



# Ambiente PAI

Número 6  
sep/dic 2020

## Boletín informativo

de la Red de Planes Ambientales Institucionales  
del Consejo Regional Sur-Sureste de la **ANUIES**





## **Ambiente PAI**

Boletín informativo de la Red de Planes Ambientales Institucionales del Consejo Regional Sur-Sureste de la ANUIES. Volumen 3, Número 6 | septiembre-diciembre 2020

## **Directorio institucional**

Sara Deifilia Ladrón de Guevara / Universidad Veracruzana  
Presidenta del Consejo Regional Sur-Sureste de la ANUIES

Octavio Agustín Ochoa Contreras / Universidad Veracruzana  
Secretario Técnico del Consejo Regional Sur-Sureste de la ANUIES

Miguel Ángel Escalona Aguilar / Universidad Veracruzana  
Coordinador de la Red de Planes Ambientales Institucionales del Consejo Regional Sur-Sureste de la ANUIES

Fernanda Anahí Cardona Gutiérrez / Universidad Autónoma de Yucatán  
Secretaria Técnica de la Red de Planes Ambientales Institucionales del Consejo Regional Sur-Sureste de la ANUIES

## **Comité Editorial**

### *Edición*

José Antonio Pensado Fernández / Universidad Veracruzana

### *Diseño, diagramación y portada*

María José Cervantes Herrera / Universidad Veracruzana

### *Fotografía de portada*

María José Cervantes Herrera / Universidad Veracruzana

### *Revisión*

Amy Yamilette Loeza Beureth / Universidad Veracruzana  
Anahí Fernanda Cardona Gutiérrez / Universidad Autónoma de Yucatán  
Andrea Venegas Sandoval / Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas  
Cecilia Guadalupe Limón Aguirre / El Colegio de la Frontera Sur  
Laura Emmanuelle Jarri / Universidad Veracruzana  
Magaly Emilia Corona García / Universidad Veracruzana  
Melissa Montserrat Castillo Ibarra / Universidad Veracruzana  
Miguel Ángel López Anaya / El Colegio de la Frontera Sur  
Rossana Castellanos Oliveros / Universidad Veracruzana

AMBIENTE PAI, volumen 3, número 6 (septiembre-diciembre, 2020), es una publicación semestral digital editada por la Red de Planes Ambientales Institucionales del Consejo Regional Sur-Sureste de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, a través de la Universidad Veracruzana, con domicilio en Lomas del Estadio s/n, col. Zona Universitaria, C.P. 91000, Xalapa, Veracruz, México. Teléfonos: (+52) 1 228 8421700 y (+52) 1 228 1861903. Sitio web: <http://www.redpai.uady.mx/boletin.php>. Correo electrónico: [redpaisur.comunica@gmail.com](mailto:redpaisur.comunica@gmail.com). Editor responsable: En trámite. Reserva de derechos al uso exclusivo: En trámite. ISSN electrónico: En trámite. Responsable de las actualizaciones de la revista: José Antonio Pensado Fernández, Diana Laura Riojas Viuda de Colosio no. 83, col. Emiliano Zapata, C.P. 91000, Xalapa, Veracruz, México. Fecha de última modificación: 12 de enero 2021.

# ÍNDICE

## GESTIÓN DE LOS RESIDUOS EN LAS IES DEL SUR-SURESTE DE MÉXICO Y SU CONTEXTO

**Experiencia estudiantil en el manejo de los residuos sólidos en la URUSSE de la UACH.** Universidad Autónoma Chapingo **3**

**#SinDesechosCovidPorFavor, campaña para entornos libres de residuos derivados de la pandemia COVID-19.** Universidad Veracruzana **7**

**La enseñanza y aprendizaje como parte de la gestión de los residuos peligrosos en IES.** Universidad Autónoma de Yucatán **12**

**Gestión de residuos sólidos en las instituciones de educación superior. La experiencia de ECOSUR – Unidad Campeche.** El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche **16**

**Reciclación de residuos en la Universidad Veracruzana.** Universidad Veracruzana **22**

**La gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial como programa transversal a las actividades de la Universidad Autónoma de Campeche, México.** Universidad Autónoma de Campeche **27**

**Separación de residuos: acciones de sustentabilidad en centros educativos de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.** El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal **32**

**La gestión integral de los residuos peligrosos como un programa transversal a las actividades académicas y de investigación de la Universidad Autónoma de Campeche, México.** Universidad Autónoma de Campeche **36**

## SUSTENTABILIDAD EN Y DESDE LA INVESTIGACIÓN

**Inhibidores de corrosión ambientalmente amigables.** Universidad Veracruzana **41**

# PRESENTACIÓN

La generación de residuos en casa, en el trabajo o en la ciudad en que vivimos es, sin lugar a duda, reflejo de nuestras formas de consumo, no sólo en el tema de alimentación, sino de muchos más productos que, de una u otra forma, están en nuestro cotidiano. Tanto que a veces los naturalizamos y se integran como parte de nuestra vida diaria y el tirarlos es una acción común, sin reparar en las consecuencias que provocan en el entorno y a nuestra salud; sirva de ejemplo el tema de los microplásticos que, al ser tan pequeños, pensamos que no existen.

La dificultad que en general tenemos para crear nuevos hábitos vinculados con una adecuada separación y disposición de residuos es todo un reto y, aunque exista la mejor infraestructura para hacer la separación correcta, si no hay una voluntad personal, será muy difícil lograr un cambio verdadero. Por eso no es raro ver en las denominadas islas de separación que los residuos inorgánicos estén presentes en el contenedor de los residuos orgánicos y al revés.

En tiempos de COVID-19 el reto es mayor, porque se han incrementado el consumo de alimentos industrializados, los servicios de entrega a domicilio y, por supuesto, la generación de residuos vinculados con la prevención de contagio. Así, a los residuos habituales se suman los empaques, los cubrebocas, los recipientes en los que se suministran desinfectantes y sanitizantes, las bolsas de plástico en que se envuelven cubiertos y otros accesorios de uso personal.

La Red de Planes Ambientales Institucionales (Red PAI) de la Región Sur-Sureste de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior de México (ANUIES) dedica el presente número del Boletín AMBIENTE PAI para dar a conocer las experiencias que se están implementando en las instituciones de educación superior de la región, iniciativas que justamente buscan generar una mayor sensibilidad en las comunidades universitarias para que el tema de la separación de residuos se haga de forma consciente, responsable y como parte de la responsabilidad social universitaria.

Son múltiples experiencias vinculadas a los residuos sólidos urbanos, a los residuos electrónicos y eléctricos, a los residuos peligrosos y, por supuesto, a los generados en la prevención de contagios de la enfermedad COVID-19. Iniciativas institucionales, estudiantiles y por parte de académicas/os que, con mucha voluntad y creatividad, van sentando bases para una transformación necesaria: la de transitar hacia procesos de basura cero y hacia una conciencia vinculada con la economía circular, promoviendo la reducción y dando otra oportunidad a los residuos generados.

Los textos compartidos proponemos que sirvan de inspiración para tomar cartas en el asunto y sumarnos a las acciones que en nuestras instituciones se vienen desarrollando, para implementar nuevas acciones que refuercen a las existentes y para que todas/os veamos en conjunto el tema de los residuos como una responsabilidad compartida, porque nuestra casa es la misma y, por ello, lo que hacemos en un lugar tendrá un impacto global. Por último, pedimos que compartas este boletín y que sirva de motivo su lectura para ir construyendo comunidades de aprendizaje. Estamos seguras/os de que, si no generamos residuos, nuestra salud, la del planeta y la de las futuras generaciones lo van a agradecer.

*Miguel A. Escalona Aguilar  
Coordinador de la Red de Programas Ambientales  
Institucionales de la región sur-sureste de la ANUIES.*





Estudiantes que participan en las actividades de manejo de residuos sólidos. Fuente: Ramírez (2019).

## EXPERIENCIA ESTUDIANTIL EN EL MANEJO DE LOS RESIDUOS EN LA URUSSE DE LA UACH

La experiencia estudiantil en el manejo de los residuos sólidos en la **Universidad Autónoma Chapingo (UACH)**, Unidad Regional Universitaria Sursureste (URUSSE), ubicada en Teapa Tabasco, está relacionada con la participación de la autora principal como alumna de cuarto año de la Carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista en Zonas Tropicales (CIAEZT) en el **Programa Ambiental Universitario (PAUCh)**.

Las actividades que constituyen el manejo de los residuos sólidos en la URUSSE son extracurriculares y se desarrollan por estudiantes de propedéutico y de la CIAEZT.

Su propósito es fomentar y enriquecer la educación, conciencia y cultura ambiental en los estudiantes. La experiencia de dos años en estas actividades de manejo de residuos sólidos nos ha permitido valorar el impacto de sus resultados, los cuales evidencian oportunidades de mejora continua, si consideramos el tiempo dedicado en la planeación, organización y programación de ellas y la cantidad de uso de los recursos financieros, materiales y humanos en la ejecución; por lo que el compromiso ambiental en la universidad aún es solamente discursivo.

## Las actividades de manejo de residuos sólidos

Las actividades de manejo de residuos sólidos en la URUSSE se realizan por un promedio anual de **90 estudiantes desde 2012** a la fecha. Previo a la ejecución, se desarrollan actividades de planeación, organización y programación; al término del año fiscal se elabora un informe anual del trabajo realizado.

La planeación de las actividades considera las necesidades principalmente de: gasto de gasolina para la unidad de transporte de las bolsas con residuos sólidos, bolsas de tamaño chicas y jumbo, conos viales como medidas para resguardar la integridad física de los estudiantes en las vías de comunicación, una cámara fotográfica, apoyo vial de las corporaciones de protección civil del Ayuntamiento de Teapa y elaboración de oficios para gestiones y trámites de apoyos.

La organización considera el apoyo de algunos profesores y trabajadores administrativos, jefes de grupos académicos y del titular del Departamento de Difusión de la Cultura de la URUSSE. No menos importante es el involucramiento de autoridades agrarias y civiles de la localidad de Vicente Guerrero que colinda con el campus y del personal de la Dirección de Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable del municipio de Teapa.

Las actividades de manejo de residuos sólidos se programan para el último domingo de cada

mes, a partir de las 7:00 a.m debido a que es el día en que los estudiantes comúnmente no tienen actividades académicas curriculares. Solamente se suspenden las actividades en caso de que existan se presenten condiciones climáticas de lluvia. Se registran los nombres de los estudiantes que participan, a quienes se les estimula académicamente con un punto que se suma a la calificación obtenida en cada uno de los exámenes de las asignaturas de Ciencias Sociales I y II, impartidas por el coordinador del PAUCh en la URUSSE.

Finalmente, se documentan las actividades de manejo de residuos sólidos realizadas en un año, con el objeto de justificar mediante informes el gasto de recursos materiales y financieros ante las fuentes de financiamiento universitario. Asimismo, las actividades realizadas en la ejecución son materia de difusión en redes sociales, medios impresos y en eventos académicos científicos de corte ambiental.

## La experiencia estudiantil

La experiencia de la autora en las actividades de manejo de los residuos sólidos se dio en dos momentos. En el primer año, como ejecutora de ellas, siendo estudiante de propedéutico; en el segundo, como apoyo en su planeación, organización y programación, en calidad de estudiante de la CIAEZT.

La experiencia de ejecutora consistió en participar en el levantamiento de residuos sólidos, mayormente envases de bebidas hechos de plástico, vidrio y aluminio hechos



de plástico, vidrio y aluminio, así como, en menor grado, envolturas de productos alimenticios procesados arrojados al piso en algunas áreas del campus, en la carretera del tramo Teapa-Vicente Guerrero, en las calles del poblado Vicente Guerrero y en algunos puntos del río *Puyacatengo* y del arroyo *Ogoiba*, que son lugares de recreación para bañistas. Una vez recogidos los residuos sólidos fuera y dentro del campus, fueron trasladarlos en bolsas de plástico al contenedor de la universidad, para posteriormente ser enviados al relleno sanitario del municipio de *Teapa*.

En el segundo año, nuestra experiencia consistió en coordinar, supervisar y dar seguimiento a las actividades de manejo de residuos sólidos.

Ello generó conocimiento de cómo se planean, organizan, programan y coordinan las actividades de ejecución del manejo de residuos sólidos. Además, permitió obtener elementos para determinar que no solamente es compleja la problemática del manejo de los residuos sólidos, sino también la implementación de acciones ambientales para su mejora continua.

Estas actividades nos permitieron conocer la compleja problemática del manejo de los residuos sólidos generados por los estudiantes y trabajadores académicos y administrativos de la URUSSE, así como los visitantes del corredor ecoturístico “Puyacatengo” y los habitantes del poblado Vicente Guerrero.

Lo anterior nos ha proporcionado elementos para asumir que la educación ambiental, la cultura ambiental y la conciencia ambiental evidencian profundas y amplias oportunidades de mejora en la comunidad

universitaria y en la sociedad civil del entorno del campus.

Como parte de la mejora continua, consideramos que las acciones de educación ambiental deben ser más constantes, multidisciplinarias, interinstitucionales, sólidas y colectivas, y que requieren más compromiso en la comunicación, coordinación, apoyo logístico, participación ciudadana y divulgación. Además, es importante fortalecer las actividades de manejo de residuos sólidos de manera permanente con más talleres, pláticas y conferencias sobre el tema ambiental y de intercambio de experiencias universitarias.

Otra tarea institucional pendiente es la colocación de mamparas, a lo largo de la carretera Teapa-Vicente Guerrero del corredor ecoturístico “Puyacatengo”, que promuevan la conservación del medio ambiente y la observancia de la normatividad ambiental. No menos importante es ubicar depósitos para residuos sólidos en las riveras de las áreas de recreación del río Puyacatengo y del arroyo Ogoiba.



Difusión del manejo de los residuos sólidos. Fuente: Ramírez (2017).

Otra contribución a la formación de la autora fue el desarrollo de habilidades para calcular la cantidad y volumen de insumos a utilizar en el manejo de los residuos sólidos, determinar la cantidad de recursos humanos, materiales y económicos necesarios y considerar los imprevistos que se presentan durante la ejecución de las actividades. No menos importante es que dio la oportunidad de conocer a promotores y activistas ambientales que eventualmente interactuaron en la ejecución, en las conferencias, pláticas y talleres de capacitación. Aunado a lo anterior, la experiencia estudiantil nos dio la oportunidad de asumir responsabilidades para dirigir las actividades inherentes al manejo de los residuos sólidos, lo cual influyó en el desarrollo de habilidades y destrezas de manejo de personas en actividades ambientalistas. También generó condiciones para identificar que gran parte de los estudiantes participan con limitado pensamiento crítico, a pesar de que el PAUCh en la URUSSE promueve conferencias, pláticas y talleres de educación ambiental.

Por otra parte, esta experiencia estudiantil formativa generó satisfacciones, siendo la principal que algunos estudiantes, después de su primer año de participar en la ejecución de las actividades de manejo de residuos sólidos, desarrollaron capacidades para la promoción de la educación ambiental, en tanto que mantienen su participación en las actividades ambientales durante su estancia en la universidad.

Actualmente los estudiantes están por iniciar actividades relacionadas con el reciclaje de residuos sólidos, ya que hemos implementado un contenedor para captar los envases de PET para comercializarlos. Asimismo, en tiempos de pandemia generada por el **COVID-19**, la autora principal inició un proceso de actualización en conocimientos de manejo de residuos sólidos y está participando virtualmente en foros, congresos, pláticas, talleres y cursos.

Finalmente, es importante resaltar que, en la revisión del contenido de los informes<sup>(1)</sup> anuales del PAUCh en la URUSSE, obtuvimos elementos de los resultados de encuestas aplicadas en los estudiantes sobre el manejo de los residuos sólidos, con el objeto de conocer sus apreciaciones. Ello nos permitió inferir que la mayoría de la población estudiantil está de acuerdo en hacer un buen manejo de ellos; sin embargo, en los hechos, pocos evidencian estar comprometidos de manera permanente.

LUISA FERNANDA OVANDO COUTIÑO  
BERNARDINO RAMÍREZ HERNÁNDEZ  
PROGRAMA AMBIENTAL UNIVERSITARIO (PAUCH)  
URUSSE, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO  
fercholine00@gmail.com; beram82@hotmail.com

#### Referencias

1 PAUCh. (2012-2019). *Informes de actividades*. Teapa, Tabasco: Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria Sursureste.



## #SinDesechosCOVIDPorfavor, CAMPAÑA PARA ENTORNOS LIBRES DE RESIDUOS DERIVADOS DE LA PANDEMIA COVID-19

Actualmente estamos enfrentando como humanidad una de las peores pandemias que hayan existido, derivada del nuevo coronavirus **SARS-CoV-2** (Síndrome Respiratorio Agudo Severo por Coronavirus) que ha afectado la salud de millones de personas. En México, más de 850 mil personas se han contagiado, además de 86 mil defunciones desde finales de febrero al 18 de octubre de 2020, según datos de la Secretaría de Salud. Esta nueva enfermedad llamada COVID-19 no sólo ha afectado la salud física y emocional de muchas familias, sino que ha afectado a otras áreas de la actividad humana.

La enfermedad de COVID-19 ha tenido impactos de tipo económico, social y ambiental. El impacto ambiental se ha generado por la producción de toneladas de materiales para evitar la propagación de la enfermedad, como son guantes, caretas, cubrebocas, lentes, entre otros, los que representan una amenaza tanto para el ambiente como para la salud pública, ya que están íntimamente relacionadas.

Los equipos de protección personal (EPP) para mitigar los efectos de la propagación del SARS-CoV-2 están generando una gran cantidad de residuos domésticos que podrían

ser biológico-infecciosos si provienen de personas contagiadas. Aunado a esto, tales residuos de equipo de protección personal, particularmente los cubrebocas, los vemos arrojados en las calles, cerca de las playas, en otros cuerpos de agua o en cualquier otro lugar, derivando en contaminación ambiental que afectará en el corto plazo la vida de los humanos y de muchas especies, entre ellas las marinas y de agua dulce, pues sus individuos podrían morir si los consumen accidentalmente, además del problema que representa la desintegración de los materiales en esas aguas, no olvidando las implicaciones en especies de tipo terrestre.

Para el manejo de residuos biológico-infecciosos que se generan en hospitales, laboratorios y centros de salud, existe un apartado en la Norma Oficial Mexicana, **NOM-087-ECOL-SSA1-2002**. Esta norma oficial define a un residuo peligroso-infeccioso como “cualquier organismo que sea capaz de producir enfermedad. Para ello se requiere que el microorganismo tenga capacidad de producir daño, esté en una concentración suficiente, en un ambiente propicio, tenga una vía de entrada y estar en contacto con una persona susceptible”<sup>(1)</sup>.

Los que trabajan con residuos biológico-infecciosos están capacitados para el manejo apropiado de estos residuos, pero: ¿Qué sucede con los residuos domésticos biológico-infecciosos que se generan por la pandemia? **¿Cuáles podrían ser sus efectos en la salud y en el medio ambiente?** ¿Existe conciencia en la población de los riesgos del mal manejo de estos residuos peligrosos?

Para la **Organización Mundial de la Salud** (OMS), la gestión de residuos derivados la COVID-19 es fundamental para superar esta crisis sanitaria mundial. La gestión de residuos domésticos es tan importante como la de los residuos infecciosos-contagiosos que provienen de los centros de salud. Estos residuos son mezclados fácilmente con la basura doméstica, “pero deben tratarse como desechos peligrosos y eliminarse por separado”(2).

La **Organización de las Naciones Unidas** (ONU) considera que existen grandes retos para el manejo de los residuos derivados de COVID-19 en los países en desarrollo. Los riesgos y retos asociados al manejo de residuos domésticos infecciosos son numerosos, entre los que se consideran(3):

Exposición a transmisión por mezcla de residuos infecciosos con otro tipo de basura

Impactos negativos en el sector informal (riesgos sanitarios, pérdida de empleo)

Falta de conciencia en cuanto al manejo de residuos

Reutilización de los equipos de protección personal (EPP)

Falta de suplemento de equipo para los colectores de basura

Inadecuado manejo municipal de residuos sólidos

Con base en los documentos de la ONU, el Gobierno de México ha emitido recomendaciones sobre el manejo de los desechos de COVID, desafortunadamente no existe una difusión masiva al respecto. El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) sugiere que el equipo de protección personal (guantes, caretas, cubrebocas) sea depositado en una bolsa de plástico por separado y se indique de ello a los operadores del vehículo recolector de basura.

Otra recomendación es desinfectar el entorno con detergentes comerciales, desinfectantes de uso hospitalario o utilizar cloro diluido en una solución de 10 ml de cloro por 90 ml de agua, así como el lavado de ropa en máquina con agua caliente y detergente, y, de ser posible, enjuagar con una solución de cloro del 0.05%(4).

Incremento de residuos mixtos por su no separación

Incremento de residuos plásticos

Falta de estimación de los residuos peligrosos generados

Incremento de basura en las calles

Vertederos ilegales y quema de basura

# DÍA MUNDIAL DE LOS OCÉANOS



## #SinDesechosCovid

## Por favor!

Fundación  
Chalchi a.c.

Campaña #SinDesechosCovidPorFavor.

Fuente: Fotografía de fondo marino de Alan Williamson.

Con motivo de la conmemoración del Día Mundial de los Océanos, el 8 de junio del presente año, la iniciativa *Caparazones Saludables*, encargada de promover el cuidado de las tortugas y su entorno en el Campus Mocambo de la Universidad Veracruzana (UV), junto con la *Fundación Chalchi.org* decidió empezar la campaña **#SinDesechosCovidPorFavor**. A esta campaña se sumó la Coordinación de Sustentabilidad de la UV región Veracruz, haciendo equipo al considerar importante este tema.

La campaña **#SinDesechosCovidPorFavor** pretende, a través de la difusión en medios electrónicos de videos con expertos e infografías, hacer conciencia de la importancia que tiene deshacerse apropiadamente de los residuos domésticos producto de la enfermedad COVID-19, especialmente como parte de la responsabilidad social universitaria de la UV que le requiere ser una universidad respetuosa con el entorno.

#Sin  
DesechosCovid  
Porfavor



### Atentos

El inadecuado manejo de desechos médicos y domésticos (guantes, cubrebocas y otros materiales) derivados de la contingencia sanitaria por COVID-19, podrían ser riesgo de rebrotes y generar un daño ambiental

**RECUERDA:  
LOS ENTORNOS SALUDABLES TE  
PROTEGEN A TI Y AL AMBIENTE**

<https://www.universidadveracruzana.mx/portal/informacion-y-reportajes/comunicado-de-prensa/la-gestion-de-residuos-es-un-servicio-publico-esencial>



Infografía sobre los riesgos que conllevan los desechos COVID-19

Fuente: Sergio Arturo León Sánchez.

Consideramos de vital importancia una mayor difusión hacia la sociedad en general para atender en parte la falta de cultura ambiental que existe en México. Desde el interior de la Universidad Veracruzana se requiere crear conciencia sobre los impactos que podrían generar los equipos usados para la protección personal en el ambiente y en la salud; más aún cuando algunos trabajadores de la Universidad Veracruzana ya están laborando de manera intermitente, como es el caso de las Unidades de Servicios Bibliotecarios y de Información



USBI, las cuales ya están abiertas parcialmente al público en todos los campus de la UV.

Desafortunadamente, muy recientemente se han visto estos residuos peligrosos cerca del Campus UV Mocambo Boca del Río, por el lago exterior donde habitan tortugas, por lo que fue notificado a la Coordinación Regional del **Sistema Universitario de Gestión Integral de Riesgos (SUGIR)** para solucionar el problema, quien se encargará de colocar unos contenedores con el etiquetado especial *#DepositaAquíTusDesechosCovidPorFavor* para que los asistentes a la USBI Veracruz depositen esos residuos por separado del resto de los demás.

Por su parte, la Coordinación del Centro de Idiomas Veracruz, a través de la maestra enlace del SUGIR, gestionó la colocación de un contenedor etiquetado con la señalética arriba mencionada, al ser sede del examen de admisión a la Universidad Veracruzana. La campaña se ha difundido en la página oficial de Facebook de la Coordinación Regional para la Sustentabilidad y en nuestra página Entornos Saludables y Sustentables, para compartir esa información con los usuarios que nos visitan en esta red social.

Uno de los objetivos del *Plan Maestro Para la Sustentabilidad de la UV* es “promover y operar estrategias coordinadas para prevenir,

solucionar o mitigar los impactos y problemas ambientales generados en los campi [sic] y sus zonas aledañas, así como en las áreas naturales tuteladas por la universidad”(5). Consideramos que, con estas acciones, estamos contribuyendo a cumplir esos objetivos y además generar una nueva cultura colectiva sustentable que, ahora más que nunca, es imprescindible para mitigar los efectos y control relacionados con esta pandemia.

Tal como lo menciona el *Reglamento para la Gestión de la Sustentabilidad de la UV*, es imperante transversalizar estos temas en las funciones sustantivas y adjetivas de la universidad para realizar acciones que “contribuyan a formar una comunidad universitaria responsable, participativa e inmersa en la gestión para la sustentabilidad”(6), de tal forma que se fomente, entre otras cosas, esa cultura del manejo responsable de cualquier tipo de residuos que como ciudadanos generamos y que siempre tendrán un efecto negativo si no son tratados con responsabilidad social y ambiental.



Imagen propuesta para contenedores especiales para desechos COVID-19 en el regreso a las clases una vez que estemos en semáforo verde.

Fuente: Sergio A. León Sánchez.



Infografía sobre los riesgos derivados de los desechos COVID-19.  
Fuente: Sergio Arturo León Sánchez.

Por último, hacemos atenta invitación a los lectores para sumarse a la difusión de esta información sobre los residuos domésticos COVID, la cual está disponible en las páginas electrónicas de la OMS y del Gobierno Federal, así como del hashtag *#SinDesechosCovidPorFavor* y de las acciones de la campaña para generar conciencia sobre los posibles efectos de estos residuos domésticos.

Queremos agradecer al Dr. Alfonso G. Pérez Morales, Vicerrector de la Región Veracruz, la Dra. Alicia Elena Urbina González, Coordinadora Regional de Sustentabilidad en Veracruz, y la Lic. Olga Díaz Ordaz Terrones, Directora de Fundación Chalchi, AC.

DRA. GEORGINA MELO PÉREZ  
MTRA. GLORIA DEL ROCÍO IBARGÜEN RAMÓN  
UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
gemelo@uv.mx; gibarguen@uv.mx

#### Referencias

1. Universidad Veracruzana. (2013). *Manejo de Residuos Peligrosos Biológico-Infecioso-RPBI*. <https://www.uv.mx/vinculacion/files/2013/04/manejo-residuos-peligrosos.pdf>
2. ONU. (2020). *La gestión de residuos en un servicio público esencial para superar la emergencia de COVID 19*. <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/la-gestion-de-residuos-es-un-servicio-publico-esencial>
3. United Nations United Nations Environment Programme, International Environmental Technology Centre, Institute for Global Environmental Strategies. (2020). *Waste Management during the CoVid-19 Pandemic. From Response to Recovery*. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/33416/WMC-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. Martínez Arroyo, A., Ruíz Suárez, L.G., Gavilán García, A., Ramírez Muñoz, T. y Huerta Colosia, D. (2020). *Manejo de residuos durante la emergencia sanitaria por COVID-19*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/569684/Residuos\\_COVID.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/569684/Residuos_COVID.pdf)
5. Universidad Veracruzana. (2010). *Plan Maestro para la Sustentabilidad de la Universidad Veracruzana*. <https://www.uv.mx/cosustenta/files/2012/09/PlanMaestroSustentabilidad.pdf>
6. Universidad Veracruzana. (2015). *Reglamento para la Gestión de la Sustentabilidad*. <https://www.uv.mx/legislacion/files/2017/07/Gestion-de-la-sustentabilidad-Universidad-Veracruzana.pdf>



## LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE COMO PARTE DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

La Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos define los residuos peligrosos (RP) como aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad<sup>(1)</sup>.

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), las 115 158 empresas inscritas en el Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos (PGRP) entre 2004 y 2017, dentro de las cuales se encuentran instituciones de educación superior (IES), generaron en el país 2.45 millones de toneladas de RP, de las

cuales 164 975 toneladas (6.9%) fueron residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI)<sup>(2)</sup>.

El resultado del crecimiento de la actividad industrial, el mal manejo de las sustancias químicas y la mala disposición de los residuos han incrementado la exposición de la población y los ecosistemas a las sustancias peligrosas. En el 2015 se calculaba que en el mundo 5 millones de personas estaban en riesgo de exposición al mercurio, 26 millones al plomo y 7 millones en contacto con pesticidas<sup>(2)</sup>. Por consiguiente, los RP representan un peligro para la salud y el ambiente.



Para disminuir los riesgos que representan, se necesita una gestión adecuada de ellos, con la finalidad de controlar y minimizar los impactos que pudiera ocasionar su mal manejo. La gestión de los RP es un conjunto de medidas operativas para un correcto manejo de ellos dentro de las instituciones, mediante el cumplimiento de la normatividad vigente y con el fin de disminuir su generación a través de buenas prácticas para una adecuada clasificación, recolección y almacenamiento para su posterior disposición final.

Una de las vías para tener una buena gestión es por medio de la enseñanza y el aprendizaje, ya que, de esta manera, académicos y estudiantes desarrollarán una mayor conciencia ambiental de las actividades que realizan. Por esta razón, el involucrar al personal académico a formar parte activa del proceso impactará en el aprendizaje de los estudiantes y en sí mismos, consiguiendo una mejor gestión de los RP en la institución, así como evitando errores que podrían ocasionar alguna contingencia ambiental o una sanción por parte de la autoridad.

Incluir asignaturas que involucren el conocimiento y manejo de RP permite al estudiante desarrollar habilidades sobre la gestión de éstos e inculcar la responsabilidad que conlleva su carrera. Ejemplo de ello es la asignatura de tratamiento de residuos peligrosos, la cual se ha ofrecido de manera optativa desde 2016 por dos profesores a más de 120 alumnos de las licenciaturas de Químico farmacéutico y de Química aplicada.

La asignatura le ofrece al estudiante de química la posibilidad de aprender a gestionar los RP generados de acuerdo con la legislación ambiental vigente referida al manejo de éstos, unido a los métodos de tratamiento para evitar malos manejos. Su objetivo es reducir el volumen y disminuir o eliminar la peligrosidad de los residuos generados en los laboratorios, mediante el cumplimiento de tres objetivos particulares: la identificación, el tratamiento y la disposición del RP.

### Identificación

Para poder identificarlos, la **NOM-052-SEMARNAT-2005** establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales<sup>(3)</sup>. Esta norma es una herramienta aplicativa dentro de los laboratorios para poder identificar la característica principal de cada residuo y así poder tomar una decisión de cuál sería el tratamiento adecuado.

Al realizar este ejercicio por medio de pruebas fisicoquímicas, el estudiantado empieza a reconocer los RP que se generan en la IES y que la clasificación propuesta para la gestión de los residuos se fundamenta en la normatividad vigente y las características de peligrosidad del residuo.

## Tratamiento

Al conocer las características de peligrosidad de cada residuo, el estudiante aplica diferentes métodos de tratamiento fundamentados en la química básica como la neutralización, precipitación y oxidación, junto con técnicas básicas como la filtración y decantación. Esto le ayuda a comprender la peligrosidad del residuo, la importancia de la clasificación y por qué no deben mezclarse, de modo que empieza a respetar la clasificación que la institución propone para una correcta gestión.

## Disposición final

Las mayores incógnitas que los estudiantes tienen al entrar al laboratorio y realizar sus prácticas son “¿qué residuo genero?” y “¿dónde desecho los residuos?”. En ocasiones se apoyan en “diagramas ecológicos” para saber qué tipo de residuo se generará en la práctica y cómo disponerlo al final, pero no siempre coincide, por lo cual tienen problemas al momento de disponer los residuos de manera adecuada.

Al empezar a tratar residuos, los estudiantes desarrollan la habilidad de cómo disponer correctamente los RP por medio de la identificación y el tratamiento que han estado realizando. Esta acción impacta en sus demás compañeros al explicarles la correcta disposición durante las prácticas de otras asignaturas y los riesgos que esto podría ocasionar.



Una prueba para la identificación de un residuo desconocido.

Al finalizar, el estudiante no solamente aprende sobre el tratamiento de los residuos y la gestión legal de los mismos, sino también cómo se actúa ante una contingencia ambiental (derrame) y la importancia de la disposición correcta de los RP tanto en la universidad como en su vida diaria, dando pie a desarrollar una conciencia ambiental de sus labores en el área de la química e involucrándolos en el correcto manejo de los residuos que ellos mismos generan tanto en los laboratorios de otras asignaturas como en sus casas.

Para la universidad ha sido un reto concientizar al estudiantado sobre los temas ambientales, por lo cual este tipo de asignaturas completa su formación integral, estimulando la responsabilidad social y ambiental de su profesión por medio de la experiencia y haciéndolo razonar sobre los problemas de la vida real y cómo actuaría ante ellos durante sus actividades profesionales.

Es necesario empezar a enfocar la gestión de los residuos en las IES por medio de la enseñanza y el aprendizaje. El tratamiento de residuos es solamente un ejemplo de los muchos que se podrían utilizar para tener una mejor gestión en las instituciones, ya que genera un impacto en nuestros estudiantes; esto, con la finalidad de forjarlos como profesionales responsables con el ambiente.

Q.I. JOSÉ APOLINAR FERRER PÉREZ  
FACULTAD DE QUÍMICA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN  
jose.ferrer@correo.uady.mx

#### Referencias

1. *Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos*. (2018). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.  
[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263\\_190118.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf)
2. Sistema Nacional de Información Ambiental y Recursos Naturales. (2020). *Informe de la situación del medioambiente*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.  
<https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap7.html#tema3>
3. NOM-052-SEMARNAT-2005, *Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos*. (2005). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.  
<http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm>





Capacitación sobre compostaje al personal de limpieza. Fuente: Beatriz Cantón, 2018.

## GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR LA EXPERIENCIA DE ECOSUR-UNIDAD CAMPECHE

El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) es un centro público de investigación científica que tiene como misión contribuir al desarrollo sustentable de la frontera sur de México, Centroamérica y el Caribe a través de la generación de conocimientos, la formación de recursos humanos y la vinculación desde las ciencias sociales y naturales. Está conformado por cinco unidades distribuidas en cuatro estados ubicados en la frontera sur de México; dos en el estado de Chiapas, una en Villahermosa, Tabasco, una en Chetumal, Quintana Roo y una más en el estado de Campeche.

En ECOSUR tenemos un Plan Ambiental institucional, mejor conocido como **PAECOSUR o PAE**, el cual fue generado como parte de un compromiso cuando la institución ingresó a la **Asociación Nacional de**

**Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)**. Entre los años 2002 y 2007, la ANUIES, junto con el **Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU)** y la **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)**, impulsaron la propuesta de generar un plan de acción para el desarrollo sustentable en las instituciones de educación superior de México y mediante talleres apoyaron a las instituciones participantes a generar su propio plan ambiental<sup>(1)</sup>. En 2012 fue publicado el libro *Los planes ambientales en la educación superior de México*, que compendia los planes ambientales de todas las instituciones participantes, entre ellas ECOSUR<sup>(2)</sup>.

El PAECOSUR tiene como objetivos principales: minimizar el impacto ambiental que tiene ECOSUR al realizar sus actividades





y cumplir con las normas y regulaciones ambientales vigentes en cada uno de los estados donde opera; promover entre la comunidad de ECOSUR una cultura de responsabilidad ambiental, que le permita predicar con el ejemplo; y compartir sus aprendizajes con otras instituciones de Educación Superior. Para alcanzar estos objetivos, el PAE opera con cinco programas sustantivos: Residuos sólidos y de manejo especial (RSME), Educación ambiental, Residuos peligrosos, Conservación de la biodiversidad y Consumo responsable.

Es importante hacer notar que la dinámica de implementación del PAE en cada unidad ha sido distinta, principalmente porque cada unidad posee una identidad propia, basada en su realidad social, cultural, económica y académica. Para el caso de la unidad Campeche, si bien entre 2004 y 2014 se realizaron algunas actividades esporádicas en los programas del PAECOSUR, fue hace

apenas cinco años que se logró operar de manera continua y organizada. Esto es así, gracias a la participación voluntaria y entusiasta de investigadoras y técnicas que lideran las diferentes actividades que en cada programa se desarrollan.

El programa RSME comprende un conjunto de actividades dirigidas a dar a los residuos sólidos urbanos y de manejo especial el destino más adecuado, de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños o riesgos para la salud humana o el ambiente.

Estas actividades forman parte de un proceso a través del cual se busca transformar la cultura de eliminación de desechos por una que conlleve a evitar su uso desde la fuente generadora; si esto no es posible, se procura la minimización utilizando el concepto de las 3R (reducir, reutilizar, reciclar); si esta minimización no se logra, se plantea entonces el tratamiento y, por último, se debe pensar en la disposición final<sup>(3)</sup>.

Pero empecemos por el principio, ¿qué son los residuos sólidos urbanos? Son todos aquellos materiales que diariamente desechamos en la casa, el trabajo, la escuela, la calle y en muchos otros lugares<sup>(4)</sup>. Entonces, **¿los residuos son lo mismo que la basura?** No. Si separamos los residuos cuando los vamos a desechar, éstos pueden tener un uso o utilidad para alguien o convertirse en materia prima para la elaboración de nuevos productos, pero, si los mezclamos, entonces los convertimos en basura.

Por tanto, lo primero que debemos hacer es aprender a separar nuestros residuos. Existen muchas clasificaciones, la más sencilla es en orgánicos e inorgánicos. Los *orgánicos* son residuos que provienen o formaron parte de un ser vivo y son de rápida degradación. Los *inorgánicos* son aquellos residuos que pasaron por un proceso de transformación industrial y su degradación es más lenta.

Dentro de los residuos inorgánicos podemos distinguir aquellos residuos que se pueden reciclar, ya que pueden servir de materia prima para otros productos. Existen también los residuos no reciclables, aquellos que han perdido sus propiedades físicas y químicas que hacen que ya no se puedan volver a utilizar y, por tanto, son realmente basura. Por último, están los residuos considerados de manejo especial, que, si bien no son catalogados como peligrosos, contienen elementos de riesgo que no permiten que se desechen en el basurero municipal, tales como electrónicos, pilas y tóners.

## Cinco pasos en el proceso de manejo de residuos sólidos y especiales en ECOSUR-Unidad Campeche

Teniendo clara la clasificación de los residuos, en ECOSUR-Campeche hemos realizado el proceso de manejo de residuos sólidos y especiales siguiendo cinco pasos. El primero fue diseñar y elaborar letreros que faciliten a las personas la identificación de los cuatro tipos de residuos: Orgánicos, Sujetos a reciclaje, Basura general y de Manejo especial. El segundo paso fue adquirir contenedores de diferentes tamaños y características que permitieran el almacenaje de residuos de manera semanal. Dado que no contamos con un centro de acopio, se compraron también contenedores con capacidad de 700 litros para almacenar residuos sujetos a reciclaje por un tiempo aproximado de cinco meses. Cada contenedor fue identificado con los letreros de cada tipo de residuo y se ubicaron en diferentes espacios de ECOSUR: salones, pasillo, comedor, área de compostaje, área de basura general y área de reciclaje.



Diseño de letreros separadores de residuos. Fuente: Vallejo Nieto, 2018



El tercer paso consistió en hablar con las personas y con la comunidad en general de ECOSUR sobre cómo separar sus residuos, describirles las actividades que se realizan e invitarlas a participar. Cada año, cuando ingresan nuevos estudiantes al posgrado, se les imparten pláticas de sensibilización y se les motiva a involucrarse en las diversas actividades que se realizan dentro del PAECOSUR como parte de su formación profesional. También, dos veces al año, se da capacitación al personal de limpieza, quienes son nuestra principal fuente de apoyo en el manejo de residuos.



Ubicación de contenedores para almacenaje de residuos.  
Fuente: Vallejo Nieto, 2018.

El cuarto paso comprende monitorear y supervisar los contenedores, es decir, cuidar su correcto llenado y limpieza del área circundante. Este paso está directamente relacionado con el tiempo de almacenaje de cada tipo de residuo. Los residuos de basura general son depurados semanalmente, en tanto que los residuos sujetos a reciclaje se almacenan por un tiempo promedio de cinco meses o hasta alcanzar un volumen suficiente para su traslado a una empresa acopiadora local. Los residuos de la composta se supervisan cada tercer día en un lapso de seis meses a un año, cuando se realiza la extracción de humus.

Descuidar los espacios de almacenaje puede ocasionar conflictos con las personas que laboran cerca de dichos contenedores, generar malos olores, atraer fauna nociva, además de dar un mal aspecto y, con ello, una mala imagen y ejemplo a nuestros visitantes.

El quinto paso es depurar apropiadamente los residuos generados en ECOSUR y transferirlos para su comercialización o tratamiento ya sea a empresas locales o nacionales establecidas como centros de acopio o, bien, al basurero municipal.



Antes: Residuos mal almacenados en ECOSUR. Después: Residuos ordenados prolijamente en ECOSUR.  
Fuentes: Luciano Pool, 2017; Victoria Delgado, 2017.



Traslado de residuos sujetos a reciclaje a un centro de acopio local. Fuente: Victoria Delgado, 2015.

El quinto paso es depurar apropiadamente los residuos generados en ECOSUR y transferirlos para su comercialización o tratamiento ya sea a empresas locales o nacionales establecidas como centros de acopio o, bien, al basurero municipal. Aunque durante los primeros años fue necesario destinar una jornada laboral para trasladar los materiales colectados para reciclaje a los centros de acopio, con la adquisición de experiencia se aprendió a ahorrar tiempo, recursos y calendarizar su depuración. Ahora, las empresas locales acuden a nuestras instalaciones por los residuos almacenados, los cuales se pesan y se registran en una bitácora para su control.

### **Logros en el programa de residuos sólidos y de manejo especial**

Gracias al trabajo continuo y permanente de quienes lideran el programa de **Residuos Sólidos y de Manejo Especial** en ECOSUR-Unidad Campeche y de toda la comunidad ecosureña que respeta y separa sus residuos apropiadamente, ahora sabemos que en nuestra unidad cada año logramos separar casi una tonelada de residuos (837 kg)

principalmente cartón (34%), papel de oficina (20%) y residuos orgánicos (14%). En el área de compostaje, las diversas actividades que se realizan para su mantenimiento la han convertido en un espacio que nos permite crear comunidad y compartir conocimiento y aprendizajes. Con el manejo de la composta se han extraído 390.5 kg de humus; una parte se repartió entre las personas que colaboraron en su extracción y el resto fue empleado en las áreas verdes de la unidad.

Hemos logrado sistematizar la experiencia adquirida en estos cinco años al generar la *Guía para el manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial en ECOSUR*, en situación típica y con COVID-19. En ella se plasma de manera clara y sencilla el ciclo de vida de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en ECOSUR.

### **Retos a enfrentar**

Pese al trabajo realizado, aún existen muchos retos por enfrentar para lograr una adecuada gestión de residuos en nuestra unidad. En un estudio realizado entre 2018 y 2019, se pesaron semanalmente los residuos

destinados al basurero municipal. Con estos datos y el registro de los residuos sujetos a reciclaje, se pudo contabilizar el total de residuos que se generan en ECOSUR-Campeche, los cuales ascienden a más de tres toneladas al año (3441 kg). Si en ECOSUR anualmente se separan 837 kg de residuos valorizables, esto corresponde al 24% del total, lo que significa que 76% de nuestros residuos se van a la basura. Por tanto, aún queda mucho camino por trabajar.

Es indispensable sensibilizar a la comunidad ecosureña y lograr involucrarla para hacerse responsable de sus residuos. Esto sólo podrá lograrse en la medida en que se reconozca el PAECOSUR y se cuente con mayor respaldo institucional, a través del establecimiento y aplicación de políticas ambientales que reglamenten la generación de residuos.

## Recomendaciones

Para finalizar, como recomendaciones a aquellas personas que deseen impulsar un programa de manejo de residuos sólidos en su institución, escuela, área de trabajo o en su hogar, lo más importante es que:

- 1) Busquen rodearse de personas con el mismo interés y voluntad para hacerlo.
- 2) Acérquense a aquellas instituciones que ya operan y disponen de un programa de manejo de residuos. Quienes ya hemos enfrentado este camino estamos con la mejor disposición de apoyar y colaborar.
- 3) Ármense de mucha paciencia y tenacidad, pues el trabajo es mucho, pero la satisfacción de lo logrado bien lo vale.

MIRNA ISELA VALLEJO-NIETO, SARA BERENICE BALÁN ZETINA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA SUSTENTABILIDAD  
ECOSUR, UNIDAD CAMPECHE  
mvallejo@ecosur.mx  
sabaz\_1181@hotmail.com

### Referencias

1. Bravo Mercado, M. T. y Sánchez Soler, M. D. (Coords.). (2002). *Plan de acción para el desarrollo sustentable en las instituciones de educación superior*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable; Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.
2. Bravo Mercado, M. T. (Coord.). (2012). *Los planes ambientales en la educación superior de México. Construyendo sentidos de sustentabilidad (2002-2007)*. México: SEMARNAT-INE-ANUIES-UNAM.  
<https://www.redpai.uady.mx/doc/documentos/Los%20planes%20ambientales%20en%20la%20ES%20M%c3%a9xico.%20Ma.%20Teresa%20Bravo..pdf>
3. Rondón Toro, E., Szantó Narea, M., Pacheco, J. F., Contreras, E. y Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Manuales de la CEPAL Núm. 2*. Chile: CEPAL.
4. Secretaría de Gobernación (SEGOB). (2018). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)*.  
[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263\\_190118.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf)





## RECICLATÓN DE RESIDUOS EN LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA

**La Universidad Veracruzana (UV)** está muy consciente de que los retos y crisis de las sociedades actuales requieren una aproximación sistémica a su comprensión y atención. Por ello, desde el 2010 ha apostado por generar políticas institucionales que apunten a la incorporación de la perspectiva de sustentabilidad en sus funciones de docencia, investigación, vinculación y gestión, a través del **Plan Maestro para la Sustentabilidad, el Reglamento para la Gestión de la Sustentabilidad y la Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad (CoSustenta)**<sup>(1)</sup>.

Esta última ha tomado como ejes de trabajo los temas de alimentación, movilidad y espacios universitarios, formación, administración sustentable, vinculación y gestión de recursos.

Es en este último en el que se encuentran los proyectos específicos para el manejo adecuado de los residuos.

Se ha identificado que en la Universidad se generan diferentes tipos de residuos, entre los que se encuentran los sólidos urbanos (RSU) y los de manejo especial (RME). Para ellos, se han creado proyectos como el Reciclatón Universitario, cuyo objetivo principal es dar un manejo adecuado y promover, al mismo tiempo, la reflexión sobre nuestros hábitos de consumo, la responsabilidad que tenemos ante nuestros residuos, la cantidad que producimos y el impacto que éstos generan si no son dispuestos adecuadamente. De esta manera, se fomenta una cultura ciudadana que contribuye a la reducción y reutilización de los materiales que se consumen diariamente.

## Antecedentes

La Universidad Veracruzana está presente en cinco regiones del estado de Veracruz (Coatzacoalcos, Orizaba-Córdoba, Poza Rica-Tuxpan, Veracruz y Xalapa) y ha contado con diversos proyectos de gestión de residuos. Por ejemplo, se han desarrollado actividades encaminadas al manejo, separación y disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU), acopios de papel, de pilas y baterías, de tereftalato de polietileno (PET), de basura electrónica y de medicamentos caducos. Estos proyectos han sido de duración variada y, al no estar articulados con otros actores, con el paso del tiempo algunos perdieron fuerza y desaparecieron.

Se tiene conocimiento de otros proyectos como el de separación y manejo de residuos sólidos universitarios (RESU) que se implementó en la Facultad de Biología de la región Xalapa durante 10 años (de 2006 a 2016), que derivó en guías de manejo de residuos sólidos y que han sido aplicadas en otras regiones(2).

Asimismo, se ha avanzado con diagnósticos de generación de residuos en algunas facultades de las regiones Orizaba-Córdoba, Coatzacoalcos y Xalapa, siendo en esta última donde también se ha medido la generación de uncel.

En la región Orizaba-Córdoba se lleva a cabo la separación de residuos sólidos y acopio de papel en dos entidades piloto y, en cuanto a los residuos peligrosos, los resultados de los diagnósticos de las regiones Orizaba-Córdoba y Xalapa muestran que los mayores generadores son los programas educativos de Ciencias de la Salud y Ciencias Químicas, quienes llevan una adecuada gestión de más del 75% de sus residuos de dicha categoría.

Para el manejo de medicamentos caducos, en particular para las regiones de Coatzacoalcos-Minatitlán y Veracruz, se han hecho convenios con empresas para que, una vez que los medicamentos sean acopiados (de forma ocasional o permanente), sean recolectados por éstas para su reciclado o disposición(3).

De igual forma, a partir de 2014 se han llevado a cabo campañas de acopio de residuos de manejo especial y en 2017 se lanzó el primer programa regulado de acopio de pilas y baterías en una operación piloto en el área de la región Xalapa, para el cual se desarrollaron guías, señalética, infografías y etiquetas(4).



Señalética del programa de acopio de pilas y baterías. Fuente: CoSustenta 2017

## Metodología

La CoSustenta, en coordinación con la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz (SEDEMA), las empresas **The E-waste Veracruz**, **ECOOSB**, **ECONTAINER**, **SINGREM** y **EcoXalapa “Reciclando seguro”**, dedicadas a la educación ambiental y al reciclaje, organizan el **Reciclatón Universitario**, iniciativa para el manejo integral y la disposición final de algunos de los residuos que se generan en la universidad, como discos compactos, residuos eléctricos y electrónicos, pilas y baterías, aceite usado, papel, cartón, plástico PET y HDPE, fierro y aluminio.

Para llevar a cabo las actividades que se requieren antes, durante y después del acopio, es necesario organizar un equipo de trabajo y logística conformado por colaboradores de la CoSustenta y prestadores de servicio social. Del mismo modo, para invitar a la comunidad universitaria y al público en general a llevar sus residuos, se realiza una intensa difusión del evento con varias semanas de anticipación a través de los medios electrónicos de la UV, oficios de invitación a todos los directores de la región, comunicados por correo electrónico a todo el personal universitario y notas en el periódico universitario, en el portal institucional de la UV, así como en las redes sociales y en la página institucional de la CoSustenta.

Los acopios se llevan a cabo una o dos veces al semestre durante dos días en un horario de 10:00 a 15:00 h en algún sitio de la misma universidad con fácil acceso.

Durante el evento, las actividades realizadas por el equipo de trabajo son: Recepción de los residuos, registro de datos de los participantes, separación de los residuos inorgánicos reciclables, pesaje y entrega de los residuos acopiados a las empresas responsables de su manejo y disposición final.

### Los residuos que se acopian son:

**Aparatos eléctricos y electrónicos:** televisores, grabadoras, máquinas de escribir, planchas, licuadoras, refrigeradores, microondas, teléfonos celulares, tabletas, computadoras, monitores, faxes, etc.

**Residuos reciclables:** Papel y cartón (hojas blancas, papel Kraft, periódico, revistas, libros, cajas de cartón), plástico PET y HDPE, latas de fierro y aluminio.

**Pilas y baterías, medicamentos caducos y aceite usado.**



Las empresas reciben estos residuos limpios y secos, preferentemente amarrados y compactados. Después del evento, los resultados se publican a través de un informe de actividad en la página de la CoSustenta y se envían por correo a cada uno de los participantes junto con un agradecimiento por su aportación.

## Resultados

Desde 2014 hasta la fecha, en la región Xalapa se han recuperado **68 430.29 kg** de residuos sólidos urbanos reciclables y de manejo especial, evitando así su llegada al relleno sanitario. En la tabla 1 se presentan las cantidades acopiadas por tipo de residuo; como puede observarse, los equipos eléctricos y electrónicos son los de mayor cantidad, seguido de los reciclables.

Adicionalmente, se cuenta con un programa permanente de acopio de pilas y baterías en alrededor de 30 (de 109) dependencias y entidades académicas de la región Xalapa.

Tipo de residuo	Cantidad (kg)
Eléctricos y electrónicos	52 506.4
Reciclables ( <i>papel, cartón, plástico PET/HDPE, latas de fierro y aluminio</i> )	15 117.9
Medicamentos caducos	186.0
Pilas	500.0
Aceite usado	120.0
<b>Total</b>	<b>68 430.3</b>

Residuos acopiados por tipo y cantidad.



Acopio Universitario de papel. Fuente: CoSustenta, 2020



Acopio de residuos eléctricos y electrónicos. Fuente: CoSustenta, 2020.

Además, se reconoce que existe un subregistro por aquellas que, sin sumarse oficialmente al programa, acopian este material fuera de las especificaciones de la guía; dicho número puede ser de la misma magnitud que el del registro oficial o incluso mayor. Esto puede deberse a que es una actividad que se ha llevado a cabo desde mucho tiempo atrás, previo al establecimiento de guías, del Plan Maestro y de la propia CoSustenta.

Si bien se ha entregado a la autoridad el material acopiado de pilas y baterías desde el primer semestre de 2017, se desconocen las cantidades exactas. Por otro lado, se sabe que a finales del semestre 2019-1 se entregaron 164 kg de baterías y pilas de diez de las dependencias inscritas(5).

## Conclusiones

A pesar de que se ha tenido una gran respuesta por parte de la comunidad universitaria y demás participantes, se considera que hay que mejorar las estrategias de difusión y comunicación, ya que siempre se reciben solicitudes de prórroga de entrega de residuos. La razón principal es la falta de administración del tiempo por parte de los generadores, quienes quisieran ver campañas de acopio permanentes. Sin embargo, hay razones administrativas y técnicas que impiden que el acopio dure más tiempo, ya que, durante los dos días, las empresas mantienen los vehículos para estibar los residuos, inmóviles aún sin saber con anticipación la cantidad final a acopiar y si ésta será significativa.

Por otro lado, también se ha manifestado la necesidad de que el acopio se amplíe para disponer adecuadamente otro tipo de residuos como lámparas ahorradoras, lámparas con mercurio, llantas, cartuchos de impresión usados y cajas de leche o tetrabrik. El programa de acopio de pilas y baterías ha cambiado la forma en la que se acopiaban estos residuos, mejorando el almacenamiento

y brindando la información necesaria para su entrega a las autoridades. Es importante reconocer los esfuerzos particulares en las entidades académicas y dependencias por el acopio adecuado, aunque todavía haya directivos que están poco dispuestos a la inversión en el material para el acopio, la señalética y la difusión, por bajo que sea el costo.

Finalmente, el Reciclatón Universitario ha dado espacio para la reflexión sobre la manera en que nuestros patrones de consumo están asociados a la mercadotecnia y el impacto que tienen nuestras decisiones como compradores sobre los residuos que generamos. En el imaginario de la sociedad está muy lejos aún el término de ciclo de vida y el poder que tenemos como consumidores.

MTRA. ERIKA YAQUELIN CRUZ ABURTO, ING. AMY YAMILETTE  
LOEZA BEURETH, DRA. MARÍA TERESA LEAL ASCENCIO  
COORDINACIÓN UNIVERSITARIA PARA LA SUSTENTABILIDAD, UNIVERSIDAD VERACRUZANA.  
ercruz@uv.mx

## Referencias

1. Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad. (2019) *Bienvenida* (página web). Xalapa, Veracruz: Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/cosustenta/bienvenida/>
2. Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad. (2020) *Residuos Sólidos Urbanos* (página web). Xalapa, Veracruz: Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/cosustenta/gesti/resi/>
3. Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad. (2020). *Gestión de recursos* (página web). Xalapa, Veracruz: Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/cosustenta/eje/rec/>
4. Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad. (2017). *Guía de gestión de pilas y baterías* (guía). Xalapa, Veracruz: Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/cosustenta/general/pilas/>
5. Leal Ascencio, M. T, Lozano Rodríguez, S. E. y Loeza Beureth, A. Y. (2019). *Gestión de pilas y baterías en la Universidad Veracruzana*, Región Xalapa. En Investigación en la Educación Superior: Puebla 2019, pp. 147-150. Puebla: Academia Journals.



Participación de la Universidad Autónoma de Campeche en la Campaña estatal para erradicar los plásticos de un solo uso, organizada por la SEMABICC, Gobierno del estado de Campeche. Fuente: José Rubén Martínez Paredes.

## LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL COMO PROGRAMA TRANSVERSAL A LAS ACTIVIDADES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE, MÉXICO

Según el informe de Hoornweg y Bhada-Tata<sup>(1)</sup>, en 2012 la producción mundial de residuos sólidos urbanos se calculó en alrededor de 1300 millones de toneladas por año, y se estima que podría crecer hasta los 2200 millones para el año 2025. Asimismo, según el Banco Mundial (BM)<sup>(2)</sup>, los desechos generados en el planeta en 2016 alcanzaron los 2010 millones de toneladas, de las cuales el 12% corresponde a residuos plásticos; las previsiones del BM establecen que esta cifra se disparará hasta llegar a los 3400 millones de toneladas para el año 2050; es decir, en poco más de tres décadas, se estará generando un 70% más de basura.

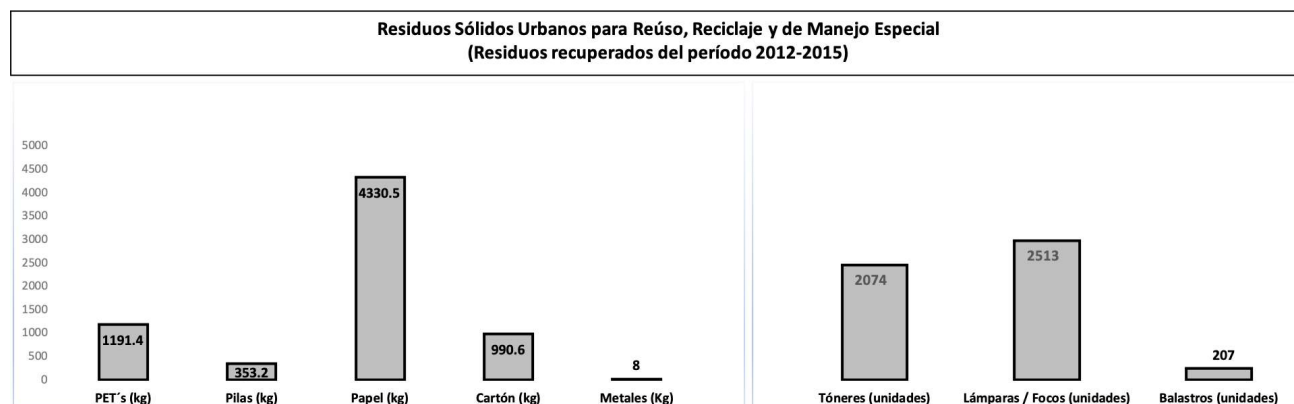
En nuestro país, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales<sup>(3)</sup> realizó el *Informe de la situación del medio ambiente en*

*México*, donde se señala que la generación de RSU alcanzó 53.1 millones de toneladas, lo que representó un aumento del 61.2% con respecto al periodo 2003-2015 (10.24 millones toneladas más generadas en ese período); expresado por habitante, alcanzó en promedio 1.2 kilogramos diarios.

### Marco legal en materia de residuos sólidos

Acorde con lo estipulado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 4.º, todos tenemos derecho a un medio ambiente sano; en la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos se estipula su clasificación, la necesidad de su reducción, su reciclaje, su reuso y el manejo y la disposi-





Residuos recuperados para reuso, reciclaje y de manejo especial. Fuente: Elaboración propia, 2020.

ción final de los mismos; el **Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente del Trabajo**, a través de cuatro de sus artículos, también dicta que los centros de trabajo deben realizar separación primaria de sus residuos (orgánica e inorgánica).

En el ámbito estatal, Campeche cuenta con la **Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligroso del Estado de Campeche**, la cual, mediante nueve artículos, define y regula el manejo integral de los residuos sólidos, misma que se modificó recientemente para impulsar la transición al uso de materiales biodegradables, a efecto de restringir el uso de bolsas de plástico de acarreo de un solo uso y popotes de plástico en cualquier establecimiento; su entrada en vigor es para el año 2021. También el **Bando del Municipio de Campeche** contiene dos artículos en donde clasifica los tipos de residuos y prohíbe tirar residuos sólidos en la vía pública.

### La gestión universitaria de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial

La **Universidad Autónoma de Campeche (UAC)**, a través de su Coordinación General de Gestión Ambiental para la Sustentabilidad Yum Kaax, ha realizado una serie de acciones

encaminadas al uso eficiente y el consumo responsable a través del Programa Institucional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, mismo que fue certificado con la norma internacional **ISO 14001:2004** en el año 2011 para los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en la institución.

La gestión integral de los residuos tiene como principales acciones la promoción de un consumo responsable, la correcta separación para la recuperación y valorización de residuos de reuso y reciclaje, evitar que lleguen al vertedero municipal los residuos de manejo especial que tienen características que los hacen altamente contaminantes, así como la disposición adecuada de los residuos que no pueden ser recuperados y que son entregados al servicio de colecta de basura de la ciudad.

Después de identificar los tipos de residuos que genera la UAC, se definió la separación con la siguiente clasificación: a) reuso o reciclaje (papel, plásticos de botellas PET, metales, tóneres de impresoras por marca) y b) residuos de manejo especial, los cuales se entregan a una empresa que transporta y confina residuos considerados peligrosos (balastos electrónicos de luminarias, pilas o baterías, acumuladores de autos, lámparas y focos, y tóneres de impresoras que no se pueden reusar).

## **Campaña permanente para disminuir la generación de plásticos de un solo uso**

En 2019, la Coordinación Yum Kaax diseñó el proyecto *Universidad libre de unicel, bolsas y plásticos de un solo uso* con el objetivo de implementar estrategias de difusión y formación ambiental relacionadas con el impacto de los residuos sólidos en la salud y el medio ambiente. Este proyecto incluyó la instalación de letreros informativos, la elaboración de lineamientos para criterios de compras y la creación de redes de trabajo de alumnos, académicos y administrativos, logrando en conjunto que la UAC sea la primera institución del estado de Campeche en tomar acciones para disminuir el consumo de productos con embalajes de un solo uso.

### **Plan de acción para campus libres de plásticos**

El plan integró tres ejes estratégicos: estudiantil, académico y de gestión administrativa, que se resumen a continuación.

Para el **eje estudiantil**, se conformó el Comité Estudiantil de Sustentabilidad, integrado por una red de jóvenes para generar conciencia en la comunidad universitaria sobre la problemática de la gestión inadecuada de los residuos plásticos. Para reforzar sus acciones, los estudiantes fueron capacitados en temas de gestión integral de residuos y se organizaron concursos ambientales diversos, destacando su reconocimiento como “Guardianes Verdes Universitarios”.

De igual manera, se organizó el trending topic UAC por el Medio Ambiente, el cual contó con la participación de un importante expositor nacional en el tema de economía circular.

Relativo al **eje académico**, se creó la Red de Académicos por la Sustentabilidad Universitaria, para coadyuvar y coordinar las acciones estudiantiles en materia de la gestión de los residuos sólidos urbanos. Esta red realizó actividades de educación ambiental extracurricular y fueron capacitados en la gestión integral de residuos sólidos urbanos. Asimismo, se elaboró la propuesta de inclusión de la unidad de aprendizaje de Educación ambiental para la sustentabilidad en el currículo universitario, quedando pendiente por definirse la conformación de la Academia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad de la UAC.

En cuanto al **eje de gestión administrativa**, se conformó un equipo de trabajo integrado por los miembros del Comité Institucional de Sustentabilidad y el Equipo Institucional de Auditores Internos (especialistas en medio ambiente, energía y seguridad y salud en el trabajo), quienes fueron los responsables de concentrar las opiniones y sugerencias de la comunidad de estudiantes y académicos para elaborar las líneas de acción, los ejes estratégicos y las metas institucionales del Plan de acción de la campaña de campus libres de plásticos. Este grupo realizó la capacitación y supervisión tanto de los concesionarios de las neverías universitarias como de todas las áreas



Reunión de trabajo con miembros del Comité Institucional de Sustentabilidad en el lanzamiento oficial de la "Campana Universidad libre de uncel, bolsas y plásticos de un solo uso". Fuente: José Rubén Martínez Paredes.



Actividades de las brigadas de estudiantes universitarios como parte de la campaña Universidad libre de uncel, bolsas y plásticos de un solo uso. Fuente: José Rubén Martínez Paredes.

de la UAC. Para ello, se realizaron visitas de seguimiento utilizando herramientas de auditoría interna, con apoyo de las brigadas de estudiantes. De manera complementaria, se acudió a los negocios circundantes a los campus para solicitar su apoyo para la venta de alimentos u otros productos con materiales biodegradables e incentivar a que los consumidores acudan con sus propios termos o contenedores de alimentos.

Igualmente, se entregó a la rectoría la propuesta de incluir en el reglamento del servicio social criterios enfocados a la participación de los estudiantes en los diversos programas ambientales que opera la universidad. Se elaboraron e implementaron los lineamientos generales para la sustentabilidad universitaria en apoyo a los campus libres de plásticos de un solo uso para cada área de la institución.

### Reconocimientos más importantes a la UAC por la gestión responsable de los residuos sólidos urbanos

Como parte de las acciones a favor del consumo responsable, la UAC integró la campaña permanente "Universidad libre de uncel, bolsas y plásticos de un solo uso" al **Sistema Integrado de Gestión Universitaria del Medio Ambiente ISO 14001:2015**, de la Energía ISO 50001:2018 y de Seguridad y Salud en el Trabajo ISO 45001:2018, mismo que fue recertificado con estas normas internacionales, reconociendo los procesos de



mejora continua en la gestión sustentable de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, como parte del Modelo de Universidad Sustentable.

De igual manera, la UAC participó en el concurso nacional para instituciones de educación superior “Reto Mundo Sin Residuos” organizado por la Fundación Coca-Cola México a través de Enactus México, en el periodo 2019–2020, recibiendo el distintivo “Waste Responsible Management Institution” por su compromiso para crear, implementar y promover acciones que construyen un mundo sin residuos.

La universidad, a través de su coordinación Yum Kaax, se integró al Subcomité Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Campeche, coordinado por la Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambio Climático del gobierno del estado, por medio del cual se participó en las modificaciones a la Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligroso del Estado de Campeche. También se impulsa la campaña en el estado para iniciar la transición al uso de materiales biodegradables a efecto de restringir el uso de bolsas de plástico de acarreo de un solo uso y popotes de plástico. En este subcomité sectorial, la UAC aportó su experiencia y ejemplo, al tener ya un año de implementada su campaña de Universidad libre de plásticos de un solo uso.

MGA JOSÉ RUBÉN MARTÍNEZ PAREDES, MCG MIRIAM SAHAGÚN ARCILA  
COORDINACIÓN GENERAL DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTENTABILIDAD  
YUM KAAX, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE (UAC).  
jrmartin@uacam.mx ; msahagun@uacam.mx

#### Referencias

1. Hoornweg, D. y Bhada-Tata, P. (2012). *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. Urban development series; knowledge papers no. 15. Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>
2. Banco Mundial. (2018). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos 2018* (sitio web). <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
3. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). Informe de la situación del medio ambiente en México. *Compendio de estadísticas ambientales, indicadores claves de desempeño ambiental y de crecimiento verde*. Edición 2015. México.

## SEPARACIÓN DE RESIDUOS: ACCIONES DE SUSTENTABILIDAD EN CENTROS EDUCATIVOS DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS

*Pensemos global y actuemos local*  
(Paul McCartney)

Las actividades sin medidas en las industrias del transporte, petrolera, agrícola y en la minería de carbón, así como la quema de cultivos y bosques, la fertilización, los vertederos de basura y principalmente la ganadería han ocasionado el sobrecalentamiento de nuestro planeta. A medida que aumenta la concentración de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), queda atrapada una mayor parte de la radiación infrarroja saliente.

Trastocar la generación de gases de efecto invernadero altera las temperaturas, lo que provoca inundaciones, más tormentas, más sequías y más incendios. Los desastres naturales y desastres medioambientales repercuten en diferentes ecosistemas, como la contaminación del aire, mar o ríos que resultan del consumo indiscriminado e irresponsable. Entonces, **¿debemos cambiar?** Sí. **¿Podemos cambiar?** Por supuesto. **¿Qué debemos hacer?** Las soluciones las tenemos a la mano. Hoy en día, ya hay alternativas para comenzar a practicar y ser congruentes y responsables como generadores de residuos. **¿Qué falta hacer?** Falta trabajar con más energía y contagiar a más jóvenes y adultos. Iniciamos en 2017 en centros educativos de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México, pretendiendo

emprender este proyecto codo a codo no sólo para dar resultados a una fuente financiera, sino porque era un proyecto de vida, ¿resultaría?

Afortunadamente, no estábamos solos en esta batalla, nos dimos cuenta de que varias personas habían comenzado a realizar actividades para tratar de revertir los daños ocasionados por el ser humano. En 2019 hicimos recorridos por los distintos centros, nos encontramos a jóvenes, familias, escuelas, universidades, organizaciones civiles e incluso algunas instancias de gobierno que han comenzado a involucrarse más profundamente, realizando distintas actividades al respecto, cada quién desde su trinchera.

Sabemos que el gobierno juega un papel en esta historia, que la industria juega otro papel y nosotros también jugamos otro papel como sociedad; ¿cuál sería ese papel y cómo comenzar? Estas preguntas nos hicieron varios estudiantes y personas de algunos barrios. La respuesta fue sencilla, hay que tener mejores hábitos, mejores decisiones para impactar de forma positiva al planeta y, para ello, era importante comenzar en nuestro entorno más cercano: casa, escuela, lugar de trabajo, barrio.



### Residuos sólidos urbanos y su gestión

Cuando se quiere algo, se pone atención en ello y a la par toda nuestra energía para lograrlo; si queremos participar en este proceso de cambio habría que enfocarse en lo que se puede hacer para conseguirlo. Basado en lo anterior, saltó la pregunta: **¿Se quiere o no actuar diferente para que nuestro planeta siga con condiciones estables y todas las personas podamos seguir gozando de la hermosa diversidad que nos brinda la naturaleza?** La respuesta fue positiva y con eso comenzamos por aclarar algunos puntos.

Primer punto: **¿Cuáles son los residuos sólidos urbanos (RSU)?** “Son los materiales de desecho que se producen en las casas y en aquellos establecimientos que la **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos** no considera como grandes generadores”(1). Se dividen en orgánicos e inorgánicos. Lo orgánico es todo desecho que se degrada biológicamente y que proviene de un ser vivo: vegetal, animal y hongo; normalmente son restos de comida y jardinería (ramas, pasto y hojarasca). Lo inorgánico es todo lo que no viene de un ser vivo.

México genera poco más de 42 millones de toneladas de residuos sólidos al año, con un promedio diario de 1 kg por persona. De éstos, los residuos orgánicos constituyen poco más del 38 %(2).

Son cifras impresionantes, aún más si nos fijamos que los residuos inorgánicos constituyen el 62% del total y que algunos tardan en degradarse cientos de años y otros miles de años. Lo peor de todo es que la gran mayoría de estos residuos terminan en tiraderos, rellenos sanitarios o incluso en ríos y mares, cuando se pudieran recuperar y reciclar o reutilizar.

Saber clasificar puede reducir hasta en 90% la cantidad de residuos que se van al tiradero o relleno sanitario, además de que evitaría gases de efecto invernadero(1).



Clasificando los residuos. Fuente: Jesús Carmona.



Ya se sabe cuáles son los residuos orgánicos e inorgánicos, ¿cómo clasificar estos últimos? Los inorgánicos se pueden clasificar en distintos contenedores para poder ser reciclados o reutilizados, por ejemplo: cartón, PET, vidrio, papel, plásticos, metales y latas. Si hacemos esta clasificación, estaremos colaborando un poco más a la sustentabilidad y al cuidado del ambiente en general. A este conjunto de operaciones que se realizan con los residuos inorgánicos, desde que se generan hasta la última fase en su tratamiento, es lo que denominamos gestión de residuos.

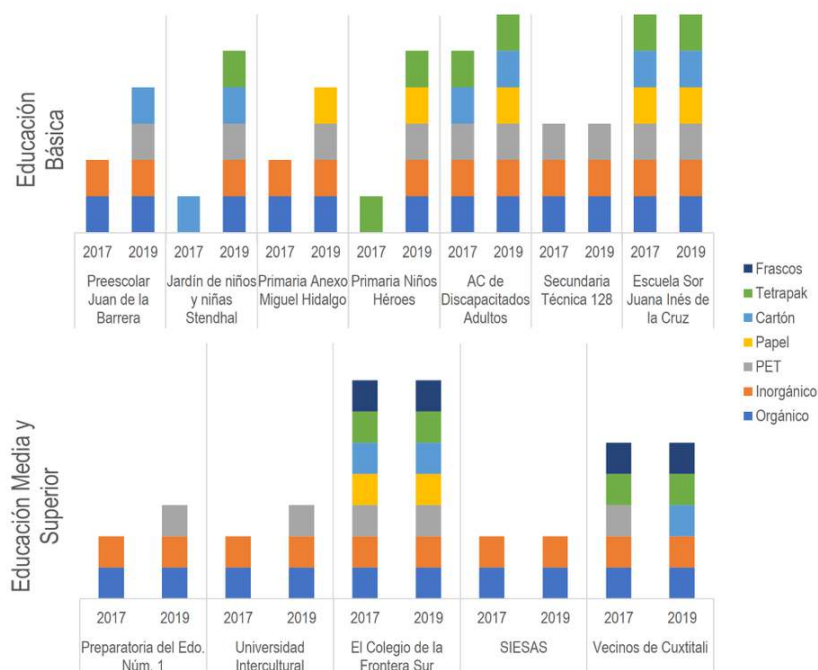
### En el camino a la sustentabilidad

En nuestras visitas a doce centros educativos nos pudimos dar cuenta de que, comparado con 2017, año en el que se hizo un estudio, hay más escuelas que separan los residuos. La mayoría separa el residuo orgánico del inorgánico y el PET; también ahora hay quienes separan botellas de vidrio, tetrabrik y cartón.

También tienen compostas y huertos, donde aprenden, básicamente, a sembrar, cuidar y cosechar, aunque también se apoyan en el huerto para el aprendizaje de varias materias o cursos.

El profesorado de preescolar y primaria enseña a sus estudiantes la importancia de separar los residuos, reutilizan algunos materiales, reciclan el papel y les enseñan técnicas para la elaboración de uno nuevo. También realizan actividades manuales con frascos, tetrabrik, rollitos de papel de baño y PET, entre otros, y en los barrios los frascos les sirven para los curtidos, salsas o mermeladas que las mismas familias preparan.

En algunas asociaciones civiles y centros escolares utilizan el PET como macetas (a diferencia de 2017, esta actividad se incrementó por mucho) y en las camas de los huertos, lo mismo que las botellas, que también les han



Comparativo entre escuelas en 2017 y 2019. Fuente: Elaboración propia



Reutilización de diversos materiales. Fuente: Antonio Saldívar.



Huerto dividido por camas de cada grado de preescolar. Fuente: Cecilia Limón.

servido como vitrales. El tetrabrik también les sirve para sembrar. En una asociación civil que atiende a personas con discapacidad, levantaron su cafetería con envases de PET y adobe.

Además de apreciar estos avances, realizamos distintos eventos en torno a la sustentabilidad, así como talleres dirigidos a profesores, estudiantes y público en general. En ellos, les animamos a seguir adelante y a invitar a más personas a realizar este tipo de actividades, pero sobre todo a no desanimarse. Les decimos que no están solos en el camino, pero que se requiere paciencia y constancia, además de la importancia de formar redes para hacer de este esfuerzo algo más grande, porque entre todas las personas podemos lograr mucho, aunque parezca que hacemos poco.

CECILIA GUADALUPE LIMÓN AGUIRRE  
DEPARTAMENTO DE SOCIEDAD Y CULTURA  
EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR  
climon@ecosur.mx

#### Referencias

1. SEMARNAT. (s/f). *Residuos sólidos urbanos: la otra cara de la basura*. México.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/39412/RESIDUOS\\_SOLIDOS\\_URBANOS\\_ENCARTES.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/39412/RESIDUOS_SOLIDOS_URBANOS_ENCARTES.pdf)
2. Senado de la República, LXIV Legislatura. (2018). *Iniciativa con proyecto de decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en materia de transformación de la basura en energía*.  
[https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/1/2018-09-20-1/assets/doc/cumentos/Inic\\_PVEM\\_Basura\\_Energia\\_20-SEPT-18.pdf](https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/1/2018-09-20-1/assets/doc/cumentos/Inic_PVEM_Basura_Energia_20-SEPT-18.pdf)

## LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS COMO UN PROGRAMA TRANSVERSAL DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE



En la actualidad ha surgido una gran preocupación ambiental y de salud por los problemas que originan los residuos, principalmente los denominados peligrosos por sus efectos adversos en la salud pública<sup>(1)</sup>, lo cual ha generado que sea un tema prioritario en muchas empresas e instituciones, en especial por la salud de los trabajadores. Investigaciones realizadas han demostrado que un mal manejo de los residuos peligrosos biológicos infecciosos genera enfermedades principalmente al personal que los maneja y a cualquier persona que se encuentre expuesta a ellos<sup>(2)</sup>.

La **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos** define al residuo peligroso (RP) como aquel que posea alguna de las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o que contengan agentes infecciosos que les confieran

peligrosidad (CRETIB), así como los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados durante su transferencia; por lo tanto un residuo se considera como peligroso porque posee propiedades inherentes o intrínsecas que le confieren la capacidad de provocar corrosión, reacciones, explosiones, toxicidad, incendios o enfermedades infecciosas.

Acorde con Lugo<sup>(2)</sup>, no existen estadísticas oficiales publicadas sobre los residuos peligrosos biológicos infecciosos generados en México; sin embargo, la **Asociación Nacional para el Manejo de Residuos Biológicos Infecciosos** (ANAMARBI) estima que son aproximadamente 32 557 toneladas de este tipo de residuos las que se generan anualmente, incluyendo los anatómicos o patológicos. Debido al riesgo que conlleva este tipo de residuos, es importante que las instancias generadoras no sólo integren procesos para su manejo y control, sino también implementen acciones que fomenten una mejor educación al respecto.

La **Universidad Autónoma de Campeche** (UAC) es una institución educativa que dentro de sus procesos de operación, enseñanza y de investigación genera diversos residuos, entre





Colecta de residuos peligrosos y de manejo especial. Autor: José Rubén Martínez Paredes.



Visita de auditoría interna a talleres de la Facultad de Ingeniería. Autor: José Rubén Martínez Paredes.

ellos el residuo peligroso (RP) y el residuo peligroso biológico infeccioso (RPBI): en prácticas de laboratorios de algunas escuelas y facultades, en el desarrollo de proyectos de investigación por parte de algunos centros e institutos, así como en las actividades de clínicas y talleres de servicios. Por ello, inició un programa de gestión de estos residuos aplicable a todas las áreas de la universidad que los generan para su correcta separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, y disposición final acorde con la normatividad vigente aplicable<sup>(3)</sup>.

### Marco legal en materia de RP Y RPBI

La normatividad ambiental mexicana en materia de residuos peligrosos se ha orientado hacia el manejo seguro de los desechos tóxicos y la protección del ambiente, y está definida por leyes, reglamentos y normas de aplicación federal. El incumplimiento de alguna de ellas es motivo de sanción y multas aplicadas por diversos organismos gubernamentales, como la **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)**, la **Comisión Nacional del Agua (CNA)**, y la **Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)**, por mencionar algunos. Entre las normas y leyes que aplican a los RP y RPBI podemos citar las siguientes:

... **NOM-052-SEMARNAT-2005**, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

... **NOM-053-SEMARNAT-1993**, que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

... **NOM-054-SEMARNAT-1993**, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052- SEMARNAT -2005.

... **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)**, título 4.º, capítulo VI, artículos 150 a 152 Bis; título 6.º, artículos del 161 al 188, relativos a la protección del ambiente por materiales y residuos peligrosos, la inspección, vigilancia y sanciones administrativas.



Visita de auditoría interna a laboratorios del Centro de Investigaciones Biomédicas. Autor: Kú Pech.

... **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos:** artículos 1 y del 5 al 8, que detallan las regulaciones del generador y la regulación de residuos peligrosos; artículos del 9 al 27 y 34, que presentan el manejo de residuos peligrosos al interior del establecimiento su almacenamiento temporal y la disposición final; artículo 42, referente a los derrames, infiltraciones, descarga o vertido de residuos peligrosos; y artículos del 58 al 62, sobre las medidas de control, de seguridad y sanciones.

... **NOM-087-SEMARNAT SSA1-2002,** Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo, en la que se establecen los requisitos para separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI) que se generan en establecimientos que prestan atención médica.

... **NOM-017-STPS-2008,** Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

El cumplimiento legal aplicable a la gestión de los residuos peligrosos se realiza a través de la certificación en las normas ISO 14001:2015 Sistema de Gestión Ambiental, de la ISO 45001:2018 Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo y, complementariamente, con la ISO

**50001:2018** Sistema de Gestión de la Energía, así como con el cumplimiento de políticas y lineamientos establecidos al interior de la institución como lo define la política ambiental para la preservación y cuidado del ambiente, así como de la seguridad y salud en el trabajo; además de ser una institución registrada ante la SEMARNAT como generador de RP.

### La gestión universitaria de los residuos peligrosos (RP y RPBI).

La UAC, a través de su **Coordinación General de Gestión Ambiental para la Sustentabilidad Yum Kaax (YK-UAC)** y en colaboración con la Facultad de Ciencias Químico Biológicas, ha realizado una serie de acciones encaminadas a la disminución y el manejo seguro de los residuos peligrosos y peligrosos biológicos infecciosos a través del Programa institucional de gestión integral de residuos CRETIB, mismo que fue certificado con la norma internacional ISO 14001:2004 en el año 2011 para los procesos de identificación, generación, etiquetado, almacenamiento y manejo seguro de los residuos con características CRETIB que genera la institución.

Acorde con la guía de clasificación de los residuos CRETIB de YK-UAC, los RPBI que genera la institución se clasifican en 5 categorías, según su tipología: sangre, cultivos y cepas, patológicos, no anatómicos y objetos punzocortantes.

Fue indispensable determinar cómo y en qué parte del proceso se generaban para determinar su manejo y equipos de seguridad necesarios; asimismo, se levantó el inventario de los reactivos y su compatibilidad para el correcto almacenamiento en los diferentes laboratorios, clínicas y talleres de la universidad.

Con el objetivo de contar con herramientas para la gestión segura de los RP y RPBI, la cual forma parte de los controles operacionales que proveen información necesaria del cumplimiento de las normas **ISO 14001:2015** Sistema de Gestión Ambiental e **ISO 45001:2018** Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, se elaboraron diversos manuales para respaldar los programas de capacitación y concientización en materia ambiental y de seguridad y salud, entre ellos: el Manual de gestión de RP, el Manual de gestión de RPBI y el Manual de manejo seguro de CRETIB. En su conjunto, estos manuales integran medidas a seguir en los talleres, laboratorios y clínicas de docencia o investigación e incluyen el uso de las instalaciones en general material, equipo, mobiliario, instalaciones eléctricas, gas LP, material biológico y sustancias químicas para minimizar al máximo la presencia de condiciones y actos inseguros y disminuir el riesgo de incidentes, así como el tratamiento adecuado de los residuos, acorde con la normatividad aplicable<sup>(4)</sup>.

De acuerdo con la **NOM-087-SEMARNAT-SSA1**

**-2002**, se determinaron las siguientes obligaciones de cada área de la UAC identificada como generadora de residuos con características CRETIB:

- a) Contar con un responsable de seguridad y salud en el trabajo por cada área generadora, un responsable de manejo de residuos RP y RPBI por cada laboratorio, clínica y taller, así como con equipo de apoyo para el transporte y almacenamiento temporal; cada uno de estos nombramientos asume la responsabilidad de vigilar y controlar la gestión de estos desechos, así como asegurarse de la implementación de las medidas de seguridad necesarias para la gestión de residuos CRETIB y atender cualquier aspecto de emergencia o riesgo identificado.
- b) Vigilar el cumplimiento de la **NOM-054-SEMARNAT-1993** para el almacenamiento de reactivos químicos.
- c) Vigilar el cumplimiento de la **NOM-052-SEMARNAT-2005** y la **NOM-054-SEMARNAT-1993** para identificar las características y toxicidad de los RP, así como los constituyentes que los hacen de alto riesgo para la salud y el ambiente.
- d) Vigilar el cumplimiento de la **NOM-087-SEMARNAT SSA1-2002** en su dependencia y cumplir con las demás disposiciones legales aplicables.



e) Vigilar y controlar el almacenamiento temporal y egreso oportuno de los RP y RPBI, según los lineamientos y disposiciones legales.

f) Reportar las acciones realizadas de generación y manejo mediante el uso de bitácoras e informes generados de manera periódica.

g) Todo el personal involucrado en la generación y disposición de los residuos debe asistir de manera periódica a los cursos de capacitación en materia de RP y RPBI.

h) Los académicos que generan RP y RPBI y que tengan bajo su responsabilidad a personal involucrado deberán fomentar la cultura de separación, envasado, almacenamiento y recolección de estos residuos mediante cursos de capacitación actualizados y siempre en los marcos legales aplicables externos e internos.

Se establecieron los procedimientos de identificación y manejo de RP y RPBI, para su correcta gestión, enfocados a reducir la cantidad de residuos generados (minimización de los residuos) y llevar un riguroso control de todo lo que se adquiere, ya que a la larga se convertirá en residuo. Esto es, comprar según las necesidades, evitando el deterioro o caducidad de los productos o materiales, generando residuos innecesariamente, así como elevando los costos de adquisición. Reutilizar o reciclar estos productos y materiales siempre que sea posible(3).

Parte fundamental del proceso de gestión de los residuos fue el compromiso de los directores de las dependencias generadoras de RP y RPBI, así como la capacitación de

laboratoristas, encargados de clínicas y talleres, estudiantes y personal responsable de los centros de almacenamiento temporal.

Gracias a esta iniciativa, la UAC ha destinado una partida presupuestal permanente asignada a la Coordinación General de Gestión Ambiental para la Sustentabilidad Yum Kaax para la entrega de los residuos CRETIB de las áreas generadoras a un empresa autorizada para su colecta, transporte y disposición final, así como una red de centros de almacenamiento temporal que garantiza la gestión integral a través del cumplimiento legal, la seguridad y la salud de los universitarios y el cuidado del ambiente como parte de su Modelo de Universidad Sustentable para fortalecer la calidad educativa.

MC PEDRO PABLO KÚ PECH, MGA JOSÉ RUBÉN MARTÍNEZ PAREDES,  
MCG MIRIAM SAHAGÚN ARCILA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE

pedropku@uacam.mx; jrmartin@uacam.mx; msahagun@uacam.mx

#### Referencias

##### Referencias Bibliográficas

1. Kú-Pech, P.P., Martínez-Paredes, J.R. y Sahagún-Arcila, M. (2019). Manual de Gestión De Residuos Peligrosos. México: Sistema Integrado de Gestión Universitaria del Medio Ambiental ISO 14001:2015, de la Energía ISO 50001:2018 y de Seguridad y Salud en el Trabajo ISO 45001:2018, Coordinación General de Gestión Ambiental para la Sustentabilidad Yum Kaax, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche.
2. Lugo, G., Alzúa, V., Fabián, A., Cuevas, B. y Nárvaez, H. (2014). Manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos por el personal de enfermería del Hospital General de Iguala Guerrero. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, núm. 12.
3. Kú-Pech, P.P., Martínez-Paredes, J.R. y Sahagún-Arcila, M. (2017). Manual de gestión de residuos peligrosos biológico infecciosos. México: Sistema Integrado de Gestión Universitaria del Medio Ambiental ISO 14001:2015, de la Energía ISO 50001:2011 y de Seguridad y Salud en el Trabajo OHSAS 18001:2007, Coordinación General de Gestión Ambiental para la Sustentabilidad Yum Kaax, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche.

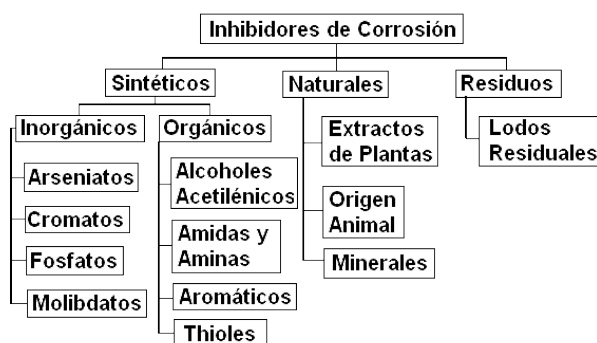
## INHIBIDORES DE CORROSIÓN AMBIENTALMENTE AMIGABLES

La inhibición de la corrosión de metales se logra al controlar su velocidad mediante la adición de pequeñas cantidades de una sustancia inhibidora dispersa en el electrolito, lo que disminuye o previene la reacción del sustrato metálico con los iones agresivos del medio corrosivo. Los usos de los inhibidores de corrosión se han extendido a muchos sistemas como torres de enfriamiento, calderas, refinerías, tuberías para agua, gas y petróleo y procesos químicos en general<sup>(1)</sup>.

Los inhibidores tienen su mayor contribución a la preservación de metales, sin embargo, también se han diseñado sustancias para la prevención de la precipitación de sales disueltas en aguas. En cuanto a la influencia que tienen sobre los costos de la corrosión, tan sólo en los EE. UU. AA. se ha duplicado el uso de los inhibidores de casi 600 millones de dólares en 1982 a los 1100 millones en 1998<sup>(2)</sup>.

### ¿Para qué sirve un inhibidor de corrosión?

El uso de los inhibidores de corrosión representa el método más económico para el control de la corrosión de los metales expuestos en ambientes agresivos. La composición química de los inhibidores tanto naturales como sintéticos es la responsable de la acción



Clasificación general de los inhibidores de corrosión

protectora contra el ataque de la corrosión, ya sea porque forman películas pasivantes (resistentes a la corrosión) o porque trabajan selectivamente sobre cualquiera de las reacciones de óxido/reducción<sup>i</sup> del proceso de corrosión.

Entre los inhibidores inorgánicos, están aquellos basados en metales pesados como las sales de cromatos, fosfatos y molibdatos, que son los responsables de la reducción de la velocidad de corrosión del metal. También están los no metálicos, utilizados en sistemas de enfriamiento, como el mercapto-benzotriazol (MBT) para las aleaciones de cobre, el fosfato ácido de sodio ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) y los fosfonatos para el fierro y aluminio, y el dodecil benzen sulfonato (DBS) para el acero inoxidable.

<sup>i</sup> Reacciones electroquímicas en las que el metal cede sus electrones (se oxida) o acepta electrones (se reduce).

Dentro del grupo de inhibidores orgánicos, los alcoholes acetilénicos son ampliamente utilizados debido a su disponibilidad y bajo costo. Los inhibidores más empleados en la industria de explotación de recursos naturales son el alcohol propargílico y sus derivados, como el cinamaldehído, y compuestos aromáticos, como el cloruro de bencilo piridinio cuaternario(3).

### ¿Por qué son importantes los inhibidores ambientalmente aceptables?

A pesar de su economía y eficiencia de protección, los inhibidores han perdido aceptación en los países desarrollados desde hace más de 50 años. Esto, debido a que los efectos tóxicos de los compuestos formulados sintéticamente representan un serio riesgo para la salud humana ya que, al contener metales pesados, tienen una alta relación con enfermedades cancerígenas. Otra de las razones es el daño que producen sobre la diversidad de ecosistemas que componen el ambiente.

Consecuentemente, se vislumbró la necesidad de desarrollar compuestos inhibidores de bajo impacto ambiental, llamados inhibidores ecológicos o verdes. La protección anticorrosiva con sustancias naturales tiene registros desde la Revolución Industrial en el siglo XIX, por el efecto inhibidor que se producía en calderas y equipos de calefacción, en los cuales los jornaleros cocinaban las papas que llevaban para comer. El primer trabajo publicado sobre los inhibidores con productos naturales data de 1930 con baños

con ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) y con extractos de celidonia mayor (*Chelidonium majus*)(4). Recientemente se han reportado alternativas amigables ecológicamente basadas en elementos químicos de tierras raras(5) hasta de compuestos orgánicos con baja toxicidad para los ecosistemas.

Recientes desarrollos científicos y requerimientos de regulación indican que hay que añadir a las propiedades de corrosión las de ambientalmente aceptables, también llamados inhibidores ecológicos, los cuales deberán ser evaluados antes de su aplicación. En la tabla se muestra una lista de inhibidores basados en extractos de plantas vegetales nativas de México, para los cuales se reportan experiencias de aplicación de concentraciones específicas de inhibidor (gramos por litro, g/L), con distintos porcentajes de eficiencia de inhibición (% EI), sobre acero al carbono expuesto a lluvia ácida ( $H_2SO_4$ ), la cual es problemática para la infraestructura metálica industrial y urbana, y al ambiente marino clorado (HCl y NaCl), que resulta terriblemente dañino para las estructuras de refuerzo en concreto armado.

Nombre común	Nombre científico	Medio agresivo	Inhibidor [g/L]	% EI
Pimienta negra	<i>Piper nigrum</i>	HCl	[0.120]	98
Manzanilla	<i>Chamomile</i>	HCl	[3.000]	67
Ciruela pasa	<i>Grape pomenace</i>	HCl	[5.000]	62
Aguacate	<i>Persea americana</i>	HCl	[2.000]	93
Chile jalapeño	<i>Capsicum annum</i>	HCl	[1.500]	82
Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i>	NaCl	[1.000]	79
Comino	<i>Cuminum cyminum</i>	Agua de mar	[4.000]	93
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	$H_2SO_4$	[0.200]	40
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	$H_2SO_4$	[6.000]	81

Aplicación sobre acero al carbono de inhibidores de corrosión basados en extractos de plantas naturales de México.(6)



## ¿Qué se puede hacer para minimizar el impacto por usar inhibidores?

En la práctica, los inhibidores son utilizados como parte de la estrategia de control de la corrosión, pero también en la prevención de otro tipo de problemas, como la precipitación de sales disueltas en aguas de enfriamiento.

A continuación, se mencionan algunos ejemplos de procesos mediante los cuales pueden eliminarse o transformarse sustancias indeseables derivadas del uso de los inhibidores de corrosión:

Los **cromatos** pueden eliminarse por reducción con sulfato ferroso, ácido sulfuroso o sus sales, seguida de la separación del hidróxido crómico resultantes, aunque también cabe eliminarlos por intercambio iónico.

Los **polifosfatos** pasan fácilmente a fosfatos en las plantas de aguas residuales y éstos últimos se retienen por floculación o lodos activados, por precipitación con cal, alumbre o sales de hierro, o por adsorción sobre alúmina activada.

El **zinc** (Zn) se adsorbe fácilmente con carbonato cálcico y limo, de forma que su eliminación no parece ofrecer dificultades.

## Conclusiones

La preocupación por la conservación del ambiente y las nuevas legislaciones para controlar la emisión de sustancias tóxicas dañinas para la vida en el planeta condujo al estudio de los extractos de plantas como inhibidores de corrosión. Dichos extractos se han convertido en fuente importante, fácilmente disponible y renovable para la amplia gama de inhibidores, debido a que son ricas fuentes de ingredientes que pueden trabajar con una aceptable eficiencia de inhibición contra el ataque de la corrosión.

La obtención de extractos naturales a partir de sustancias activas contenidas en las hojas, tallos, flores o semillas de las plantas forma parte de las tradiciones herbolarias para uso medicinal de distintas culturas. Actualmente, también son extraídas en fase acuosa o alcohólica y utilizadas por su efecto inhibidor de la corrosión metálica.

RAMÍREZ REYES J. L., PORTUGAL MÁRQUEZ M., RODRÍGUEZ ACEVEDO A. GALICIA AGUILAR G.,  
CANTÓ IBÁÑEZ J. J., VIVEROS CANCINO O.  
INSTITUTO DE INGENIERÍA UV, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICA, INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES UV, CORROSIÓN Y PROTECCIÓN INGENIERÍA S.C  
luiramirez@uv.mx

## Referencias

1. Ramírez Reyes, J. L. (2005). *Fascículos de Corrosión. Inhibidores de Corrosión*. Universidad Veracruzana, Instituto de Ingeniería.
2. Bhaskaran, R., Palaniswamy, N., Rengaswamy, N. S. y Jayachandran, M., (2005). A review of differing approaches used to estimate the cost of corrosion (and their relevance in the development of modern corrosion prevention and control strategies). *Anti-Corrosion Metallic Materials* vol. 52, núm. 1, pp. 29-41.
3. Al-Otaibi, M. S., Al-Mayouf, A. M., Khan, M., Mousa, A. A., Al-Mazroa, S. A. y Alkhatlan, H. Z. (2014). Corrosion inhibitory action of some plant extracts on the corrosion of mild steel in acidic media. *Arabian Journal of Chemistry* vol. 7 núm. 3, pp. 340-346.
4. Pandian, B. R. y Mathur, G. S. (2008). Natural products as corrosion inhibitor for metals in corrosive media — A review. *Materials Letters* vol. 62, núm. 1, pp. 113-116.
5. Finsgar, M. y Jackson, J. (2014). Application of corrosion inhibitors for steels in acidic media for the oil and gas industry. A review. *Corrosion Science* vol. 86, pp. 17-41.
6. Valladares-Cisneros M. G., Melgoza-Alemán, R. M. y Cuevas Arteaga, C. (2015). Inhibidores naturales en el control de la corrosión de materiales metálicos. *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos*, vol. 11 núm. 25, pp. 37-41.

El boletín AMBIENTE PAI es una publicación semestral digital de la Red de Planes Ambientales Institucionales (Red PAI) del Consejo Regional Sur-Sureste de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (CRSS-ANUIES). Su objetivo es difundir las acciones de las instituciones de educación superior integrantes de la Red PAI, con la finalidad de compartir experiencias, crear vínculos y fortalecer sus programas institucionales ambientales y de sustentabilidad.

Son bienvenidas todas las contribuciones de integrantes de instituciones de educación superior (IES) integrantes de la Red de Planes Ambientales Institucionales (Red PAI) del Consejo Regional Sur-Sureste de la ANUIES, así como de miembros de otras IES de México.

Para conocer más sobre la Red PAI, el boletín Ambiente PAI y sus políticas editoriales, visitar el sitio web: <http://www.redpai.uady.mx/boletin.php>