Vigilancia Participativa de la Calidad del Agua, ha iniciado desde octubre de 2019 la generación de datos sobre macroinvertebrados acuáticos. Se consideraron dos estaciones: Candelaria en el río Pequení, próxima a la comunidad de San Juan de Pequení y el río Caño Quebrado. Como resultado

de colectas mensuales se registró la presencia de nueve familias de Tricópteros: Calamoceratidae (figura 1), Glossosomatidae (figura 2), Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptoceridae (figura 3), Odontoceridae, Philopotamidae (figura 4), Polycentropodidae.

Referencias

- MORSE, J.C. 2015. Trichoptera World Checklist [WWW Document]. Accesible (2014) en: <http://www.clemson.edu/cafls/departments/esps/database/trichopt/index.htm>
- Ruiter et al. 2013: DNA barcoding facilitates associations and diagnoses for Trichoptera larvae of the Churchill (Manitoba, Canada) area. *BMC Ecology* 2013 13:5. doi:10.1186/1472-6785-13-5.
- Springer, M. 2010. Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I: Biomonitorio acuático. *Revista Biología Tropical*. Vol. 58 (4): 151-198.





Calidad de agua para consumo humano, una construcción a partir de mis recuerdos.



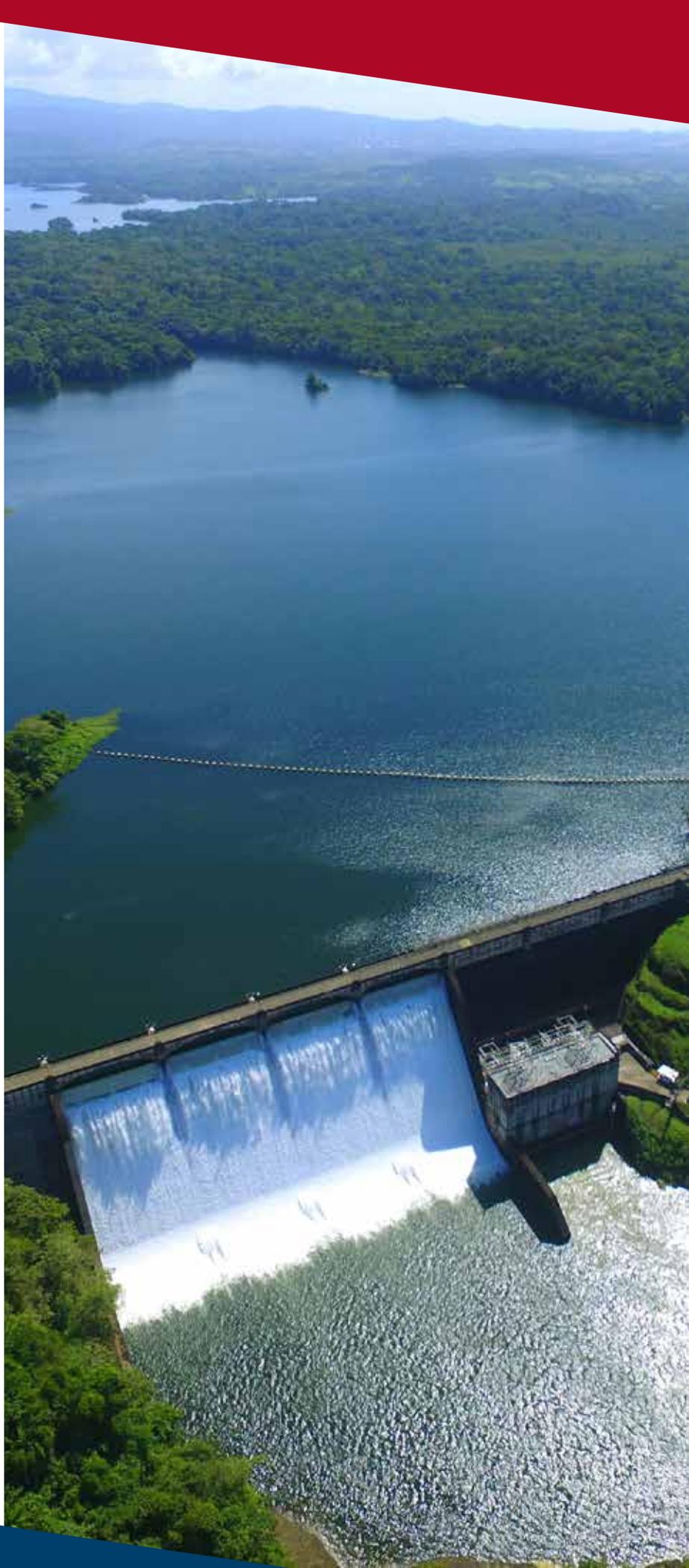
Por: Marilyn Diéguez Pinto
Unidad de Calidad de Agua

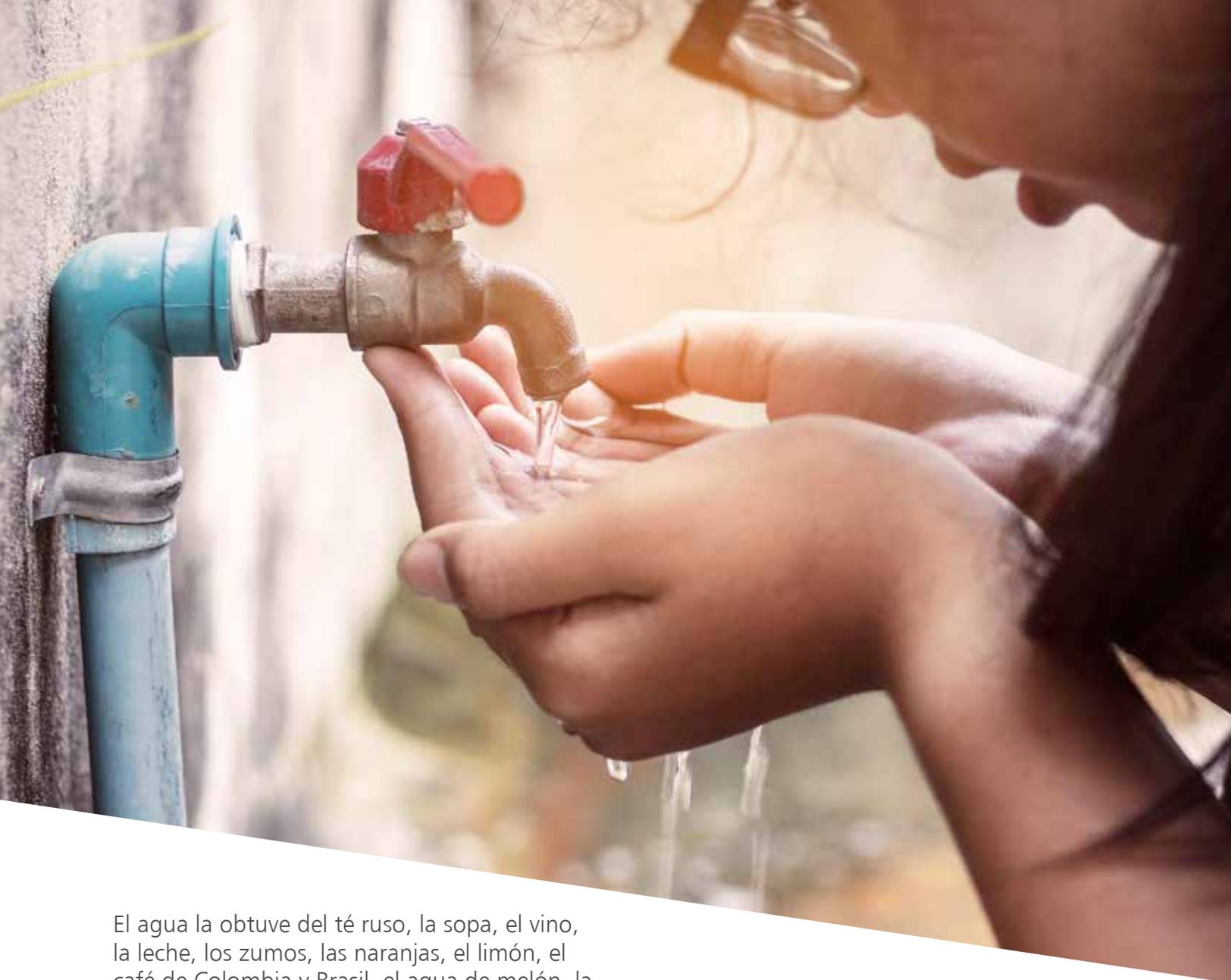
En la preparación de la ponencia que presenté en el 2° Congreso Internacional de Salud Pública. “Construyendo Juntos una Sociedad Saludable” (Panamá, agosto 2 de 2018) sobre calidad de agua para consumo humano en Panamá, y luego de la reunión con los organizadores del Congreso, nació la idea de realizar un “tránsito” rápido desde la prehistoria hasta la edad actual, atravesando pasajes de las edades Antigua, Media, Moderna y Contemporánea; rescatando hitos que relacionan el agua y su calidad con el desarrollo de las poblaciones humanas. Al llegar a la Contemporánea, cambiar la escala, usando un Zoom histórico que nos acercara al hoy y a lo local en el tema a tratar.

Un costal de recuerdos fue rescatado en mi cerebro, que se agolparon en mi mente hablándome de hechos que llamaron mi atención a temprana edad sobre el consumo de agua en los lugares donde he vivido y también estudiado. Hechos que seguían allí, dando vueltas y exigiendo una explicación razonable y fundamentada.

Cuando tenía 18 años gané una beca para realizar estudios universitarios en Rumanía. Una de los hechos que para mí fue curioso, al poco tiempo de haber llegado, fue ese rechazo percibido en los rumanos hacia el consumo de agua durante las comidas. El agua del grifo era utilizada en todas las actividades domésticas, excepto para beber acompañando a las comidas o durante el día de manera regular. Lo mismo observé en España cuando fui a realizar el doctorado, lo cual se mantiene cada vez que voy de visita, en casas de amigos y en restaurantes. ¿Dónde estaba el vaso con agua servido apenas uno tomaba asiento en un comedor, similar a lo que aún ocurre en restaurantes tradicionales de Panamá? Aunque cada día haya más la posibilidad de disponer de agua embotellada -no referida en el menú o la carta-, generalmente con gas.

Le pedí prestados a amigos y conocidos sus recuerdos. Que me dijese cuáles impresiones habían quedado registradas en su memoria de aquellos años de estudios, fuese en Rumanía, en España, en Rusia o en Bélgica, sobre el consumo de agua por sus habitantes. Deseaba validar, a través de otras observaciones, las mías. En el caso de que sus análisis fuesen similares a los míos, el cuestionario seguía intentando identificar si buscaron y obtuvieron alguna explicación sobre esa costumbre de no beber agua en las comidas, y por demás, casi nunca en su estado natural, proveniente de un grifo domiciliario, sin agregarle algún ingrediente saborizante o equivalente. Finalmente, qué impresión les generó y si adoptaron sus costumbres. Entre sus respuestas, y sin hacer mayores comentarios, sobresalieron las que a continuación comparto.





El agua la obtuve del té ruso, la sopa, el vino, la leche, los zumos, las naranjas, el limón, el café de Colombia y Brasil, el agua de melón, la gaseosa roja, los pepinos. ¿El agua en el grifo? También la bebí en la cafetería estudiantil cada día (Moisés).

En casa de mi novia, en las comidas, había agua con gas, agua del grifo y vino. En la residencia estudiantil tomaba agua del grifo enfriada en la ventana. Años más tarde, en la década de los 80, fui a hacer un postgrado en la Universidad del Sur de California. Al llegar, me entregaron una lista de recomendaciones y prohibiciones. Una de ellas era no tomar agua directamente del grifo (Rigoberto).

Antes de ir a España había vivido en Bélgica y Alemania, y allá lo que más me llamaba la atención es que el agua del grifo no era

totalmente potable. Desde la primera vez que yo fui para allá, en el 80, siempre era agua embotellada. La que más se consume en el norte es agua con gas. Para acabar de joder nunca me gustó porque a mí me sabía esa vaina como Alkaseltzer o quién sabe a qué vaina. El agua del grifo no era para beber. Bueno, ise podía beber! Mucha gente del campo -y yo vivía en el campo-, la tomaba porque ya estaba acostumbrada. Pero yo, que venía de acá, de Panamá, bebía esa agua y quedaba con el estómago hecho leña. Bueno, eso por un lado. Segundo, que me llamaba la atención es que esa gente ahorra mucha agua, no como nosotros aquí que la despilfarramos. Bueno esa gente allá ha pasado tantos páramos- el agua del

sanitario, el agua del lavamanos, el agua de bañarse no era potable. ¿Lo de beber agua en las comidas? Bueno, la verdad es que allá se tomaba agua. En Alemania y Bélgica se tomaba agua. Sí, se tomaba agua, pero ellos la tomaban con gas y yo tomaba mi agua sin gas. No vi que ellos no tomaran agua. Claro que también tomaban mucha cerveza. En España sí fue mucho más marcado. En el hospital, esa gente lo que te ponía allí para beber era cerveza y vino. Me llamó mucho la atención que tomaban cerveza y vino en el hospital; acá en Panamá, jamás tú ves eso. Pero, bueno. Y agua, muy poca. Sí, sí... se consume menos agua que nosotros. En España sí me llamó mucho la atención que los españoles bebían muy poca agua.

Aquí en Panamá se está dando que no te ponen agua en los restaurantes; antes te ponían la jarra, la famosa jarra con hielo, que se pierde -gente que ni la toma, que la deja en el vaso, el hielo también- todo eso es plata. La bolsa de hielo cada día está más cara. Yo tengo muchas amistades que tienen restaurantes, fondas y pendejadas, y eso es así. Y no te ponen para que tú la dejes. En algunos casos tienes que pedirla. Mucha gente a la que no le gusta beber agua, y yo



lo veo en los pacientes, si no le ponen la jarra de agua pide soda, pide lo que sea menos agua, y si es agua, comprarla. Antes, en los bailes típicos, tú ibas y te ponían la botella de agua. Ahora todo eso tienes que comprarlo -la botellita que para acabar de joder es pura agua del grifo con un filtro, si acaso-. Bueno, eso es lo que yo pienso. Pero, cada día se ve menos agua en las mesas, y cada día hay más gente jodida con los riñones. Eso es. (Karl, Urólogo).

En la ex- Unión de Repúblicas Soviéticas Socialistas (URSS) existían máquinas dispensadoras de agua con gas las cuales, por tres Kopeks, te despachaban 200 ml de agua con gas. ¡Había algunas hasta con sabor! Tenías para escoger, solo con gas o con gas y sabor, por el mismo precio. En estas máquinas dispensadoras, ubicadas por lo general en las estaciones del transporte colectivo, se disponía de uno a dos vasos de uso colectivo por máquina, el cual era lavado en sitio por cada usuario mediante un chorro de agua a presión. También en verano se bebía directamente de barriles una bebida fermentada a partir de la malta, cebada y trigo llamada «kvas», de bajo contenido alcohólico (Ajax).



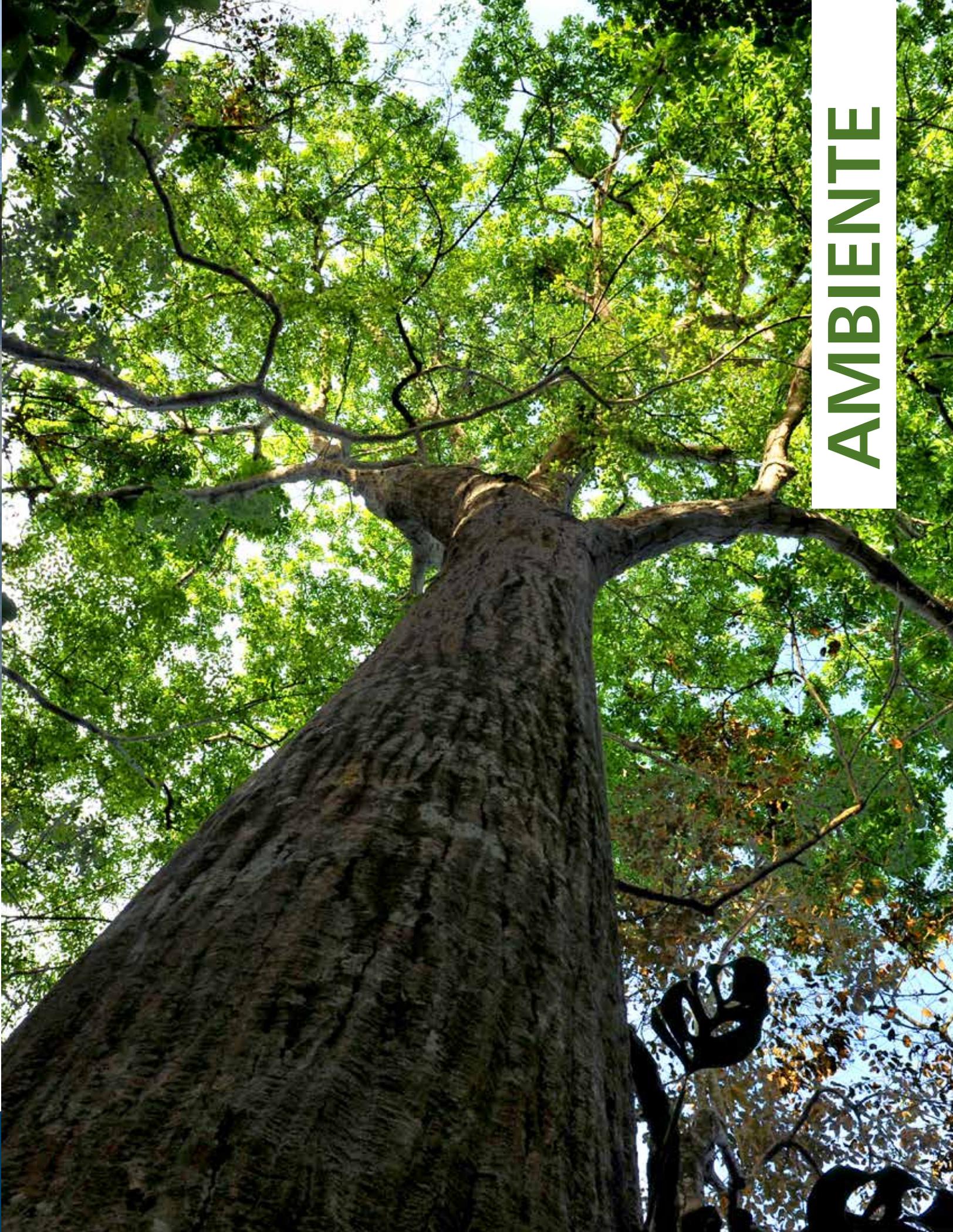


En aquel entonces no se informaba, como ahora, sobre la necesidad de tomar como mínimo ocho vasos de agua al día, así que no puedo recordar qué cantidad de agua tomaban los rusos o rusas en las residencias estudiantiles o en los hogares o en situaciones de convivencia con ellos. Lo que sí puedo asegurar es que tenían por costumbre acompañar las comidas con té negro y, en general, tomaban frecuentemente té negro como acompañante. En los hogares, adicional al té, el vino podía estar presente (Linnette).

Puedo decirte que desde que llegamos a Rusia se notó una alta calidad del agua, muy parecida a la nuestra, acá. Siempre tomábamos de los grifos y recuerdo que en las habitaciones de las residencias se mantenían jarras con agua que provenía de los grifos. Sin embargo, para acompañar las comidas se utilizaban jugos y refrescos que hacían hirviendo frutos secos y después enfriándolos. Recuerdo también unas bebidas embotelladas que ellos llamaban limonada y otra que hacían con cebada, oscura y un poco ácida que llamaban <<kvas>>. Lo anterior indica que no usaban agua con las comidas, por lo menos

en lo que pude observar en mis 7 años allá, relacionándome predominantemente con los rusos, dada mi condición de casado con rusa. Estuve en Rusia, en el 2016, y observé lo mismo en los restaurantes de comida rápida (Rolando).

Hoy tengo una respuesta a mis observaciones respecto al consumo de agua en los países europeos donde tuve la oportunidad de estudiar y visitar, que no solo me parece lógica sino que también está acompañada de una interpretación histórica que me satisface. Me anima el hecho que aquella experiencia remota de mis años universitarios haya quedado dando vueltas y persistido en mi cerebro desde entonces hasta encontrar una explicación plausible. A la postre, unida a las reflexiones generadas por la lectura, hace algunos años, de Los pilares de la tierra (Ken Follet), puedo compartirla. La he encontrado al realizar un tránsito vertiginoso desde la prehistoria hasta la edad actual, traspasando pasajes de las edades Antigua, Media, Moderna y Contemporánea; y rescatar los hitos que relacionan el agua y su calidad con el desarrollo de las poblaciones humanas.



AMBIENTE

Monitoreo Biológico y bioindicadores en el Lago Gatún

Por: Marco A. Nuñez

El monitoreo biológico es un método que permite conocer la dinámica de los ecosistemas; de ahí que sea una herramienta esencial para garantizar la conservación, el manejo y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad en sus distintos niveles de integración, desde los genes hasta las comunidades y ecosistemas. Estos monitoreos surgen como respuesta a la necesidad de detectar cambios significativos en el ambiente, la abundancia de los recursos, la salud de las poblaciones biológicas que habitan el ecosistema y por supuesto los efectos y consecuencias para las poblaciones humanas en el tiempo.

En los ecosistemas acuáticos, estos cambios, según su impacto favorecen el establecimiento de ciertas especies que son utilizadas como bioindicadores de la calidad del agua.

Un bioindicador es la “especie o especies que poseen requerimientos particulares con relación a uno o un conjunto de variables físicas o químicas, tal que los cambios de presencia-ausencia, número, morfología o conducta de esa especie en particular, indiquen que las variables físicas o químicas consideradas, se encuentren cerca de sus límites de tolerancia” (Doughty, 1994).



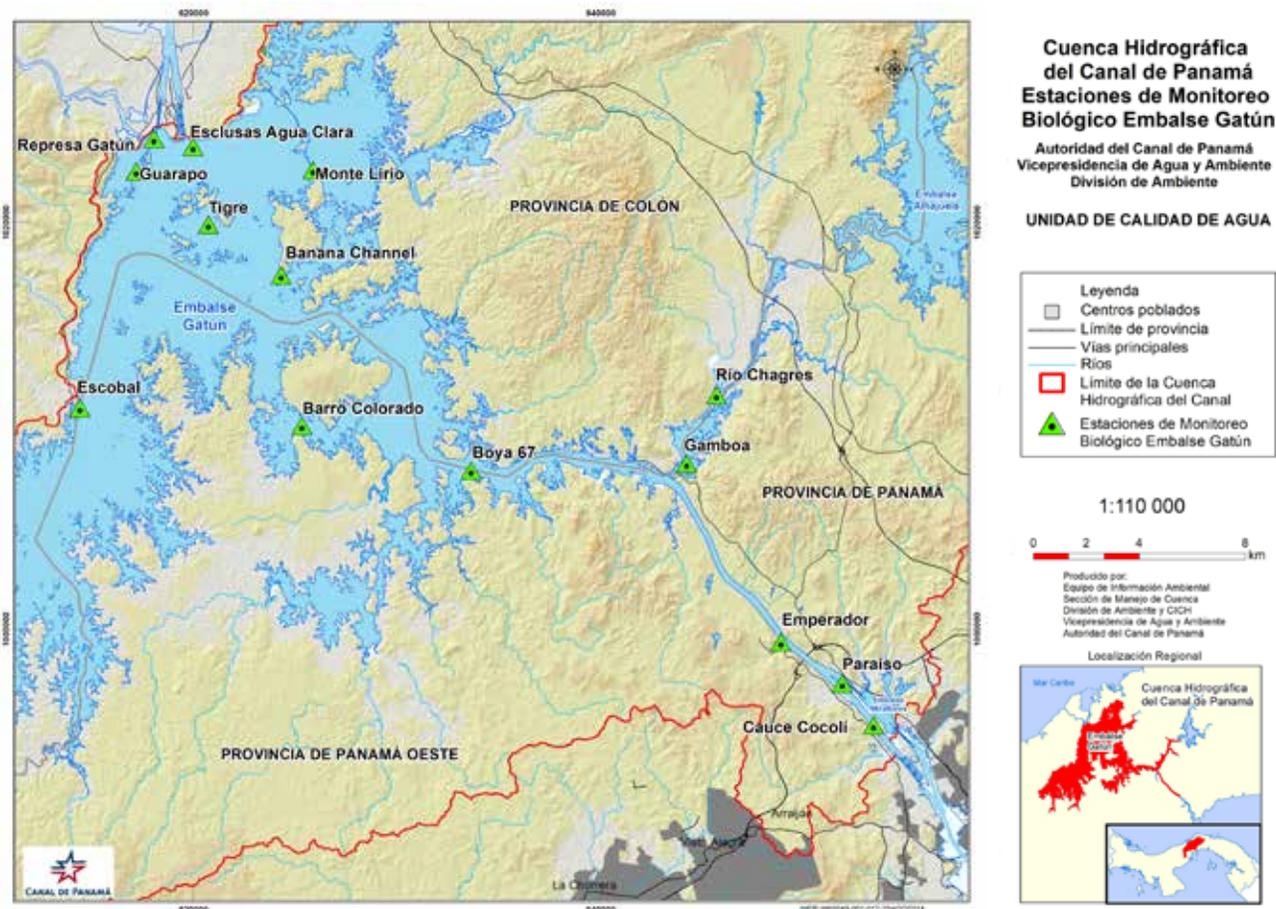
Las razones para utilizar organismos son la aportación de una percepción integrada y extendida en el tiempo sobre la calidad del agua, la facilidad de usar este tipo de organismos, en comparación con los costosos análisis químicos o de toxicidad y la capacidad que poseen los animales y plantas de acumular información que los análisis físicos - químicos no develan.

Los organismos que son utilizados con mayor frecuencia como bioindicadores en ecosistemas acuáticos son las algas y plantas acuáticas, zooplancton, bacterias, peces y los macroinvertebrados, siendo este grupo, el más empleado en análisis y monitoreos. Binghui, L., (2010) y Velázquez & Vega, (2004). Como parte de la gestión ambiental y de los compromisos adquiridos en el Plan Maestro del Canal de Panamá a través de la División de Ambiente, se lleva a cabo el programa

de evaluaciones ambientales; donde se realizan inventarios de la biodiversidad de especies acuáticas en el embalse Gatún, con la finalidad de actualizar, complementar el inventario y conocer la distribución de las especies acuáticas (fitoplancton, zooplancton, bentos, peces, crustáceos y moluscos) que habitan dicho embalse, recopiladas a partir del Programa de Ampliación del Canal.

En los monitoreos biológicos del lago Gatún, se consideran aspectos como áreas muestreadas, métodos utilizados, estacionalidad y otros criterios que ayuden a establecer la metodología de colecta de estas especies acuáticas. Este monitoreo se lleva a cabo en dos periodos de muestreo, uno en la (época seca) y otro en la (época lluviosa), en catorce (14) estaciones ubicadas en este embalse.

Distribución de las estaciones de muestreo del monitoreo biológico en el lago Gatún.



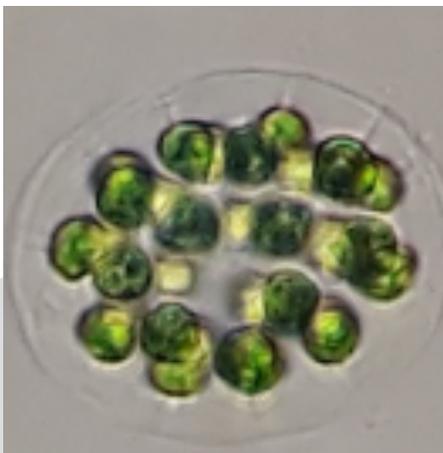
Se consideran ambos periodos de muestreo, con la finalidad de entender la diversidad, abundancia, dominancia y distribución de diferentes especies acuáticas consideradas en estos monitoreos dentro del lago Gatún, y evaluar si existen cambios significativos dentro de las estructuras de las comunidades acuáticas presentes en este cuerpo de agua.

Metodología de colecta de peces, fitoplancton, zooplancton y bentos

Los primeros monitoreos biológicos tuvieron sus inicios en el año 2004 con la línea base para la construcción de las nuevas esclusas. En total se han realizado 8 campañas. De las diversas especies reportadas dentro del embalse Gatún a la fecha, podemos indicar con base en los resultados obtenidos antes, durante y después de la ampliación del canal de Panamá, que este lago mantiene una comunidad de organismos de agua dulce saludable, diversa y estable, con ciertas intromisiones de especies de peces y crustáceos marinos con adaptaciones fisiológicas especiales que le permiten hacer uso de este cuerpo de agua. En base a los resultados obtenidos a la fecha, podemos inferir que se mantiene el carácter de agua dulce en este embalse.



Coleca de peces



Fitoplancton



Zooplancton



Moluscos



BIBLIOGRAFÍA

Binghui, L. (2010) Biomonitoring and bioindicators used for river ecosystems: definitions, approaches and trends. *Environmental Sciences*, 2, 1510 – 1524.

Doughty, R. (1994). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates, edited by Rosenberg and Resh. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 4(1), 92-96.

Velázquez, E., & Vega, M. (2004). Los peces como indicadores del estado de salud de los ecosistemas acuáticos. *CONABIO. Biodiversitas*, 57(1), 12-15.

El incalculable valor de los DATO\$

Por: Delia Zúñiga

En los últimos años el valor de los datos se ha incrementado exponencialmente. Reconocidos medios internacionales afirman que la data es el nuevo “commodity”, situando su valor inclusive por encima del petróleo. Según datos del Foro Económico Mundial, se espera que todo el universo digital alcance los 44 zettabytes (ZB= 1,0007 bytes) este año. Para dar una perspectiva, esto significaría que habría 40 veces más bytes que estrellas en el universo observable.

Imaginemos la magnitud, volumen y variedad de datos que generamos a diario debido al crecimiento de la telefonía móvil, el Internet de las Cosas (IoT), la ciencia ciudadana y la teledetección. Ante esta enorme cantidad de datos, han surgido soluciones como la Inteligencia Artificial (AI), la cual permite el “aprendizaje” de máquinas a partir de complejos y extensos sets de datos para automatizar la creación de modelos.

Hoy, muchas empresas emprenden estrategias vanguardistas de digitalización. La Inteligencia Artificial es exitosamente empleada para identificar pérdidas, predecir demanda y gestionar el consumo de energía en sistemas de distribución de agua potable. El Puerto de Rotterdam, con quien tenemos un acuerdo de cooperación mutua, trabaja constantemente en incrementar su nivel de digitalización. No solo se han enfocado en automatizar procesos, sino en hacer uso de información digital para que todos los usuarios sepan en tiempo real todo lo que acontece. Al mismo tiempo, los datos generados se usan para crear modelos predictivos respecto a la logística y operación del puerto.

Para el Canal de Panamá, observar estos acontecimientos tecnológicos mundiales como oportunidades para ampliar su conectividad y crear ecosistemas digitales que permitan intercambiar y analizar información relevante con partes interesadas. ¿Cómo nos beneficiaríamos si las comunidades de la cuenca generan observaciones sobre anomalías en la calidad de agua a través de una aplicación móvil? ¿Impactaría positivamente a nuestra cultura empresarial que los colaboradores de ACP acumulen puntos en forma de criptomonedas a cambio de buenas acciones ambientales? Y, ¿Qué pasaría si colocamos sensores en los vehículos y/o equipos para definir preventivamente fallas o requerimientos de mantenimiento?



Pese a todas las oportunidades globales, el índice de madurez digital de Panamá está muy por debajo de la media de los líderes globales. No obstante, es curioso analizar que la tecnología de celulares y capacidad de compra es igual a la de países desarrollados. Por ejemplo, AMAZON es el #1 en ventas en línea en Panamá, a pesar de no estar físicamente en el país. Lo anterior, indica que tenemos el mismo potencial que otros países más avanzados para aprovechar los beneficios de la digitalización.

Aunque muchas ideas parezcan muy utópicas, lo cierto es que cada vez es más fácil y barato almacenar y analizar datos. Además, está matemáticamente comprobado que las empresas generan más valor para sus clientes y crecen cuando aprovechan la digitalización.

Todavía estamos muy lejos de que las máquinas exhiban una inteligencia similar a la humana, pero esto no impide que se sigan desarrollando nuevas y mejores tecnologías. Al contrario, estos avances nos ofrecen nuevas oportunidades de negocio y servicios con valor agregado. Al final, no es casual que empresas como Google o Facebook, sean altamente exitosas debido a la cantidad de información que manejan.



Coordinación Interinstitucional

Mesa Técnica del Proyecto Caño Quebrado

Una herramienta para la gobernanza del agua en la Cuenca del Canal de Panamá.

Por: Milton Martínez H.

Que son las Mesas Técnicas (MT):

Las MT son espacios de interacción entre actores públicos, privados, políticos y comunitarios de una región que muestran interés en participar en un diálogo concertado. Son espacios de debate técnico que incorpora el método científico para atender los complejos desafíos ambientales que amenazan al recurso hídrico de una región hídrica y sobre los cuales ya existe un nivel de conciencia de su gravedad.

Utilidad de las MT para responder a desafíos ambientales

En la Región de Hules Tinajones y Caño Quebrado la sedimentación que produce el cultivo de la piña impacta en el uso intensivo del suelo y la pérdida de fertilidad. Ello afecta la calidad y cantidad del agua del río Caño Quebrado que vierte sus aguas en el lago Gatún cerca de la toma de agua de la potabilizadora de Mendoza. Instituciones como el IDIAP y la ACP están sumando esfuerzos, desde 2017, para identificar opciones que contribuyan a reducir el impacto ambiental de esta actividad productiva.

Estos esfuerzos convergen con las iniciativas que se debaten en el Consejo Consultivo de Hules Tinajones y Caño Quebrado, donde participan empresas y productores de piña, el sector académico, las autoridades locales e instituciones, además del sector comunitario.

Bajo este espacio de concertación se estructura y fortalece la MT del Proyecto de Caño Quebrado.

Contexto socioeconómico regional

Hules Tinajones y Caño Quebrado es una región en donde existen unas 1,263 explotaciones agropecuarias de acuerdo con la Contraloría General de la República. Desde el punto de vista de la seguridad hídrica esta región de la Cuenca tiene una importancia relevante ya que en sus inmediaciones y cercanas al lago Gatún están localizadas las dos tomas de agua cruda de las potabilizadores de Mendoza y Laguna Alta, que proveen al IDAAN de agua potable para la creciente población de los distritos de Arraiján y Chorrera. Los procesos de producción que se desarrollan en la región conllevan procesos de deforestación, erosión y sedimentación en cuerpos de agua con impactos por uso de agroquímicos, mala disposición de residuos sólidos. Todo ello afecta la calidad y cantidad de agua, y la salud de los habitantes de la región de Hules, Tinajones y Caño Quebrado que cuenta con una población aproximada de 5,941 habitantes un gran porcentaje depende de acueductos rurales.

Contexto socioeconómico regional

Hules Tinajones y Caño Quebrado es una región en donde existen unas 1,263 explotaciones agropecuarias de acuerdo con la Contraloría General de la República. Desde el punto de vista de la seguridad hídrica esta región de la Cuenca tiene una importancia relevante ya que en sus inmediaciones y cercanas al lago Gatún están localizadas las dos tomas de agua cruda de los potabilizadores de Mendoza y Laguna Alta, que proveen al IDAAN de agua potable para la creciente población de los distritos de Arraiján y Chorrera. Los procesos de producción que se desarrollan en la región conllevan procesos de deforestación, erosión y sedimentación en cuerpos de agua con impactos por uso de agroquímicos, mala disposición de residuos sólidos. Todo ello afecta la calidad y cantidad de agua, y la salud de los habitantes de la región de Hules, Tinajones y Caño Quebrado que cuenta con una población aproximada de 5,941 habitantes un gran porcentaje depende de acueductos rurales.

La MT como respuesta a la debilidad institucional

La MT demuestra que es posible superar las dificultades y debilidades organizativas de las instituciones, algunas de las cuales se caracterizan por una limitada capacidad de gestión, poca o baja representatividad, escasa capacidad de convocatoria, falta de liderazgo y deficiencias en la comunicación y obtención oportuna de información por parte de los diversos actores públicos y privados que hacen parte del entramado de estos desafíos ambientales.

Cierto es que estas realidades complejas no pueden ser manejadas o solucionadas sectorialmente,

sino que requieren del apoyo y la acción articulada de los sectores con responsabilidades en la prevención o control de estos desafíos.

En este caso y bajo un enfoque de construcción de alianzas, el Consejo Consultivo de la región de HTyCQ, con el apoyo técnico de la ACP, aprovecha este espacio de diálogo técnico y social, el cual ha sido creado para la socialización, discusión, gestión de acciones enfocadas a impactar positivamente los determinantes, productivos, sociales y ambientales. Se parte de la premisa que el accionar conjunto debe ser acompañado por el conocimiento técnico y la voluntad política de los diferentes sectores considerados como actores relevantes.



A partir de lo anterior, se reconoce que una de las ventajas de la MT del Proyecto de Caño Quebrado es el análisis de los aspectos determinantes en el cultivo de la piña y su impacto sobre suelos y agua en el territorio por el que fluye el río Caño Quebrado hacia el lago Gatún. Este nivel de diagnóstico ha permitido a su vez producir una imagen del territorio y la posibilidad de hacer una gestión concertada para su desarrollo en el tiempo.

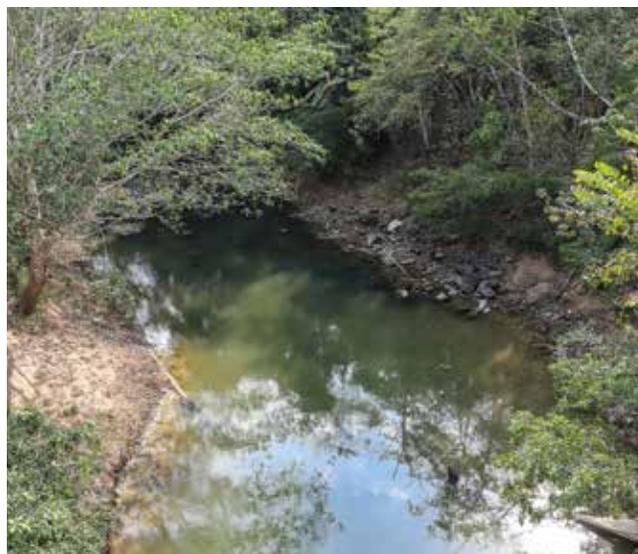
La imagen espacial del territorio de la subcuenca de Caño Quebrado

El análisis multidisciplinario que contiene la visión espacial e hidrológica de esta subcuenca ha facilitado una mayor y mejor comprensión de las características del territorio al conocer el estado de su cobertura boscosa en los tramos alto, medio y bajo. La identificación y localización de las principales actividades productivas. El concepto de las concesiones de agua en este territorio y las pautas que la regulan. La identificación y localización de los acueductos rurales y que comunidades se sirven de ellos. La propia localización de los puntos de muestreos para evaluar la calidad del agua. Las condiciones sociales de las comunidades en su nivel educativo, de salud, acceso a agua potable, tratamiento de los residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales y negras, generación de ingresos. Una parte de estos datos están contenidos en los avances de investigación que la Sección de Manejo de Cuenca de la ACP ha organizado bajo el Proyecto Piloto de Caño Quebrado y que han sido compartidos en talleres de trabajo organizados por la MT del proyecto. En esta interacción técnica han participado el IDIAP el Instituto Conmemorativo Gorgas, SENACYT, CATHALAC y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Panamá, entre otros.

Los aportes del IDIAP

En esta dinámica, de intercambio de información, se muestran los resultados de las investigaciones del IDIAP. Un ejemplo efectivo es el estudio realizado por el IDIAP en el 2017-2018 que se denomina “Evaluación de la pérdida de suelo y nutrientes por erosión hídrica en el cultivo de la piña”. Una de las premisas de esta investigación es que la erosión hídrica es la forma más acelerada de degradación de suelos. De acuerdo con datos del MIDA (2015) se calcula en 1,265 las hectáreas dedicadas al cultivo de la piña.

Esta investigación fue dirigida a evaluar las propiedades fisicoquímicas y clasificar un perfil de suelo, la erosividad de las lluvias y precipitación acumulada en el sitio del experimento, y evaluar la pérdida de suelos y nutrientes por erosión hídrica en el cultivo de piña MD-2 dentro de la subcuenca (Las letras y el número, indican la variedad de este rubro). Los resultados determinaron que las barreras vivas para medir su importancia en el control de la erosión en este cultivo. A continuación, la tabla muestra en la primera columna, el tipo de tratamiento o medida para control de erosión, mientras que en la segunda columna presenta el porcentaje de efectividad de cada una de estas:



Uno de los pasos siguientes al que debe abocarse la mesa técnica es poner en ejecución las recomendaciones que emergen de la investigación del IDIAP para el uso de barreras vivas que permitan un control de la erosión. Por el momento existe el interés y la oferta de algunas empresas productoras por poner a disposición sus unidades productivas para semilleros de las plantas de vetiver y hierba de limón y que esta técnica puede diseminarse entre los productores del rubro y hacer las evaluaciones correspondientes para el seguimiento y su validación.

TRATAMIENTO	CONTROL DE LA EROSIÓN (%)
1. Piña con hierba limón	98.52
2. Piña con vetiver	97.91
3. Piña con siembra	82.12
4. Suelo desnudo	0.00



Los aportes de la Facultad de Ingeniería de la UP

Tras la búsqueda de construir respuestas multidisciplinarias, estudiantes de tesis de la Carrera de Meteorología de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Panamá se insertan en el debate científico que se genera en la Mesa Técnica. Estos estudiantes replican dentro del área del proyecto, un modelo de predicción climática que fue aplicado al cultivo del arroz, bajo un enfoque de seguridad alimentaria. Este modelo es ahora adoptado al cultivo de la piña. Para ello se produjo un intercambio técnico con productores independientes y empresas piñeras que exportan este producto con la finalidad de identificar las variables que

deben incorporarse en este modelo informático o software. En reuniones y giras de campo a fincas de producción de piña los estudiantes pudieron conocer los aspectos a considerar en la fenología de este cultivo a lo largo de su ciclo de producción. Este intercambio de saberes con los productores permitió establecer los posibles requerimientos de agua en cada etapa del cultivo. Es este tipo de información lo que debe conllevar a tomar mejores decisiones para un uso más racional del agua y de otros insumos que se requieren en este ciclo productivo de la piña.

En el marco del seguimiento de la MT del proyecto Caño Quebrado, se gestiona que el trabajo final de la tesis que es el modelo o software, una vez validado dentro del Consejo Consultivo, pueda ser transferido por la Facultad de Ingeniería y la Universidad de Panamá al IDIAP como la institución regente en materia de investigación y seguimiento a las realidades agrícolas del país y sirva de línea base e información a los programas que realiza la ACP en la Cuenca del Canal.

Una primera aproximación a la sistematización de la MT del proyecto de Caño Quebrado.

Con el apoyo de una estudiante de Louisiana State University (LSU) se establece una primera sistematización de la MT del proyecto de Caño Quebrado. En ella se valoran tres objetivos que en la práctica persigue esta MT. En primer lugar: concertar instituciones, universidades, centros e institutos de investigación y actores sociales y políticos para analizar los desafíos ambientales de la región. En segundo lugar: Promover acciones conjuntas que desde un enfoque multidisciplinario aborden adaptaciones al cambio climático. En tercer lugar: Fortalecer el rol del Consejo Consultivo de la Región de Hules Tinajones y Caño Quebrado (HTyCQ) como mesa de concertación. Estos tres alcances muestran la maduración del Consejo Consultivo de HTyCQ de lo que puede y debe ser el desarrollo de una gestión territorial concertada.

Los resultados de las investigaciones y estudios científicos en alianza, están nutriendo una gestión del conocimiento que contribuye en la sostenibilidad del recurso agua en la región.

Las hipótesis que se pautaron para esta sistematización fueron las siguientes: i) Se fortalecerá la gobernanza del agua en la región, si el Consejo Consultivo estructura los pasos para fortalecer la mesa técnica; ii) La MT contribuirá a generar confianza y cohesión entre los actores relevantes en el Consejo Consultivo; iii) La MT generará un cambio de

actitud y aportará en acciones coordinadas para responder desafíos ambientales en la región.

Tomando la experiencia de las mesas técnicas agroclimáticas que se ensayan en Colombia, derivamos una secuencia de pasos y componentes que son pertinentes citar, en el gráfico siguiente; y que orientan hacia dónde se encamina la MT del Proyecto Caño Quebrado.

Componentes del Proceso Estratégico de la MT



Algunas conclusiones preliminares

Luego de dos años (febrero de 2018-febrero de 2020) de haberse organizado la MT del Proyecto de Caño Quebrado se puede constatar la validez de los siguientes resultados:

- Se ha logrado elevar los niveles del debate técnico del Consejo Consultivo.
- Se ha logrado un sistema de rendición de cuentas y comunicación a través del trabajo multidisciplinario con aportes significativos de Instituciones de investigación del Estado y el sector académico.

- Se ha logrado mantener un sistema de seguimiento y evaluación del impacto de los resultados de las investigaciones aplicados a los desafíos ambientales que se debaten en el Consejo Consultivo.

- Se ha logrado un generar confianza y cohesión entre los actores del Consejo consultivo.

La MT se ha convertido en un espacio de interacción de intereses comunes, que focalizan una temática relevante para el recurso hídrico en la región de HTyCQ. Con ello este Consejo Consultivo se acerca a lo que la FAO (2007) define como un nuevo enfoque de gestión de cuenca hidrográfica. Se sustenta que con esta experiencia se transita hacia un enfoque en donde es relevante la participación de todos los interesados, asociando los intereses sociales, técnicos y políticos, en un proceso de concertación pluralista y multidisciplinario.

Línea de tiempo de la Mesa Técnica



Línea del Tiempo de la MT del Proyecto Caño Quebrado

Establece un diálogo entre el conocimiento local y el científico en procesos de investigación acción, razonablemente rápidos y profundos, con la participación de una variedad de partes interesadas.

La MT es también una forma de acercar, desde una perspectiva local y regional, los debates y aportes que se pueden hacer al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Por ejemplo el ODS 13 que tiene como finalidad acelerar la acción para frenar la crisis climática promoviendo medidas de mitigación y adaptación. Para ello:

- Fortalece la capacidad de adaptación al cambio climático.
- Incorpora medidas en las políticas, estrategias y planes nacionales.
- Mejora la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional.
- Aumenta la capacidad de planificación y gestión en los países menos desarrollados,

prestando especial atención a los problemas.

También, la MT se constituye en un espacio para debatir acciones locales y regionales que nos acercan a las metas del Plan Nacional de Seguridad Hídrica. Agua para Todos.

Este proceso de MT contribuye a vislumbrar el concepto de gobernanza aplicado a la gestión de un territorio. En este concepto se reconoce la prioridad del agua como elemento fundamental para la vida en procesos de coordinación y cooperación de distintos y diversos actores, sociales, sectoriales, políticos e institucionales que participan en la gestión integrada del agua.

Finalmente la MT demuestra lo posible que es, bajo formas concertadas, acercarnos a construir alianzas para lograr gradualmente lo que se define en el ODS 17: "Fortalecer la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible movilizandoe intercambiando conocimientos, capacidad técnica, tecnología y recursos".

Gestión ambientalme



METAS DEL PLAN NACIONAL DE SEGURIDAD HIDRICA 2015-2050. AGUA PARA TODOS

Meta No. 2: Agua para el crecimiento socioeconómico inclusivo: Contar con información básica sobre el agua, como la cantidad de agua disponible en las cuencas, las demandas proyectadas y las necesidades del ecosistema, proporcionará una base importante para la toma de decisiones y garantizar una administración eficiente de estos recursos a fin de satisfacer las necesidades para los diversos usos, como son, el consumo humano, agropecuario, industrial, energético, transporte, turismo y biodiversidad.

Meta No. 3: Gestión preventiva de los riesgos relacionados con el agua: Las predicciones sobre cambios del clima sugieren que los eventos extremos, podrían llegar a ser más frecuentes y más graves por lo que la toma de decisiones en la gestión del agua dependerá de la capacidad para estimar en el futuro su disponibilidad para satisfacer las demandas futuras y así tomar medidas preventivas para mitigar los impactos y aumentar la resiliencia de personas e infraestructuras ante fenómenos extremos.

nte responsable

Meta No. 4: Cuencas hidrográficas saludables: Asegurar la disponibilidad hídrica es tener cuencas saludables, lo que redonda en calidad de agua y en el mantenimiento funcional de los ecosistemas.

Meta No. 5: Sostenibilidad hídrica: Garantizar una sostenibilidad hídrica. Contempla mejorar la gobernabilidad del agua, sustentada en una efectiva coordinación interinstitucional, con instituciones que cuenten con las capacidades técnicas, operativas, logísticas y financieras necesarias para ejercer su mandato; un marco normativo adecuado y capacidad institucional para hacerlo cumplir; una sociedad educada y participando activamente en la gestión responsable del agua; y un nivel de satisfacción adecuado a las necesidades de todos los usuarios del agua.

SABÍAS QUE...

hay seis recursos que se están acabando en el planeta



Espacio en órbita

Desde este 2019, hay alrededor de 500.000 objetos en órbita alrededor de la Tierra.



Arena

Estamos usando arena más rápido de lo que la naturaleza puede renovarla.

¿Cómo podríamos quedarnos sin arena cuando tenemos playas y desiertos llenos?

La arena es uno de los materiales sólidos más explotados del mundo, junto con la grava, y la estamos utilizando a un ritmo mucho más rápido de lo que puede renovarse naturalmente, según la ONU. La arena tarda miles de años en formarse a través de la erosión.

Pero se utiliza diariamente a gran escala en la construcción, recuperación de tierras, filtración de agua e incluso para hacer el vidrio en sus ventanas y teléfonos móviles.

La pérdida de arena amenaza los ecosistemas frágiles, por lo que ha habido llamados para que se establezca un monitoreo global para regular nuestro uso cada vez mayor de este recurso sorprendentemente escaso.

Helio

No solo lo usamos en globos: el helio es esencial por su uso en equipos de imágenes médicas.

Tal vez sea hora de sentirse un poco más culpable cuando dejas que el globo de la fiesta flote hasta desaparecer en el cielo. El gas helio también es un recurso finito, extraído de las profundidades subterráneas, y solo nos quedan unas décadas restantes de suministro. Algunas estimaciones señalan que habrá escasez dentro de 30 a 50 años.

Aunque suene como un problema de fiesta de cumpleaños, el helio tiene un uso médico esencial: enfriar los imanes que permiten que funcionen los escáneres de resonancia magnética.



Guineos

¡Nuestra futura distopía no tan lejana puede carecer de bananas, la fruta preferida del mundo!

La mayoría de las bananas que actualmente se cultivan para la venta comercial están amenazadas por un hongo llamado enfermedad de Panamá.

Mayoritariamente consumimos una variedad llamada Cavendish, y descienden directamente de una planta.

Como todas son clones, la enfermedad de Panamá tiene el potencial de propagarse rápidamente a través de la población de plantas de banano. Los investigadores están trabajando para desarrollar nuevas variedades que sean resistentes al hongo y que sean sabrosas.

La pérdida de arena amenaza los ecosistemas frágiles, por lo que ha habido llamados para que se establezca un monitoreo global para regular nuestro uso cada vez mayor de este recurso sorprendentemente escaso.





Suelo

Capa superior del suelo y fósforo: ambos necesarios para el cultivo de alimentos.

Si bien nuestro suministro global de tierra no va a desaparecer del mundo, la hemos manejado tan mal que es motivo de preocupación.

La capa superficial del suelo es la capa más externa, de la cual las plantas obtienen la mayoría de sus nutrientes vitales.

Y el Fondo Mundial para la Naturaleza estima que alrededor de la mitad de la capa superior del suelo del mundo se ha perdido en los últimos 150 años.

Lo peor es que puede tomar hasta 500 años para que se forme una pulgada de tierra de forma natural.

Se cree que la erosión, la agricultura intensiva, la deforestación y el calentamiento global contribuyen a la pérdida de la capa superior del suelo, de la que depende la gran mayoría de la producción mundial de alimentos.

Fósforo

A primera vista, el fósforo probablemente no suena como si tuviera un papel protagónico en nuestra vida, pero no solo es biológicamente vital para la estructura del ADN humano, sino que también es un fertilizante agrícola esencial que no tiene un sustituto conocido.

En lugar de ser devuelto al suelo del que provenía a través de desechos de plantas y animales, el fósforo ahora viaja con mayor frecuencia a las ciudades en alimentos y finalmente termina siendo arrastrado al mar por nuestros sistemas de alcantarillado.



Con las cosas como están, las estimaciones de cuánto tiempo durarán nuestras fuentes actuales de fósforo van de 35 a 400 años, después de lo cual probablemente empezaremos a sentirnos muy hambrientos.
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-49413002>

La Ruta del Café

Por: Dr. Emilio Messina

Todos recordamos la telenovela que paralizó Panamá, *Café con Aroma de Mujer*, protagonizada por Margarita Rosa de Francisco, a través de la cual se promovió el eje cafetero de Colombia y cada vez hubo más interés a nivel de turismo por conocer la magia que representaba probar un sorbo de tan preciado producto.

Han pasado muchos años desde entonces y en la Cuenca del Canal se rescribe una nueva historia de amor y de progreso, muy bien denominada “La Ruta del Café”.

En el Canal de Panamá creemos que es posible hablar de conservación de la naturaleza en la cuenca, solo con el consorcio de múltiples actores y si son elevadas las condiciones de vida de sus habitantes. Con este enunciado desde el año 2009, iniciamos un proceso de reconversión productiva que permitiera transformar los patrones culturales a través de los cuales los campesinos de la Región de Ciri y Trinidad del distrito de Capiña, trabajaban la tierra y orientarlos hacia modelos de planificación de sus fincas que aseguraran una producción más limpia, eficiente y de mayor

rendimiento, con las cuales se disminuyera la presión sobre el recurso hídrico y se crearan condiciones para que los productores fueran los creadores de su propio desarrollo.

Bajo el conocimiento de que el valor cultural de la tierra representa la vida de los campesinos, ya desde el año 2007 habíamos facilitado el inicio de un programa de titulación masiva de tierras que les otorgaba seguridad jurídica sobre sus propiedades, al tiempo que era un importante requisito que les permitiría a los lugareños, ser elegibles para participar en un modelo de incentivos económicos, el cual ordenaría sus fincas, aumentado su uso productivo, además del valor social y comercial de su actividad económica en diferentes modalidades tales como: agroforestería, silvopastoreo, reforestación para conservación y reforestación comercial; con los que se establecía una hoja de ruta para un proceso productivo ordenado que al tiempo protegiera la naturaleza, asegurara en doble dirección la calidad agroambiental y de



De la misma forma que el valor de La Ruta verde del Canal de Panamá se le otorga el hecho de ser la más corta, toda agua y de menos emisiones de Carbono a la atmósfera; bajo un modelo agroforestal de café arbolado en sombra, La Ruta del Café es, toda verde y de mayor fijación de emisiones de carbono; ruta que cobra mayor valor debido a que, el Canal de Panamá ha fortalecido la capacidad de gestión de los campesinos quienes ya se han agrupado en una de las asociaciones de caficultores denominada ACACPA, (Asociación de Caficultores de la Subcuenca de los ríos Cirí y Trinidad), quienes creyeron que, si eran capaces de soñarlo, eran capaces de lograrlo y así fue; hoy la actividad cafetalera de la región se incrementó en un 175%, con cerca de 1,500 has. de bosques bajo incentivos de protección, aproximadamente 1,824 fincas, en 122 lugares poblados, que han facilitado la comercialización de más de 2,650 quintales de café de alta calidad, comercializado por medio de la asociación (2015-2019).



Como valor humano, toca con este derecho y deber fundamental, el del acceso a la tierra y con ellos a una vida productiva que nos propone nuevos desafíos sobre la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza, la solidaridad organizativa y la conservación ambiental; pero sobre todo una Ruta del Café con personas más felices, dignas y prósperas, capaces de otorgarle un

nuevo sentido a sus vidas, rediseñando el presente, visionando su futuro y sobre todo sintiendo las ventajas que les otorga proteger una cuenca que los acoge y de la que ya forman una unidad ecosistémica indivisible hombre-naturaleza, de una cuenca verde para un Canal sostenible.

La Ruta del Café está viva, es tuya y de todos los panameños y panameñas que quieran conocerla. Si algún día entras en su interior, podrás sentir su aroma, saborear su esencia y escuchar el intenso vibrar de sus latidos, y en adelante, solo podrás amarla.

Humedal artificial: una alternativa para el saneamiento ambiental

Por: Priscila Riquelme

Estudiante de práctica profesional de la Universidad Tecnológica de Panamá, Carrera de Ingeniería Ambiental.

En Panamá, según el Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050, el 94.5% de la población cuenta con algún tipo de servicio de saneamiento, ya sea por alcantarillado sanitario, letrina o tanque séptico. Sin embargo, sigue representando un desafío para nuestro país, ya que el 31% de los habitantes utiliza letrinas y cerca del 10%, no posee tratamiento alguno.

Gran parte de las comunidades rurales de Panamá no poseen sistema de alcantarillados, por consiguiente, utilizan tanques sépticos o letrinas para el tratamiento o disposición de las descargas provenientes del inodoro.

En cambio, las aguas grises, provenientes de los lavamanos, fregadero y de la lavandería, las disponen directamente al suelo o quebradas aledañas a sus hogares alterando su composición natural, lo que representa un peligro tanto para la salud de la población, los ecosistemas y la calidad ambiental.



**cuenta con servicios
de saneamiento**



Como alternativa para el tratamiento de las aguas grises, en los últimos años, en países como: Nicaragua, Ecuador y Colombia, se han implementado diferentes tipos de sistemas que tienen de común ser no convencionales y descentralizados (Valencia, Silva, & Narváez, 2010).

Este es el caso de un humedal artificial, definido como un sistema de depuración en los que se reproducen los procesos de eliminación de contaminantes que tienen lugar en las zonas húmedas naturales (Huertas, Marcos, Ordás, & Iburguren, 2013).

Los humedales cuentan con dos elementos principales: el sustrato filtrante, encargado de la mayoría de los procesos de eliminación de contaminantes, y la vegetación, contribuyente fundamental de la oxigenación del sustrato.

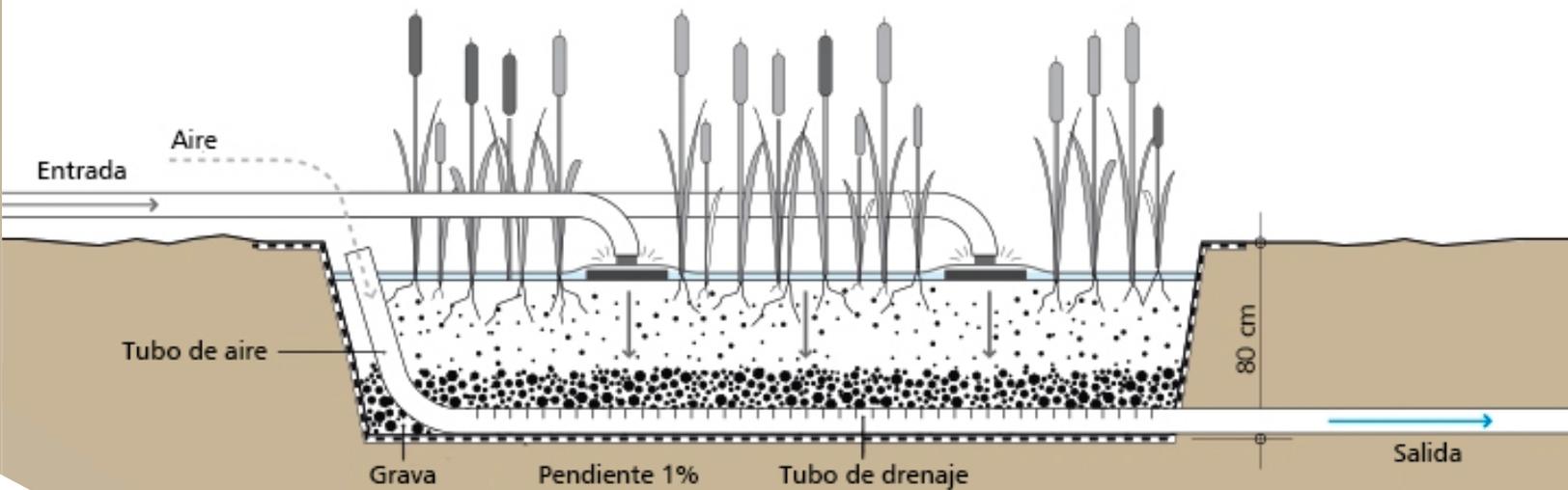


En la Comunidad de Santa Clara, localizada en la Cuenca del Canal de Panamá en la región hídrica de las 4S, específicamente en el río Baila Mono, se está llevando a cabo el “Proyecto Piloto: tratamiento alternativo de aguas grises” aplicado a 3 viviendas. Esta iniciativa se desarrolla con un enfoque de ser un proyecto concertado con las autoridades locales, el comité local del río Baila Mono y la comunidad. Además, busca aportar localmente en el cumplimiento de las metas del Plan Nacional de Seguridad Hídrica en conjunto con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6: Agua limpia y saneamiento.

Los humedales artificiales tradicionalmente se han utilizado para tratar el agua residual de pequeñas poblaciones. La razón principal para su implementación es su bajo costo en la construcción, la facilidad de operación y además, las tareas de mantenimiento pueden ser realizadas por la población y con recursos propios (Bayas Jiménez, 2018).

Esta y muchas más tecnologías pueden ser implementadas en Panamá como alternativa de tratamiento, en comunidades rurales donde la implementación de tratamientos convencionales representa un elevado costo y difícil construcción.

HUMEDAL ARTIFICIAL DE PLANTAS MACRÓFITAS



Referencias

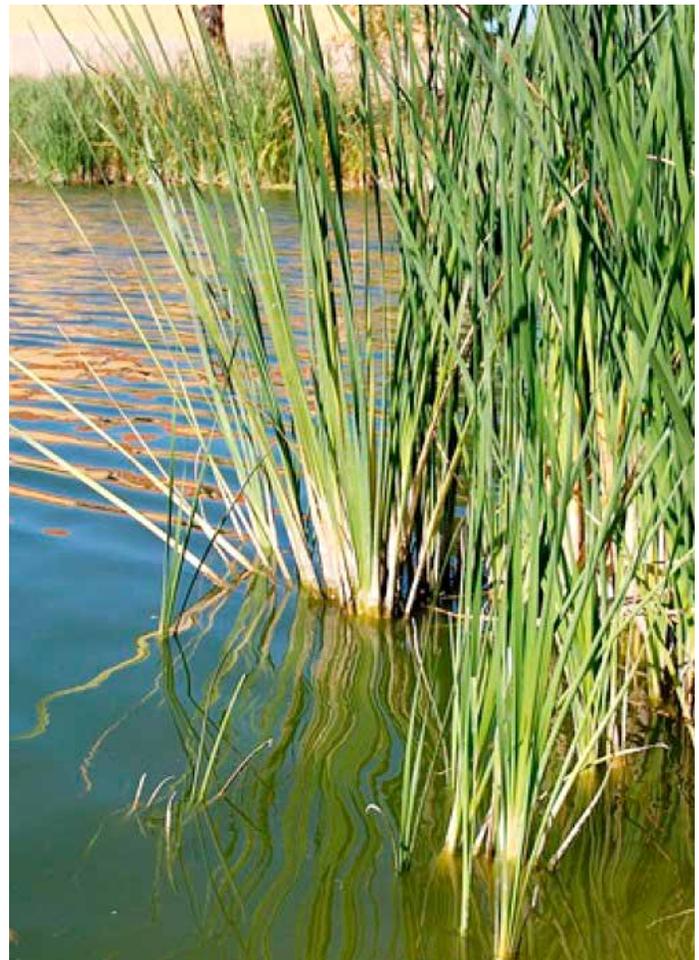
Bayas Jiménez, L. (2018). DISEÑO DE HUMEDALES ARTIFICIALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN POBLACIONES RURALES DE LA SIERRA NORTE DEL ECUADOR; APLICACIÓN A LA PARROQUIA LITA. Valencia, Ecuador: Universidad Politécnica de Valencia.

Huertas, R., Marcos, C., Ordás, S., & Ibarguren, N. (2013). Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones. España: Confederación Hidrográfica del Duero.

Rivera, C. R. (2014). La Calidad del Agua, E. coli y su Salud. College of Agriculture and Life Sciences, 2.

Ucha, F. (Noviembre de 2011). Obtenido de Definición ABC: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/homeotermo.php>

Valencia, E., Silva, I. J., & Narváez, C. P. (2010). Sistemas Descentralizados Integrados y Sostenibles para el Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas. Colombia: Revista Ingeniería y Región.



¿Qué es la energía undimotriz?

Por: Luis Pérez

Centro de Exámenes Físicos de Balboa
División de Servicios de Recursos Humanos

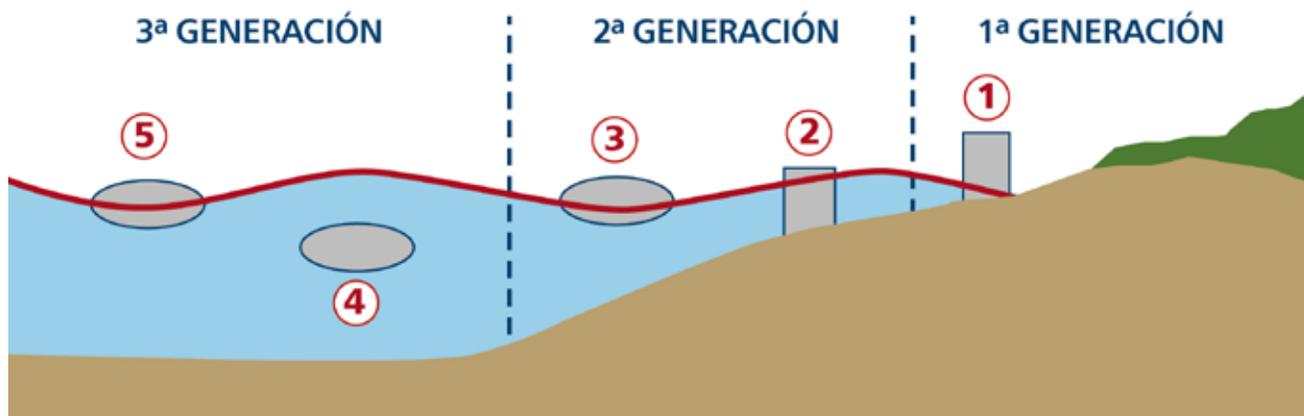
Dentro de las energías renovables existe un tipo de fuente energética que resulta del aprovechamiento del movimiento de las olas. Esta es la energía undimotriz, un tipo de fuente que también se conoce como "olamotriz" y que aprovecha el movimiento de las olas marinas para generar una energía sostenible y limpia.



La energía undimotriz aparece como una importante alternativa dentro de la categoría de las energías renovables de origen marino; se basa en el aprovechamiento de la energía contenida en las ondas marinas que se generan por la acción del viento sobre su superficie.

El término undimotriz se origina en la palabra onda y se aplica tanto a las ondas marinas en las zonas medianamente cercanas y alejadas de la costa (middle y off shore) como también a la franja costera (on shore) que son criterios adoptados en el proyecto europeo WaveNet que clasifica los dispositivos principalmente en función de su distancia a costa, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Clasificación de dispositivos de energía de las olas según su posición



Este fenómeno es eminentemente de características superficiales y es el viento su promotor; ya que se origina a partir del rozamiento de las masas de aire sobre la superficie del mar; la marea y las corrientes marinas presentan una influencia menor.

En este artículo vamos a descubrir unas de las fuentes más limpias de generar energía renovable y constante. Tal y como hemos dicho, obtiene la fuente energética del oleaje pero, a continuación, vamos a explicar de forma detallada su funcionamiento, ventajas y su aprovechamiento.

¿Cómo funciona la energía undimotriz?

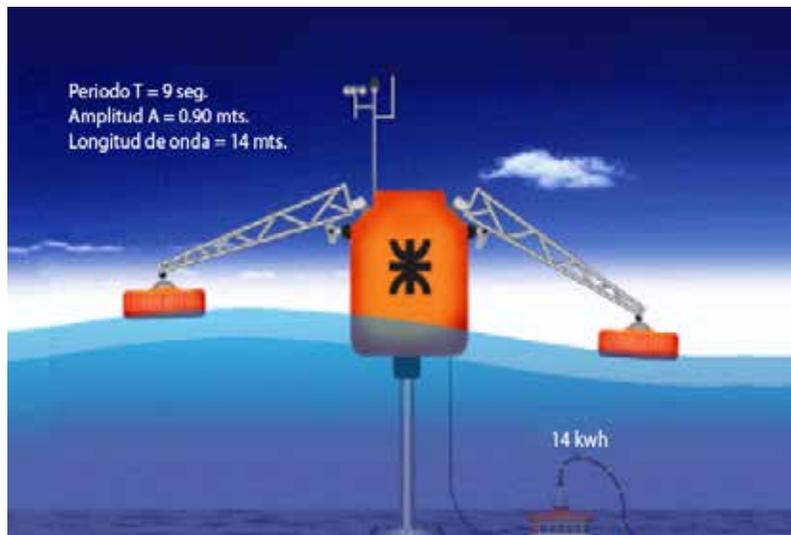
El oleaje aparece en nuestros mares y océanos debido a que hay un rozamiento del aire sobre el mar. Se trata de un efecto que es muy irregular, porque depende siempre de las condiciones climatológicas; sin embargo se puede obtener una gran fuente de energía que, si la aprovechamos, consumiremos energía de forma limpia y ecológica.

Para poder aprovechar la fuerza que se genera mediante el oleaje, se han creado diferentes máquinas que se incorporan en el fondo del mar y que se unen al exterior mediante un sistema de boyas.

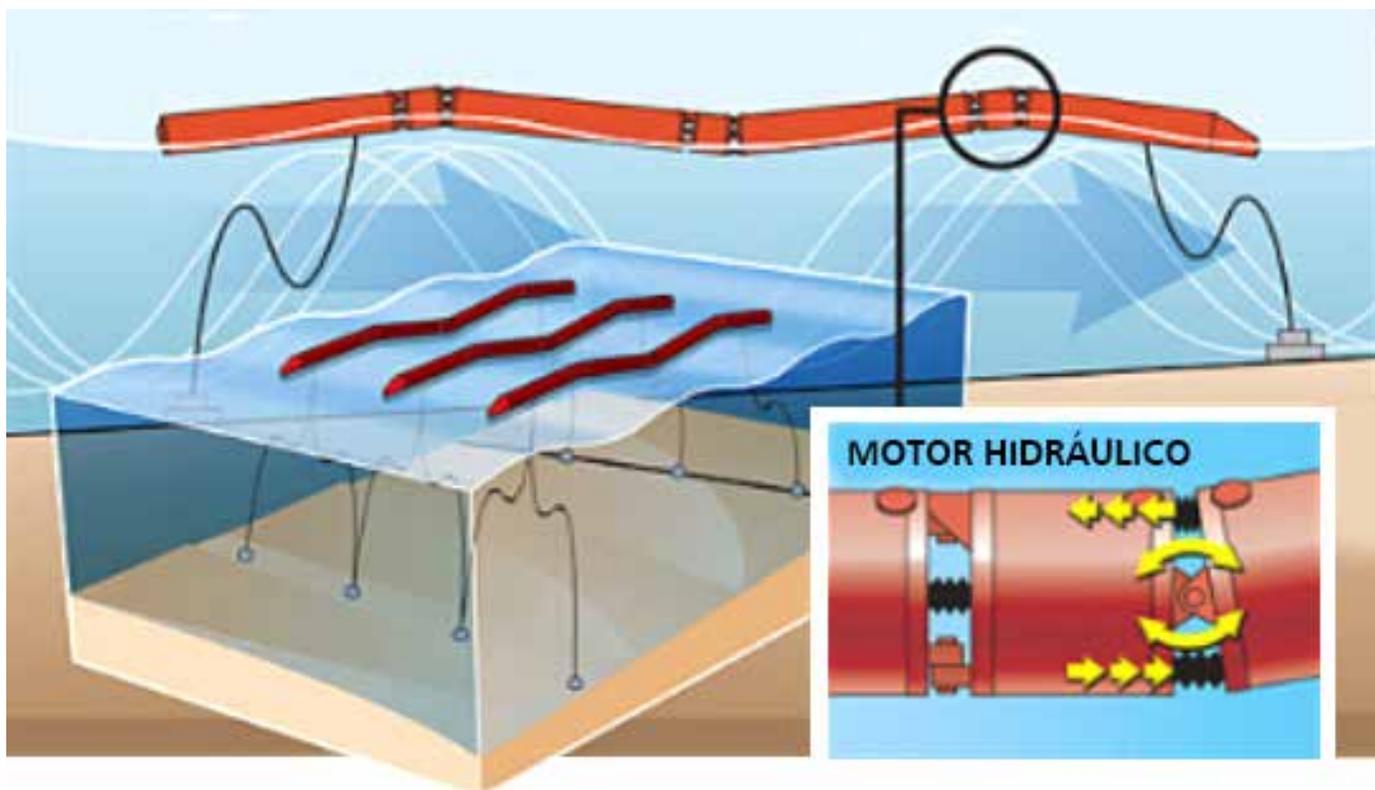


El funcionamiento es el siguiente:

- Las boyas transmiten el movimiento de las olas hasta las turbinas, generando electricidad.
- Básicamente, las olas acceden a una cámara de aire, elevando el nivel de agua comprimiendo el aire del interior.
- Finalmente, será expulsado por una apertura superior, accionando una turbina o, lo que es lo mismo, se produce energía eléctrica.



PELAMIS CONVERTIDOR DE ENERGÍA



Este es el sistema más conocido de aprovechar la energía undimotriz; sin embargo, existen otros sistemas como, por ejemplo, el que se conoce como “serpientes marinas” o Pelamis. En este caso, se instalan una serie de máquinas que flotan en la superficie del mar y que reciben directamente la energía del movimiento del oleaje.

Ventajas de la energía undimotriz:

- Se trata de una energía limpia e ilimitada que se puede aprovechar por las mismas condiciones naturales de nuestra Tierra. Por todo ello, nos ofrece una serie de beneficios:
- No contamina: al aprovechar la energía producida por las olas, se trata de una fuente energética que no genera elementos contaminantes ni tampoco produce gases de efecto invernadero.
- Renovable: esta es otra de las ventajas más destacadas de la energía undimotriz. Y es que se puede aprovechar de forma ilimitada ya que se produce por causas naturales que tienen lugar en nuestro planeta.
- Mucha potencia: además de esto, la energía que producen las olas es muy potente. De hecho, por cada metro de altura de cada ola se puede llegar a obtener una potencia que va desde los 20 a los 40 kW.
- Segura: aunque está claro que las olas es un fenómeno inestable, lo cierto es que cada día hay oleaje en algún mar u océano. Por tanto, la energía undimotriz es una fuente de producción segura y continua.
- Muy eficiente: y, por último, otra de las ventajas es que se trata de una energía que con poca superficie puede llegar a generar una gran cantidad de energía. Por tanto, es muy eficiente.

El aprovechamiento de la energía undimotriz es una propuesta muy joven pero su aprovechamiento data de principios del siglo XX, en el cual varios países han asumido el desafío del desarrollo de tecnologías con dispositivos en fase experimental y algunos pocos se encuentran en fase de explotación comercial capaces de aprovechar este recurso, tal el caso de Gran Bretaña, Escocia, España, Portugal e Israel y en el ámbito latinoamericano tanto México, Brasil y Argentina.



El camino para el desarrollo de estos recursos está abierto para todos los tecnológicos ávidos de desafíos; si bien es cierto que para los inversores existen otros emprendimientos vinculados a energías renovables más maduros como la energía eólica y solar fotovoltaica; sin embargo, no debemos de dejar de ser pioneros en buscar alternativas que resulten potenciales tales como aquellas derivadas del mar, pues la energía contenida es extraordinaria, solo tenemos que cosecharla.



Notas de interés

Por: Dr. Emilio Messina

El Canal de Panamá, como generador de conocimiento en materia de gestión del agua

El Canal de Panamá cree que la sostenibilidad del agua es su principal reto, y que tanto la operación, como el consumo humano, dependen de que aseguremos su futura disponibilidad y calidad. En este sentido, realiza ingentes inversiones en conservación a través de sus programas ambientales, y de vigilancia de la calidad y cantidad del agua, lo que permite asignarle un valor económico a la conservación, al tiempo que reconoce el capital natural como un activo fundamental y del conocimiento, como un bien intangible que debe ser compartido con todos los accionistas de la vía acuática, los panameños y panameñas.

Por formar parte del denominado Arco Seco de Panamá, la Región de Azuero ha mostrado en la última década una reducción de su potencial hídrico, que se explica por el Cambio Climático, una gestión inadecuada de los recursos disponibles y la fuerte presión antrópica ejercida sobre los cuerpos de agua, principalmente para el consumo humano y los sistemas productivos. En este sentido el Canal de Panamá, bajo

contratación de MiAmbiente realiza estudios en la Región para determinar el potencial hídrico y proponer el desarrollo de reservorios multipropósitos para diferentes usos y usuarios de la zona.

En este mismo contexto y a fin de atender a esta preocupación, el Centro Regional Universitario de Azuero realizó el VIIIº Congreso Científico de la Región de Azuero y el IIº Congreso Internacional bajo el lema: "El agua es esencia de vida, paz y desarrollo mundial".

El evento científico congregó en el Centro Regional Universitario de Azuero de la Universidad de Panamá, a expertos de cinco continentes y de prestigiosas universidades nacionales e internacionales, así como de importantes instituciones regionales y nacionales quienes compartieron experiencias, conocimiento y facilitaron debates acerca de los nuevos desarrollos en el campo de las ciencias del agua en todo el mundo.

Bajo este marco de referencia, el Congreso se convirtió en el epicentro para la generación de información nueva y relevante que permita enfrentar con información basada en evidencia la crisis del agua y proponer

alternativas que resulten innovadoras y que puedan ser compartidas con los habitantes de la Región y el país en general.

En este marco, el conocimiento que dispone el Canal de Panamá forma parte del patrimonio científico, social y cultural del país y el mismo debe estar disponible para ser compartido por todos los medios disponibles, de manera que pueda ser útil a la población, siendo uno de estos medios, la educación superior. Así, por su experiencia en manejo de recursos hídricos la ACP fue invitada a participar como expositor durante la mañana del día jueves 12 de septiembre con cuatro ponencias y en una mesa redonda para la creación de un nuevo programa académico en recursos hídricos, además de un stand con una exhibición permanente durante todo el Congreso Científico.

Los temas presentados por el Canal de Panamá fueron relacionados a cantidad y calidad del agua, la gestión integrada de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá y sobre el reto que propone el desarrollo sostenible para una empresa social y ambientalmente

responsable. Los oradores por la ACP fueron Johnny Cuevas, Gerente de Recursos Hídricos, Tomás Fernández, Gerente de la División de Ambiente; Marisela Castillo, Especialista en Calidad de Agua y Emilio Messina Coordinador de Asuntos Institucionales y Proyectos de la División de Ambiente.



La agenda de evento estuvo centrada en el eje agua, bajo un enfoque de sostenibilidad hídrica que incluía actores clave, académicos y especialistas nacionales e internacionales, cuyos resultados permitieron proponer un marco amplio de políticas públicas, impregnadas de ciencias e innovación para ser colocadas al servicio de los tomadores de decisión y fueran vinculantes con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Al final de la sesión, el Canal de Panamá recibió la máxima distinción del evento científico al ser condecorado con la Orden Paula Solís de Huerta, la cual fue concedida por el impacto de la participación de la ACP en el congreso, el aporte al desarrollo de las ciencias y el conocimiento en materia de gestión de recursos hídricos y su apoyo decidido en la organización del evento.



Al Cierre...

No te dejes coronar por el virus coronavirus:



¿Cuál es la diferencia entre una epidemia y una pandemia?

La OMS advirtió que los países con escasas infraestructuras sanitarias son los que tienen más riesgo.

¿Qué es una pandemia?

Se llama pandemia a la propagación mundial de una nueva enfermedad.

Acorde a la OMS, se produce una pandemia de gripe cuando surge un nuevo virus gripal que se propaga por el mundo y la mayoría de las personas no tienen inmunidad contra él. Por lo común, los virus que han causado pandemias con anterioridad han provenido de virus gripales que infectan a los animales.

¿Qué es una pandemia?

Se llama pandemia a la propagación mundial de una nueva enfermedad.

Acorde a la OMS, se produce una pandemia de gripe cuando surge un nuevo virus gripal que se propaga por el mundo y la mayoría de las personas no tienen inmunidad contra él. Por lo común, los virus que han causado pandemias con anterioridad han provenido de virus gripales que infectan a los animales.

Esta palabra, acorde a la RAE, viene del griego πανδημία pandēmía:

- **παν** (pan que significa todo)
- **δήμος** (demos que significa pueblo)

¿Qué es una epidemia?

Acorde a la Federación Internacional de la Cruz Roja (IFRC), una epidemia es el aumento extraordinario del número de casos de una enfermedad infecciosa en una región o población determinada.

Esta palabra, acorde a la RAE, viene del latín medieval epidemia y este del griego ἐπιδημία; propiamente 'estancia en una población'.

Una epidemia, acorde a los Centros para la Prevención de Enfermedades y Control (CDC), puede ocurrir de la siguiente manera:

1. Un aumento reciente en la cantidad o virulencia del agente.

2. La reciente introducción de un agente en un entorno donde no ha estado antes.

3. Un cambio en la susceptibilidad de la respuesta del huésped al agente.

Factores que aumentan la exposición del huésped o implican la introducción a través de nuevos portales de entrada.

Esta nueva cepa de coronavirus, que se descubrió en la ciudad de Wuhan, en centro de China, generó una enorme inquietud por su conexión con el Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS).

Medidas higiénicas básicas deben ser adoptada por colaboradores en sus áreas de trabajo, hogares y en su vida cotidiana.





CRÉDITOS

CONSEJO EDITORIAL

Emilio A. Messina G.
Tomás Fernández
Carlos A. Vargas
Daniel M. Muschett Ibarra

EDICIÓN

Emilio A. Messina G.

ARTE Y DIAGRAMACIÓN

Antonio Salado P.

ESTA ES UNA PUBLICACIÓN DE
LA VICEPRESIDENCIA DE AGUA
Y AMBIENTE DEL CANAL DE
PANAMÁ

caudal@pancanal.com
emessina@pancanal.com