

# **Alejando el umbral del desequilibrio ambiental**

---

Seis aportes al debate



*Tony Vilorio y Efrén Vázquez (Coordinadores)*

# **Alejando el umbral del desequilibrio ambiental**

---

Seis aportes al debate



ABYA YALA | UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA SALESIANA

2021

## **Alejando el umbral del desequilibrio ambiental**

Seis aportes al debate

©Tony Vilorio y Efrén Vázquez (Coordinadores)

Ira edición: © Universidad Politécnica Salesiana  
Av. Turuhuayco 3-69 y Calle Vieja  
Cuenca-Ecuador  
Casilla: 2074  
P.B.X. (+593 7) 2050000  
Fax: (+593 7) 4 088958  
e-mail: rpublicas@ups.edu.ec  
www.ups.edu.ec

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Diagramación: Editorial Universitaria Abya-Yala  
Quito-Ecuador

ISBN UPS: 978-9978-10-566-5

ISBN Digital: 978-9978-10-.567-2

Impresión: Editorial Universitaria Abya-Yala  
Quito-Ecuador

Tiraje: 300 ejemplares

Impreso en Quito-Ecuador, junio 2021

Publicación arbitrada de la Universidad Politécnica Salesiana



# Índice

---

Introducción.....	7
Reutilización de aguas residuales (purines) para el crecimiento de <i>Medicago sativa</i> (alfalfa).....	13
Paola Duque Sarango, Juan Troya Iriarte, Lissette Mejía Pesantez, Miriam Mainato Tenemaza	
Radiación ionizante y sus efectos biológicos en la práctica odontológica: revisión bibliográfica .....	33
Mariela Ramírez-Velásquez, Magdalena Molina, Andrés Domínguez	
Uso de desechos orgánicos provenientes del sector bananero de la ciudad de Machala para la obtención de biocombustibles .....	65
Jorge Amaya P.	
Biocontrol del <i>damping-off</i> en tomate de árbol ( <i>Solanum betaceum</i> ) a través del hongo antagonista <i>Trichoderma harzianum</i> (rifai).....	93
Manuel Ernesto Delgado F., Jorge Ramírez Robles, Carlos Hernández, Jorge Plasencia	

Estudio de los niveles de calcio, potasio, magnesio  
y sodio en dos núcleos sedimentarios del lago  
de Maracaibo en Venezuela ..... 113

Julio Torres, Hilda Ledo, Keila Monsalve, Yulixis Cano,  
Ligbel Sánchez, Jean Pérez

Influencia de la construcción del tranvía  
en las concentraciones de dióxido de nitrógeno  
en la ciudad de Cuenca, Ecuador ..... 125

Fernando Pacheco, Freddy Armijos-Arcos,  
Rubén Jerves, Claudia Espinoza

# Introducción

---

“La tercera década del siglo XXI acaba de arrancar y los desafíos ambientales que tenemos por delante, reflejados en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), son numerosos” (Iberdrola, 2021): adaptación al cambio climático y, sobre todo, su desaceleración; la contaminación galopante de aguas y aire; el agotamiento de las fuentes de combustibles fósiles y la necesidad de desarrollar las fuentes de energía renovables; los modelos sostenibles de alimentación; la protección de la biodiversidad; desarrollo urbano y movilidad sostenible; el estrés hídrico y el agotamiento de las fuentes de agua potable; el aumento desenfrenado de la población mundial y la gestión de los desechos.

En estas poquísimas palabras se resumen los retos que la humanidad enfrenta, pero la magnificencia y complejidad de estos alcanza límites insospechados, y la interrogante es ¿estamos aún a tiempo y tenemos la capacidad para enfrentarlos?

Los humanos, mayoritariamente, nos caracterizamos por el optimismo. Sin embargo, tal sentimiento puede haber mermado en muchos, por ejemplo, a raíz de los acontecimientos que se desencadenaron en la provincia china de Hubei, a finales de 2019, y que hasta este instante mantienen en vilo a la humanidad. ¿Por qué hemos llegado a una situación como la actual? ¿De quién es la culpa?

Las dos preguntas anteriores nos pueden mantener en debate todo el tiempo que queramos, pero ¿es eso lo que importa? Desde hace muchos años —y con diferentes niveles de intensidad— perso-

nas, instituciones, congregaciones, Gobiernos han venido alertando sobre los problemas que se nos vienen encima y que tienen al planeta Tierra al borde de un colapso irreversible para la especie humana. Pero es evidente que ello no ha sido suficiente para crear la necesaria conciencia de todos.

Si no logramos crear una conciencia colectiva en pro del medio ambiente —la cual pasa por una educación popular y técnica adecuada— y no logramos poner en las manos de cada habitante de este planeta una herramienta que le permita ser parte de la solución, más temprano que tarde habremos perdido la batalla.

El orden económico-mundial globalizado nos ha llevado a un círculo enviciado de consumismo y ambición. Es necesario, de alguna forma, cortar esa línea circular y empezar a pensar en una nueva cultura, un nuevo modelo de desarrollo y bienestar. Los Estados y sus gobiernos, en primera instancia, y las instituciones y organizaciones de cualquier naturaleza en segunda instancia, están en la obligación moral de tomarse un instante y dar vuelta a observar la historia de la humanidad. Porque, por muy absurdo que pueda parecer, ¿no sería recomendable y beneficioso para todos, tal vez, regresar al transporte urbano de tracción animal, por ejemplo, si tenemos en cuenta la comparación entre la huella de carbono de los buses urbanos y la de un transporte tirado por caballos?

Las instituciones de educación superior, como parte relevante de todo este conglomerado de entes con responsabilidad más visible en el asunto, centros importantes de generación de conocimiento y responsables de la aplicación del mismo al servicio social y comunitario, están llamadas a desempeñar un rol protagónico en cuanto a la necesaria toma de conciencia que tanto necesita la humanidad.

Así, la presente obra es, en su justa medida, un grano de arena en esa necesaria playa que debemos conformar el conjunto de la sociedad en ese esfuerzo para que podamos legar algo bueno a las futuras generaciones. Es también una evidencia de que en la Universidad Po-



litécnica Salesiana (UPS) y en su Carrera de Ingeniería Ambiental, en particular, se cuenta con una alta preocupación por contribuir, de la forma en que nos es posible de momento, con esa justa causa.

Ponemos a disposición del lector una pequeña, pero valiosa recopilación de trabajos presentados en el Segundo Simposio Internacional sobre Medio Ambiente (ISE-2019), celebrado en la UPS-Cuenca, los días 6 y 7 de junio de 2019. Estos trabajos reflejan la lucha y preocupación por la búsqueda de soluciones a los problemas del medio ambiente y su protección, elaborados por una reducida muestra de especialistas en el tema en nuestra región y en la UPS, en particular.

El primer trabajo del libro resume los resultados de un estudio llevado a cabo en la Planta Experimental Yumacay, por un grupo de investigadores de la UPS encabezados por Paola Duque Sarango, sobre la reutilización de aguas (residuales) para el riego de plantas de alfalfa. El objetivo de la investigación fue determinar la dosis óptima de riego, considerando las características de crecimiento de la especie y observando las normas de calidad de suelo en la actividad agrícola.

También en temas agrícolas está la contribución de investigadores de la UPS y la Universidad Técnica Particular de Loja, dirigidos por Manuel Ernesto Delgado, quienes abordan el problema relacionado con el manejo del cultivo de tomate de árbol, especie de mucha valía para los ecuatorianos y otros pueblos sudamericanos. Esta planta es frecuentemente atacada por la enfermedad conocida como “mal de semillero”, que provoca la necrosis y posterior muerte de la planta. La referida enfermedad es provocada, principalmente, por un tipo de hongo: el *Pythium aphanidermatum*. ¿Cómo combatirlo y evitar el ataque a la planta de tomate de árbol? Una respuesta a esta interrogante es brindada por este equipo de investigación.

Otra problemática abordada en el libro es la relacionada con la mitigación del daño ecológico y ambiental. Una de las vías para lograrlo es la utilización de fibras naturales en procesos industriales, como una forma viable de disminuir el prejuicio que tal actividad pro-

voca al medio ambiente. Concretamente, el investigador Jorge Amaya Pinos nos cuenta sobre nuevas metodologías para la extracción de los componentes de la biomasa lignocelulósica, a base de hidrólisis ácida, con el objetivo de obtener azúcares fermentables para la obtención de bioetanol: un biocombustible que, aunque no es “limpio”, sus emisiones de gases de tipo invernadero son considerablemente menores que las ocasionadas por los derivados del petróleo.

La contaminación de los espacios públicos en las ciudades es el tema central de la investigación llevada a cabo por investigadores de instituciones municipales de la ciudad de Cuenca y de la UPS. En 1999 la ciudad de Cuenca inició la transformación de la gestión de movilidad, renovando su sistema de transporte público y para 2009 se propuso un nuevo proyecto de movilidad denominado Plan de Transporte Masivo. Su eje principal fue la implementación del tranvía Cuatro Ríos de Cuenca (Hermida, 2015), cuyo proceso constructivo provocó alteraciones significativas al ordenamiento de la urbe. Así, este equipo de investigación presenta los resultados de su indagación en cuanto a la incidencia de otro factor derivado de las obras del tranvía: las variaciones de la concentración de NO<sub>2</sub>, medida en las cercanías de las vías por donde circula el tranvía y en vías alternativas. Aquí se comparan datos de los años 2008-2013 con lo obtenido durante 2015, año en que las actividades de construcción alcanzaron un 66% de avance.

Otra de las investigaciones en esta obra está relacionada con la presencia de metales en el medio marino, que llegan allí provenientes de fuentes naturales y, sobre todo, como resultado de la actividad antropogénica que se desarrolla en las riveras de las cuencas de agua. En este caso particular, investigadores de la Universidad Técnica de Manabí (Ecuador) y la Universidad del Zulia (Venezuela), evaluaron las concentraciones de varios metales en el lecho del lago Maracaibo, en su calidad de receptor de varios efluentes de fuentes de metales, relacionadas con la actividad petroquímica, la explotación minera a cielo abierto, la extracción de gas natural y las descargas industriales y domésticas.

Por último, pero no menos importante, se recogen los resultados de una revisión bibliográfica desarrollada por investigadores de la Universidad Católica de Cuenca, en la que nos muestran la relevancia y el efecto de los abusos auto-provocados por los humanos, como puede ser la utilización no justificada de las radiaciones ionizantes. Por ejemplo, según sus hallazgos, los exámenes dentales representan el 21% del total de exámenes radiológicos a nivel mundial. La frecuencia anual se halla entre menos de uno y más de 800 por cada 1 000 habitantes. Las dosis individuales son pequeñas, pero las dosis colectivas no se deben ignorar. Esta revisión permite actualizarnos sobre los efectos biológicos nocivos de la radiación ionizante utilizada en la práctica odontológica y sobre la necesidad de establecer mejores controles y desarrollar medios de protección más eficaces para cuidarnos nosotros mismos.

Invitamos, entonces, a que disfrute de estos nuevos logros científicos, pero más que nada, a que se detenga a meditar por unos minutos sobre estos temas que deben preocuparnos a todo el conjunto de la humanidad. Esperamos que la lectura de estas páginas de consulta científica en temas medio ambientales, también sirvan para que Usted, si aún no lo pensado y hecho, se una al ejército humano que luchamos para que quienes vengan después puedan encontrar un lugar digno para sus vidas.



# Reutilización de aguas residuales (purines) para el crecimiento de *Medicago sativa* (alfalfa)

---

Paola Duque Sarango\*

Juan Troya Iriarte\*

Lisette Mejía Pesantez\*

Miriam Mainato Tenemaza\*

## Introducción

La reutilización de las aguas residuales proveniente de un lavado de purines es importante por el reuso en la producción de forraje, gramíneas y alfalfa (Thöns *et al.*, 2011; Valdecantos *et al.*, 2002; Lara *et al.*, 2003; Veliz *et al.*, 2010). En la última década, la creciente preocupación por la escasez de agua en varios lugares del mundo es un determinante para el reúso, conservación y aprovechamiento de aguas residuales, regularmente necesarias para riego, pero al mismo tiempo riesgoso por la presencia de contaminantes como parásitos, hongos, bacterias y exceso de nutrientes. El fin de la reutilización de aguas residuales debe cumplir con ser apta desde el punto de vista agronómico, sanitario y ambiental.

La especie *Medicago sativa* (nombre común de la alfalfa) es una leguminosa importante para el forraje, siendo este uno de los

---

\* Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería Ambiental.

cultivos más valiosos para la alimentación del ganado, tanto en pastoreo directo como en las distintas formas en que su forraje puede ser conservado. Presenta gran variabilidad en sus características morfológicas y fisiológicas, como en el color de las flores, precocidad y resistencia a bajas temperaturas. Para su cultivo se ha establecido que el pH óptimo debe ser de 7,2 con humedad de 600 a 700 mm anuales de precipitación e iluminación que oscile entre 500 y 600 horas luz/corte, donde la cosecha se produce a los tres meses después de la siembra (Urbano y Dávila, 2003). Su valor radica en su alto potencial para la producción de materia seca, así como la elevada concentración de proteína, que está entre el 20% y 28%, además de su alta digestibilidad y elevado potencial de consumo animal (Padiella, 1979; Flores *et al.*, 2012; De Toledo *et al.*, 2008; Hernández *et al.*, 2014; Robledo *et al.*, 2017).

Por otro lado, el purín es el líquido resultante de la fermentación de estiércol de ganado (bovino u ovino), constituyéndose una fermentación anaerobia incompleta que se produce en las fosas, por medio de microorganismos anaerobios estrictos o facultativos. Está constituida principalmente por nitrógeno, potasio y fósforo, además, es alto en hierro y posee bajas concentraciones de sulfuro, sulfatos y cloruros (Torre, 2014; Valdecantos *et al.*, 2002; Lemache, 2015; Fernández, 2018).

Los purines están formados por la fase sólida, pastosa y líquida. La primera se produce a partir de los vegetales no digeridos, siendo la más pobre en nutrientes; la fase pastosa se origina de las heces, teniendo la mayor proporción de nitrógeno y fósforo orgánico; la fase líquida se deriva de las orinas y contiene la mayor parte de nitrógeno orgánico y de los cationes de sodio y potasio. Cuando se usan estas aguas de purines se está sembrando con gran proporción de nutrientes, especialmente para las leguminosas (Delgado *et al.*, 2009; Flotats *et al.*, 1995; Llona y Faz, 2006).

Los purines están cargados con nutrientes beneficiosos para las plantas (elementos esenciales, micro y macro nutrientes) que