

Secretaría de Medio Ambiente
CUADERNO DE INVESTIGACIÓN
NÚMERO 1 / MAYO 2025



La importancia de la agricultura vertical | Un enfoque natural para la remediación del agua usando biomasa | Moda desechable: hacia un modelo circular en México | Estrategia integral de economía circular del municipio de Querétaro



Título: Cuaderno de Investigación No. 1

Año: 2025

Corrección de estilo: Rocío Río de la Loza Quinzaños

Diseño editorial: Mariana Suzette Escobar Ruvalcaba

Portada: Mariana Suzette Escobar Ruvalcaba

© 2025 Secretaría de Medio Ambiente
Blvd. Bernardo Quintana 10000
Col. Centro Sur C.P. 76090
Santiago de Querétaro, Querétaro, México



DIRECTORIO

Mtro. Felipe Fernando Macías Olvera

Alcalde del Municipio de Querétaro

M. en C. María Guadalupe Espinosa de los Reyes Ayala

Secretaria de Medio Ambiente del Municipio de Querétaro

Mtro. Alejandro Angulo Carrera

Secretario Técnico de la Secretaría de Medio Ambiente del Municipio de Querétaro

Mtro. Francisco Javier García Meléndez

Jefe de la Unidad de Estudios y Proyecto de la Secretaría de Medio Ambiente del Municipio de Querétaro



ÍNDICE

6

Presentación

8

Artículos de investigación:

La importancia de la agricultura vertical

22

Un enfoque natural para la remediación del agua usando biomasa

30

Moda desechable: hacia un modelo circular en México

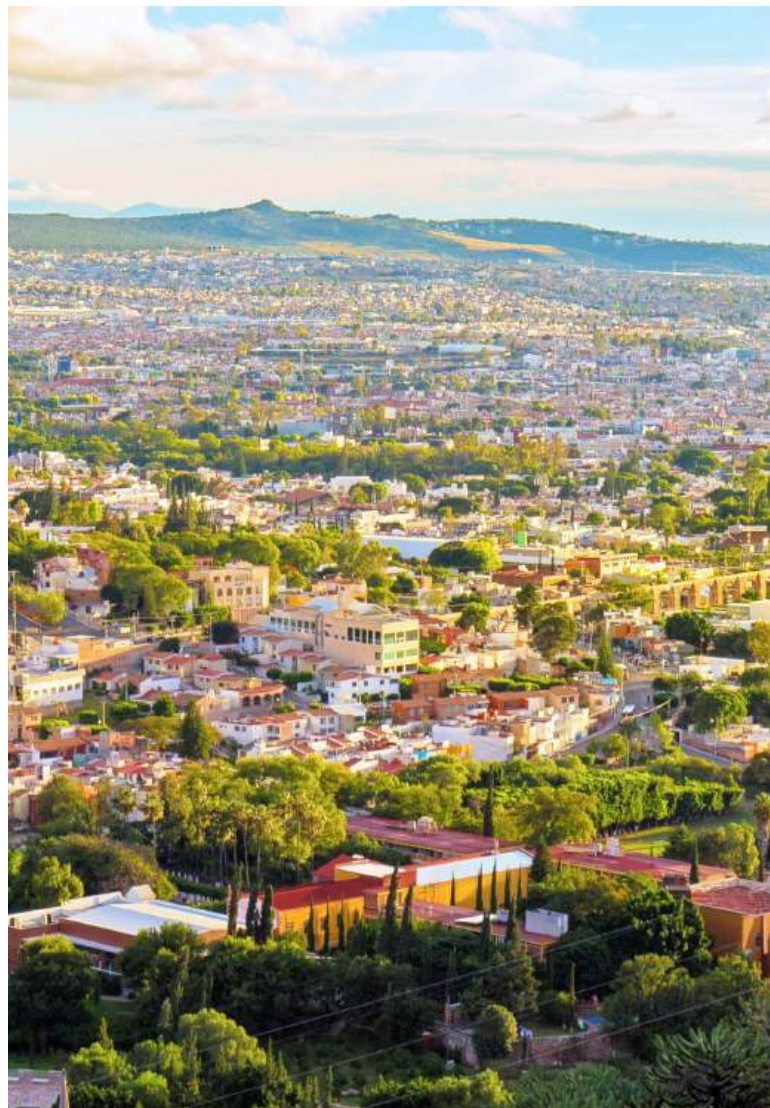
42

Estrategia Integral de Economía Circular del Municipio de Querétaro

PRESENTACIÓN

Como parte de las acciones en materia de investigación y difusión de esta Secretaría de Medio Ambiente del Municipio de Querétaro y en congruencia con el Derecho Humano a la Ciencia, consagrado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 3º, fracción V, con lo cual se promueve la generación y divulgación del conocimiento científico y las políticas científicas en la materia ambiental, para inducir la corresponsabilidad, la cogestión, la actualización del marco regulatorio y la protección del derecho humano a un medio ambiente sano.

Bajo esta premisa, es que **presentamos el Cuaderno de Investigación No. 1 del 2025**, con la finalidad de contribuir al conocimiento de nuestro entorno municipal y sentar las bases para futuras políticas públicas ambientales que contribuyan a la conservación y protección de la biodiversidad, la economía circular, la seguridad hídrica y a una mejor calidad de vida para todos los ciudadanos del municipio.





En dicho Cuaderno de Investigación No. 1 presentamos el tema de la **Importancia de agricultura vertical urbana**, la cual se expresa de diversas formas.

Por otra parte, se da a conocer, un **enfoque natural para la remediación del agua usando biomasa**.

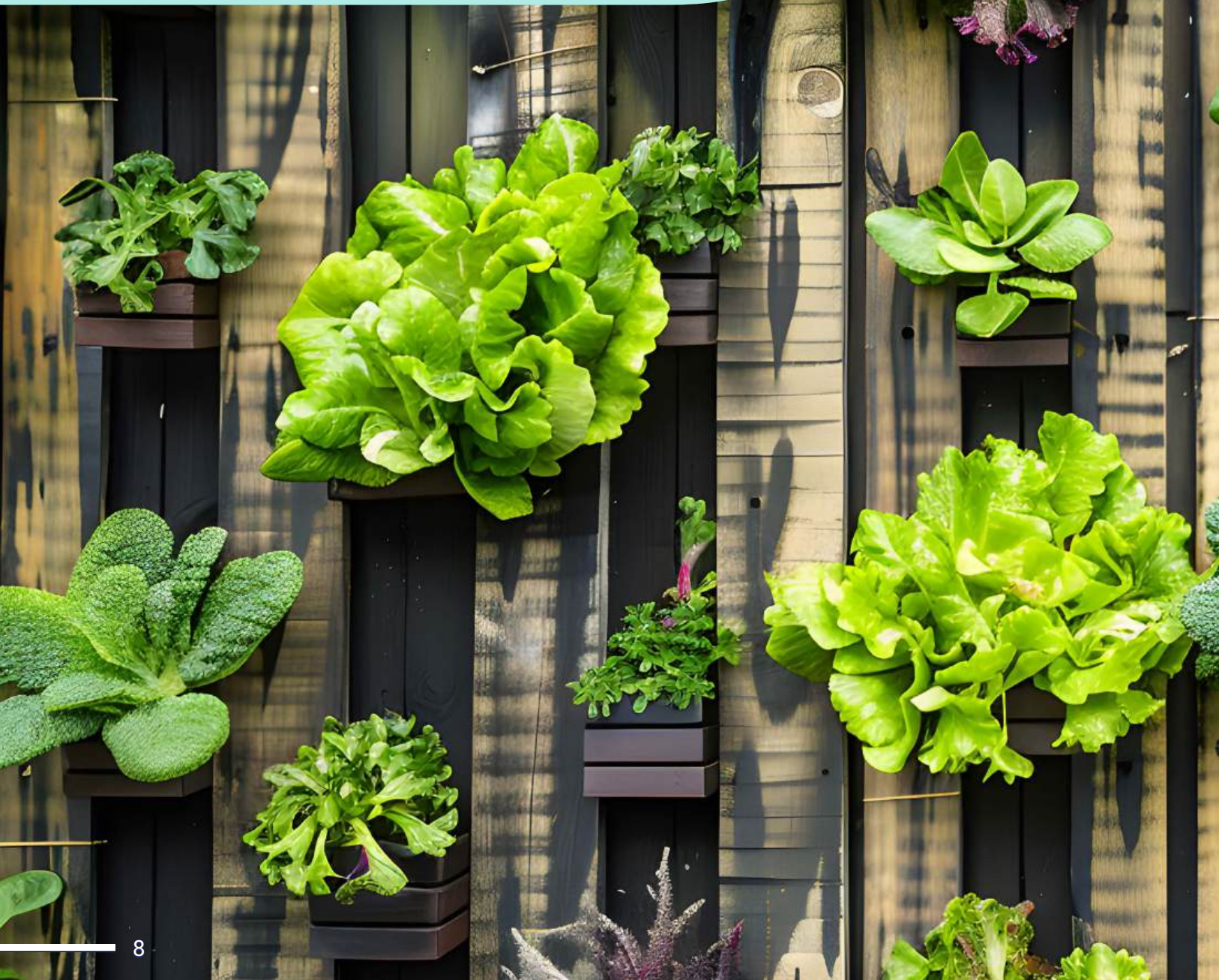
Así mismo, contiene otro interesante artículo sobre la: *Moda desechable, planeta agotable: hacia un modelo circular en México*.

Y por último, **se presenta la estrategia integral de economía circular**, que hoy en día es crucial, necesaria e imperativa para enfrentar algunos de los retos ambientales como la generación de residuos, la eficiencia energética y una menor extracción de recursos naturales.

Artículo 1

Importancia de la agricultura **VERTICAL**

Arq. Luis Héctor Alberto Martínez Ruanova



Introducción

Para el año 2050, cerca del 80% de la población mundial vivirá en zonas urbanas. Según las proyecciones más conservadoras basadas en las tendencias demográficas actuales, **la población global, que hoy ronda los 8.2 mil millones de personas, crecerá en aproximadamente 1.5 mil millones durante este periodo** (Población Mundial, 2030).

Si las prácticas agrícolas tradicionales siguen como hasta ahora, se estima que se requerirán aproximadamente 109 millones de hectáreas de tierras adicionales a las ya existentes para cultivo (alrededor de 56 % del territorio de la República Mexicana) para producir alimentos suficientes y de esta forma asegurar la alimentación mundial (Despommier, 2010). En la actualidad, en todo el mundo, más del 80% de la tierra que es apta para cultivos ya está en uso y en los últimos años se han perdido alrededor del 15 % de las tierras aptas para la agricultura debido a malas prácticas agrícolas (Tilman, 2002; Pimentel & Wilson, 2004).

La agricultura vertical urbana

Las ciudades están experimentando un crecimiento acelerado a medida que aumentan tanto en tamaño como en número. Con la pérdida regular de tierras verdes debido a la urbanización o sus efectos —como el aumento del nivel del mar o los desastres

En la actualidad, en todo el mundo, más del 80% de la tierra que es apta para cultivos ya está en uso y en los últimos años se han perdido alrededor del 15% de las tierras aptas para la agricultura debido a malas prácticas agrícolas (Tilman, 2002; Pimentel & Wilson, 2004).

naturales— y el crecimiento de la población —que significa más bocas que alimentar—, las industrias agrícolas y de cultivo están en crisis. Visto por muchos como la solución, **la «agricultura vertical» es la práctica de apilar capas de cultivos uno encima del otro, utilizando la última tecnología de diseño e ingeniería de la humanidad para producir más con menos espacio.**

Esta tecnología, que surgió a principios del siglo XX, ayuda a aprovechar mejor el espacio y los recursos naturales para la producción de alimentos. **La agricultura vertical, también consiste en el cultivo de plantas dentro de edificios de varios pisos o rascacielos, los cuales funcionan como invernaderos de gran dimensión, gracias al uso de tecnologías como la hidroponía, la aeronomía y la iluminación artificial.** Al practicarse dentro de entornos controlados, este tipo de agricultura maximiza la eficiencia del espacio y minimiza el uso de agua y pesticidas.

El doctor Dickson Despommier, microbiólogo de la Universidad de Columbia en Nueva York y pionero de la agricultura vertical moderna, explica: “La agricultura vertical no se trata solamente de apilar plantas, sino de reimaginar la agricultura en un mundo con recursos limitados. Es un sistema de circuito cerrado donde se optimiza cada insumo, desde el agua hasta los nutrientes.” (Despommier, D., 2010).

El concepto original de la agricultura vertical puede remontarse a civilizaciones antiguas como los Jardines Colgantes de Babilonia (~600 a. C.), aunque la agricultura vertical moderna surgió a principios del siglo XX. Fue en 1999 que el **Proyecto de granja vertical** del doctor Despommier catalizó el movimiento, proponiendo rascacielos como centros de alimentos. Al mismo tiempo, el auge de la agricultura de interior en Japón en las décadas pasadas, impulsado por las preocupaciones sobre la seguridad alimentaria posteriores a Fukushima, demostró la viabilidad de esta tecnología.



De acuerdo con la NASA, la utilización de esta tecnología supone una mayor eficiencia de los recursos, al utilizar entre un **70 y un 95 % menos de agua que la agricultura basada en el suelo**, además de que **elimina los pesticidas y reduce la escorrentía de fertilizantes**. También es una tecnología de resiliencia climática, dado que la producción durante todo el año ayuda a que las cosechas no se vean afectadas por sequías o inundaciones. En cuanto a la optimización del espacio, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés: United States Department of Agriculture) calculó que 1 acre de agricultura vertical produce las mismas cantidades de productos que se cosechan en un espacio de entre 10 y 20 acres en tierras agrícolas tradicionales.

Otro beneficio es la reducción de las emisiones del transporte, ya que los cultivos producidos localmente reducen el “kilómetro

recorrido por los alimentos” y el deterioro. Caleb Harper, director de la *Iniciativa de Agricultura Abierta del MIT*, señala que “las granjas verticales pueden reducir la cadena de suministro de 1500 millas a 15 pies, y eso es revolucionario para la seguridad alimentaria”.

Las ciudades están experimentando un crecimiento acelerado a medida que aumentan tanto en tamaño como en número. La expansión urbana y sus consecuencias, como la pérdida de tierras fértiles, el aumento del nivel del mar y los desastres naturales, han reducido significativamente las áreas de cultivo. A esto se suma el crecimiento demográfico, que incrementa la demanda de alimentos y pone en jaque a la industria agrícola. En respuesta a esta crisis, la agricultura vertical se ha convertido en una solución prometedora. Esta innovadora técnica consiste en cultivar en capas apiladas, aprovechando la tecnología más avanzada

en diseño e ingeniería para maximizar la producción en espacios reducidos.

En el marco del desarrollo sostenible de los centros urbanos, **la agricultura vertical urbana hace una importante contribución a la seguridad alimentaria y economía doméstica de las familias**, posicionán-



Otro beneficio es la reducción de emisiones del transporte, ya que los cultivos producidos localmente reducen el “kilómetro recorrido por los alimentos” y el deterioro.

La hidroponía vertical urbana es un método innovador de cultivo que maximiza el uso del espacio en entornos urbanos, optimizando recursos y ofreciendo rendimientos superiores en comparación con la agricultura tradicional.



dose como una herramienta para alcanzar los objetivos básicos de sostenibilidad de las ciudades.

La agricultura vertical urbana considera el cultivo, la producción, la distribución y el consumo de productos agrícolas en la ciudad, empleando recursos subutilizados —tales como terrenos baldíos, azoteas, parques, etc., así como mano de obra desempleada— para la producción de vegetales comestibles, plantas medicinales y de ornato. También incorpora la posibilidad de cultivos recreativos y de autoconsumo en grupos socioeconómicos bajos y medios, en operaciones comerciales de pequeña escala para microempresarios y familias, así como actividades terapéuticas y educativas, mediante el desarrollo agrícola

en patios traseros, terrazas, balcones, jardines escolares, hospitales y prisiones, por nombrar algunos lugares.

Con este método, los agricultores urbanos pueden tener cultivos en casa, pueden producir más alimentos sin ocupar grandes cantidades de tierra, reduciendo el consumo de agua para riego y eliminando la necesidad de utilizar agroquímicos. A medida que la población mundial continúa creciendo, este modelo de hidroponía vertical con sustratos se convierte en un punto de inflexión en la agricultura vertical urbana, para satisfacer nuestras necesidades alimentarias en el futuro.

La hidroponía vertical urbana es un método innovador de cultivo

que maximiza el uso del espacio en entornos urbanos, optimizando recursos y ofreciendo rendimientos superiores en comparación con la agricultura tradicional. Esta técnica se destaca por su sostenibilidad y su bajo impacto ambiental. Entre sus numerosos beneficios, garantiza la inocuidad de los alimentos, ya que elimina el uso de agroquímicos, además de permitir cosechas más abundantes y de rápido crecimiento. **También mejora la eficiencia en el uso del agua, gracias a su sistema de recirculación y reutilización, lo que reduce significativamente el consumo hídrico.** Todo esto





Se entiende por **«cultivos hidropónicos»** a la tecnología utilizada para facilitar el transporte de nutrientes hacia las raíces de las plantas y de esta forma favorecer su crecimiento.

la convierte en una opción altamente rentable y respetuosa con el medio ambiente.

Según informes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés: Food and Agriculture Organization), se estima que unos 800 millones de habitantes de ciudades de todo el mundo participan en actividades relacionadas con agricultura urbana desde las que se generan ingresos y se producen alimentos (FAO, 2006).

La agricultura vertical urbana también significa un gran aporte en cuanto a procesos de educación ambiental con los cuales se puede complementar, para de esta manera estimular la generación de una conciencia ambiental tanto en las infancias como en la vida adulta, mediante la participación directa o indirecta en la operación de los huertos.

La hidroponía vertical está revolucionando la forma en que pensamos sobre la agricultura urbana y la producción de alimentos. **Se entiende por**

«cultivos hidropónicos» a la tecnología utilizada para facilitar el transporte de nutrientes hacia las raíces de las plantas y de esta forma favorecer su crecimiento. Para ello, se mantiene en flujo constante una solución enriquecida con nutrientes en presencia de un sustrato sintético que sirve como soporte para la planta y propicia que sus raíces crezcan y establezcan el crecimiento de esta (Resh, 2012).

En el caso del «cultivo aeropónico» las plantas se cultivan dejando expuestas las raíces al aire y los nutrientes llegan a las raíces a través de un rocío inyectado al sistema (Ritter et al., 2001; Lakkireddy et al., 2012). Hoy en día existen diversas instituciones educativas y asociaciones civiles que cuentan con proyectos de investigación y desarrollo en el campo de la agricultura vertical tales como la *Association for vertical farming*, que es una asociación civil sin fines de lucro con operaciones a nivel global que tiene por misión el fomentar el crecimiento sostenible y el desarrollo



del movimiento de la agricultura vertical a través de la educación y la colaboración (<https://vertical-farming.net/>).

En varios países en el mundo se ha visto en la tecnología de la agricultura vertical una solución a los problemas de la limitación de áreas propicias para la agricultura y lograr un uso más racional del recurso hídrico. Gracias al avance en la tecnología hidropónica y aeropónica, así como de la tecnología de leds y las celdas solares, hoy en día **es posible imaginar una agricultura que puede estar dentro de las ciudades e incluso en los mismos hogares y crear centros de producción y consumo integrados a las comunidades urbanas y suburbanas** (Despommier, 2010; Grewal y Grewal, 2012).

La agricultura vertical no es una idea nueva. Los pueblos indígenas de América del Sur

han utilizado durante mucho tiempo las técnicas de cultivo de alimentos en capas verticales, igualmente las terrazas de arroz de Asia Oriental siguen un principio similar.

El término «agricultura vertical» fue acuñado por el estadounidense Gilbert Ellis Bailey (1852-1925). Siendo profesor de geología, la Universidad del Sur de California publicó el primer libro titulado *Vertical Farming* en el año de 1915 (Bailey, 1915). Desde entonces, los arquitectos y los científicos han mirado la idea en varias ocasiones, especialmente hacia finales del siglo XX, debido al constante aumento de la población y la presión que se ejerce sobre los recursos para la producción de alimentos (Despommier, 2010).

En la revisión de la literatura científica se encontraron solo algunos trabajos relacionados directamente con el tema “agricultura vertical”, dado que la mayor parte de la literatura científica hace referencia a los cultivos hidropónicos o aeropónicos (Lakkireddy et al., 2012). Una parte importante de la investigación relacionada con el tema se encuentra reportada aún en la literatura gris, en revistas de arquitectura y urbanismoyentesisdeposgrado en donde se presentan diseños revolucionarios que invitan a la creatividad y la imaginación (White, 2010; Hallock, 2013).

Un proyecto digno de mencionar en este campo de la tecnología es el **proyecto MARDI Vertical Farming Research Institute** presentado



en el año 2012 y el cual se planeó construir en Putrajaya, Malaysia (Rahman, 2012). **Este proyecto tiene la intención de sustituir las importaciones equivalentes a 3.14 miles de millones de dólares mediante la producción propia de alimentos.** Asimismo, en el Instituto Fraunhofer IME (ubicado en Aachen, Aquisgrán, Alemania), en el año 2015 se dio inicio a las operaciones de un invernadero vertical de 500 m², el cual cultivó plantas productoras de fitocompuestos de interés farmacéutico mediante la tecnología de agricultura vertical (Reimann, 2013).



El problema nacional

En México, el 77 % del agua que se utiliza se emplea en la agricultura. La disponibilidad en la mayoría de las regiones del centro y norte del país ya es escasa, —debido a que una parte importante del territorio nacional está clasificado como tierras secas con irregular ocurrencia de la lluvia— y es en estas regiones en donde se ha presentado un mayor incremento poblacional y un mayor incremento en las actividades productivas (CONAGUA, 2008, 2014; SEMARNAT, 2012).



La superficie dedicada a la agricultura en México es de aproximadamente 21 millones de hectáreas (10.6% del territorio nacional) y, de ella, 6.5 millones son de riego y 14.5 de temporal. La productividad de las áreas de riego es, en promedio, 3.7 veces mayor que las de temporal; y, a pesar de su superficie sustancialmente menor, la agricultura de riego genera más de la mitad de la producción agrícola nacional. Adicionalmente, **la productividad agrícola apenas se ha incrementado en un 1.1% en México en los últimos años** (El Financiero, 2013).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2022), la población de **México alcanzó en el año 2010 los 112.3 millones de habitantes, de los cuales el 77.8 % se concentra en zonas**

urbanas. Por otra parte, el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2015) estima que la población de México para el año 2050 será de 150 millones de habitantes, por lo que será necesario contar con mayor superficie dedicada a la agricultura para satisfacer la demanda de alimentos para los mexicanos. **Esto generará mayor presión sobre los ecosistemas de bosques y selvas que se verán transformados en tierras agrícolas en los próximos años.**

En relación con los productos agrícolas destinados a la alimentación animal, una proporción importante de superficie dedicada a la agricultura de riego en México se utiliza para la producción de forrajes. **Entre 1990 y 2002, en promedio, han sido sembradas**

1.28 millones de hectáreas con forrajes (excluyendo pasturas permanentes de secano) en el norte y centro de México, lo que representa cerca de un 20% del total de las tierras

...Se han sobreexplotado la mayoría de los acuíferos del centro y norte del país, de tal forma que hoy en día existen «condiciones de baja a muy baja disponibilidad de agua».

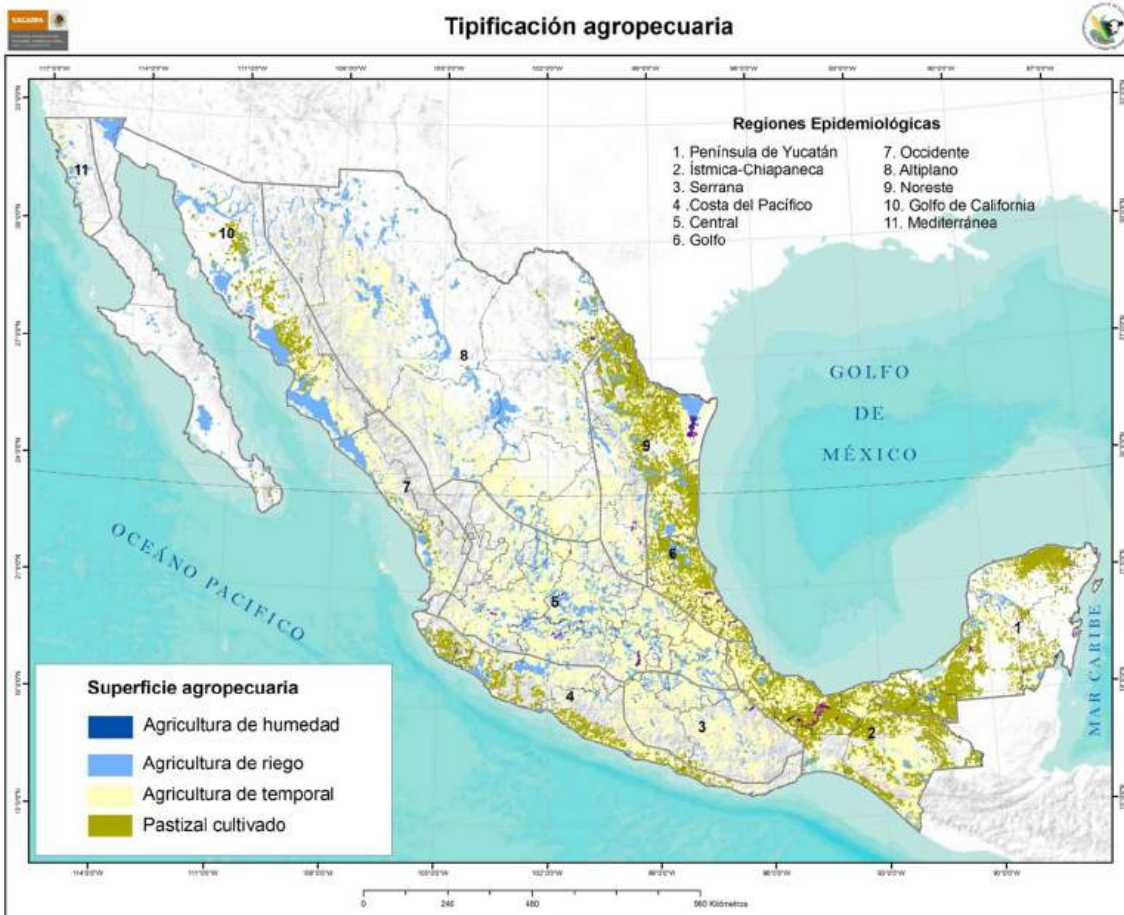


FIGURA 1

Superficie del territorio con agricultura de riego y agricultura de temporal (Fuente: Laboratorio Nacional de Geoprocresamiento de Información Fitosanitaria, 2009)

irrigadas del país. La superficie de temporal y las que cuentan con riego tecnificado comparten iguales proporciones, pero la tasa de incremento ha sido más alta para forrajes de temporal (48 000 ha/año) que para forrajes irrigados (14 000 ha/año) (FAO, 2005).

Debido a las condiciones de aridez en que prevalece la mayor parte del territorio nacional, y ante la necesidad de contar con agua suficiente para la producción de alimentos y forrajes, **se han sobreexplotado la mayoría de los acuíferos del centro y norte del país, de tal forma que hoy en día existen «condiciones de baja a muy baja disponibilidad de agua»**; y el grado de presión sobre el recurso se ha incrementado notablemente en los últimos años, hasta alcanzar casi dos terceras partes del territorio nacional (CONAGUA, 2014).

Hipótesis

La agricultura vertical urbana es una opción tecnológica que permite incrementar significativamente la productividad agrícola, la producción de alimentos seguros, nutritivos y a precios competitivos en las principales zonas urbanas, reduciendo con ello drásticamente la huella de carbono y la huella hídrica derivada de las actividades agrícolas en el país. Asimismo, se genera una opción para reducir la pobreza alimentaria en las regiones con mayores niveles de marginación, creando igualmente fuentes de empleo derivados de las actividades de producción de alimentos basada en esta tecnología.



Objetivos

El objetivo general es establecer los conceptos, procedimientos y herramientas para la formulación de políticas públicas orientadas en el mejoramiento del medio ambiente y seguridad alimentaria a través de la creación, mantenimiento y explotación de huertos verticales urbanos.

Objetivos particulares

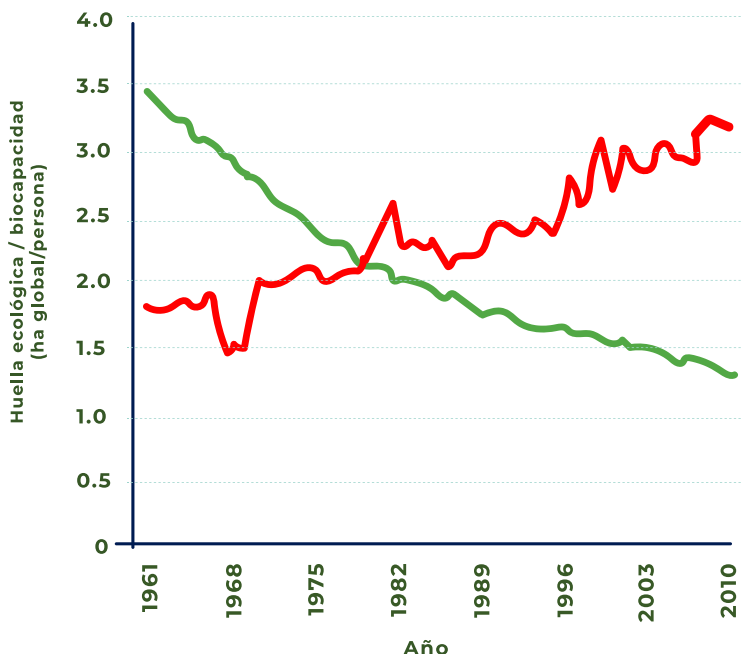
Cómo transformamos y cómo producimos alimentos, sanos y sostenibles basados en el concepto de agricultura vertical con un alto nivel de automatización para la producción de diversas frutas y hortalizas y forrajes mediante el uso de la tecnología de producción hidropónica con sustratos inertes.

IMPACTOS ESPERADOS A MEDIANO Y LARGO PLAZO

Actualmente, la huella ecológica derivada de las actividades agrícolas globales requerida para alimentar a la población mundial es del tamaño del territorio de Sudamérica, es decir 17.84 millones de km² (AVF, 2015). La Asociación para la Agricultura Vertical (*Association for Vertical Farming*, AVF, por sus siglas en inglés) menciona que a través de esta tecnología se abren las posibilidades a una cantidad importante de beneficios ambientales, económicos y sociales para todo el planeta. Particularmente en las

amplias regiones en donde se presentan condiciones de tierras secas (incluyendo las muy áridas) las cuales ocupan el 41.3% del planeta, lo que equivale a 6 mil 90 millones de hectáreas distribuidas principalmente en Asia, norte de África y la mayor parte de Australia (Millenium Ecosystem Assessment, 2005; Reynolds et al., 2007; UN, 2011).

En lo que respecta a México, **la huella ecológica del país aumentó de 1.6 hectáreas globales por persona en 1961 alrededor de 3.2 hectáreas globales por persona en 2010**; en el mismo periodo, su biocapacidad descendió de 3.4 a 1.4 hectáreas globales por persona, aproximadamente (ver figura 2; WWF, 2014).



Fuentes:
 Global Footprint Network. *Footprint for Nations*. Disponible en: www.footprintnetwork.org.
 Fecha de consulta: octubre de 2014.

FIGURA 2
 Huella ecológica y biocapacidad en México, 1961-2010.

A continuación, se mencionan algunos de los impactos potenciales del proyecto de agricultura vertical para las diferentes regiones del país:



Drástica disminución en el cambio de uso de suelo para fines agrícolas, lo que permitiría restaurar los bosques y selvas.



No utilización de agroquímicos en el uso de fertilizantes y plaguicidas, y disminución de la contaminación del aire, suelo y agua derivados del uso inmoderado de estos productos en las principales regiones agrícolas del país.



Reducción de las enfermedades derivadas del contacto con sustancias peligrosas usadas en la agricultura tradicional y/o tecnificada, basada en el uso de agroquímicos.



Reducción de hasta un 98% en el consumo del agua, recuperación de los acuíferos y es posible revertir la tendencia en la construcción de las grandes presas para la captación de agua para riego agrícola.



Reducción de la huella hídrica en las regiones semiáridas y subhúmedas secas del país en donde la agricultura de riego y la de temporal constituyen el medio de sustento de las familias.



Disminución en la huella de carbono en 95%, derivado del ahorro sustantivo en el uso de energía al prescindir del uso de implementos y maquinarias agrícolas, así como vehículos para la transportación de los productos del campo a las ciudades y de transportación para el manejo de la cadena de suministros a los supermercados y centros de consumo.



Incremento en la productividad agrícola de manera sustantiva, ya que el **fotoperiodo se puede extender con el uso de la tecnología de leds en los invernaderos** construidos de forma vertical, la energía para la iluminación puede asegurarse a través del uso de celdas solares u otras formas sustentables de producción de energía.



Creación de empleos de mayor calidad en el sector agrícola nacional.



Restauración de los diversos ecosistemas del país hoy en día alterados y dañados por las actividades agrícolas y pecuarias.



Reducción de la erosión del suelo derivado de la disminución de las actividades agrícolas, lo que permitiría restaurar los suelos y reutilizarlos en actividades productivas compatibles con el medio ambiente, tales como la producción forestal.



Reducción de la erosión del suelo derivado de la disminución de las actividades agrícolas, lo que permitiría restaurar los suelos y reutilizarlos en actividades productivas compatibles con el medio ambiente, tales como la producción forestal.



Mejora sustantiva del entorno ecológico en las ciudades.

Propuesta


La propuesta consiste en el **INVERNADERO URBANO**, con el cual transformamos cómo producimos alimentos inocuos y sostenibles; así cómo ayudamos a mejorar el medio ambiente, reducimos el consumo del agua para riego, restauramos nuestra atmósfera y nuestros suelos.

Innovamos soluciones sustentables desarrolladas con ecodiseño.

Moduloverde es una iniciativa que busca impulsar el cultivo urbano a través de una nueva tecnología que permite desarrollar sistemas de cultivo vertical de alta densidad, partiendo de módulos integrales de distintas medidas y capacidades. La estructura del invernadero es de crecimiento escalable, fácilmente transportable, armable y desmontable. Consta de paneles verticales con bolsas colgantes con sustratos inertes para sembrar las plantas, dispuestos en filas de (2 caras) y muros (1 cara) perimetrales, que además cuentan con medios para el soporte de cultivos en sus caras interiores y facilitan la circulación del aire en forma pasiva de aire tanto en la zona inferior como superior.







 **Diseñado para producir cultivos de hortalizas y frutos en alta densidad de hasta 100 plantas por m².**

 **Producción de verduras por cultivo con rendimientos hasta 200.0 kg por m².**

 **Menores costos de producción y con precios más competitivos para la venta, teniendo una rentabilidad del 33 %**

 **Consumo del 5 % de agua y solución nutritiva con nutrición individual y balanceada para las plantas cultivadas, mediante el uso de una red de riego individualizado con goteros dosificadores.**

 **Control de la calidad de agua de riego con ozono, libre de bacterias y patógenos, evitando la contaminación de las plantas cultivadas de manera individual y con recirculación de agua.**

 **Reducción en 95 % la huella de carbono.**



Referencias

- AVF. (2015). *Association for vertical farming*. <https://vertical-farming.net/>
- Bailey, G. E. (1915). *Vertical farming*. E. I. Du Pont de Nemours Powder Co. <https://archive.org/stream/cu31924000349328#page/n31/mode/2up>
- Botkin, D. B., & Keller, E. A. (2014). *Environmental science: Earth as a living planet* (9th ed.). Wiley.
- CONAGUA. (2008). *Programa Nacional Hídrico 2007–2012*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/PNH_05-08.pdf
- CONAGUA. (2014). *Estadísticas del agua en México* (Edición 2014). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/.../EAM2014.pdf>
- CONAPO. (2015). *Proyecciones de la población 2010–2050*. Secretaría de Gobernación. <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>
- Despommier, D. (2010). *The vertical farm: Feeding the world in the 21st century*. Thomas Dunne Books.
- El Financiero. (2013, abril 18). Productividad agrícola en México, por debajo del promedio de AL: FAO. <http://www.elfinanciero.com.mx/archivo/productividad-agricola-en-mexico-por-debajo-del-promedio-de-al-fao.html>
- FAO. (2005). *Perfiles por país del recurso pastura/forraje: México*. <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/PDF%20files/Mexico-Spanish.pdf>
- Färe, R., Grosskopf, S. y Weber, W. L. (2006). Shadow prices and pollution costs in U.S. agriculture. *Ecological Economics*, 56(1), 89–103.
- Global Footprint Network. (s. f.). *Footprint for nations: Mexico*. <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/trends/mexico/>
- Grewal, S. S. y Grewal, P. S. (2012). Can cities become self-reliant in food? *Cities*, 29(1), 1–11.
- Hallock, L. S. (2013). *Vertical farms, urban restructuring and the rise of capitalist urban agriculture* [Tesis de Maestría, International Institute of Social Studies]. http://thesis.eur.nl/pub/15226/LHallock_moodledata_temp_turnitool_1395968096_62_1384426656_2059.pdf
- Harris, D. (1992). *Hydroponics: The complete guide to gardening without soil*. New Holland Publishing.
- INEGI. (2005). *Superficie agrícola de México*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. http://cuentame.inegi.org.mx/mapas/pdf/nacional/tematicos/superficie_agricola.pdf
- INEGI. (2011). *Censos y conteos de población y vivienda*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/CCPV/>
- Killebrew, K. y Wolff, H. (2010). *Environmental impacts of agricultural technologies* (EPAR Brief No. 65). Evans School Policy Analysis and Research. <http://econ.washington.edu/sites/econ/files/old-site-uploads/2014/06/2010-Environmental-Impacts-of-Ag-Technologies.pdf>
- Lakkireddy, K. K. R., Kasturi, K. y Sambasiva Rao, K. R. S. (2012). Role of hydroponics and aeroponics in soilless culture in commercial food production. *Research & Reviews: Journal of Agricultural Science & Technology*, 1(1), 26–35.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Desertification synthesis*. World Resources Institute. <http://millenniumassessment.org/documents/document.355.aspx.pdf>
- Móduloverde. (s. f.). <http://www.moduloverde.mx>
- Pimentel, D. y Wilson, A. (2004). *World population, agriculture, and malnutrition*. Worldwatch Institute. <http://www.worldwatch.org/system/files/EP175D.pdf>
- Población Mundial. (2015). *Reloj de la población mundial*. <http://countrymeters.info/es/World/>
- Rahman, Y. (2012). *MARDI Vertical Farming Research Institute*. MDRXA. <https://mdrxa.wordpress.com/architecture/mardi-vertical-farming/>
- Reimann, A. (2013). *Plant scanning meets vertical farming: A new basis for automated plant phenotyping at the Fraunhofer IME Aachen*. http://www.phenodays.com/fileadmin/user_upload/phenodays2013pdf/Andreas_Reimann.pdf

- Resh, H. M. (2012). *Hydroponic food production: A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower* (7th ed.). CRC Press.
- Reynolds, J. F., Smith, D. M. S., Lambin, E. F., Turner, B. L. II, Mortimore, M., Batterbury, S. P. J., Downing, T. E., Dowlatabadi, H., Fernández, R. J., Herrick, J. E., Huber-Sannwald, E., Jiang, H., Leemans, R., Lynam, T., Maestre, F. T., Ayarza, M. y Walker, B. (2007). Global desertification: Building a science for dryland development. *Science*, 316(5826), 847–851.
- Ritter, E., Angulo, B., Riga, P., Herrán, C., Relloso, J. y San José, M. (2001). Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers. *Potato Research*, 44(2), 127–135.
- Savvas, D. (2003). Hydroponics: A modern technology supporting the application of integrated crop management in greenhouse. *Food, Agriculture & Environment*, 1(1), 80–86.
- SEMARNAT. (2012). *El problema de la desertificación*. En Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave y de desempeño ambiental (Cap. 3). http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/03_suelos/cap3_3.html
- Skyer, M. (2014). Vertical farming: It's coming to save the day, but will it? *Craftsy*. <http://www.craftsy.com/blog/2014/06/what-is-vertical-farming/>
- Sneat, R. y McIntosh, F. (2003). *Review of hydroponic fodder production for beef cattle*. Meat & Livestock Australia Limited. <http://blogs.cornell.edu/organicdairyinitiative/files/2014/05/Hydroponicfodder-article-11wpm0.pdf>
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R. y Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418, 671–677.
- United Nations. (2011). *Global drylands: A UN system-wide response*. Environment Management Group. http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/Global_Drylands_Full_Report.pdf
- White, J. (2010). *Sky-field: A vertical farming solution for urban New York* [Tesis de Maestría, Roger Williams University]. <http://docs.rwu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1040&context=archthese>
- WWF. (2014). *Informe Planeta Vivo 2014: Especies y espacios, personas y lugares*. WWF, Global Footprint Network y ZSL Living Conservation.

Artículo 2

Un enfoque natural para la remediación del agua usando biomasa

**Marlen Alexis González Reyna, José Alberto Elizalde Mata,
Miriam Rocío Estevez González**

Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada,
Universidad Nacional Autónoma de México.



Introducción

El sexto Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se enfoca en garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible para todos. Sin embargo, la realidad es alarmante: la demanda de agua crece más rápido que la población, lo que provoca que la mitad de los habitantes del planeta enfrenten escasez grave de agua al menos un mes al año. Además, el cambio climático está exacerbando esta problemática, aumentando el llamado estrés hídrico.

Para el año 2025, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés: Food and Agriculture Organization) estima que 1.900 millones de personas vivirán en regiones con escasez absoluta de agua, y hasta dos tercios de la población mundial podrían verse afectadas por estrés hídrico. Esta situación no solo impactará la cantidad de agua disponible—debido a la sobreexplotación de acuíferos y la desecación de ríos—sino también su calidad, afectada por la eutrofización, la contaminación por materia orgánica y la intrusión salina.

**Limpiando
el agua de
Querétaro
usando
biomasa.**

En México, el último informe del Monitor de Sequía señaló que Querétaro es el segundo estado con mayor estrés hídrico del país, resultado del crecimiento demográfico, la contaminación, la sobreexplotación de acuíferos y las deficiencias en la gestión del agua.

El aumento de la población y la mala gestión de aguas residuales agravan este problema. Como consecuencia, se liberan diariamente sustancias tóxicas que tienen el potencial de infiltrarse en aguas superficiales y subterráneas. Entre estos contaminantes emergentes (CE)—una categoría que ha ganado atención en los últimos 25 años— se encuentran pesticidas, herbicidas, tintes, productos para el cuidado personal, retardantes de llama, cationes metálicos, productos farmacéuticos y microplásticos.

A pesar de su presencia en bajas concentraciones, estos CE pueden ocasionar efectos negativos significativos. Los tratamientos convencionales no pueden eliminar algunos de estos contaminantes, lo que ha generado preocupación entre organizaciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Agencia Europea para el Medio Ambiente (AEMA) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).



A medida que las técnicas analíticas avanzan, la concentración mínima aceptable de estos químicos disminuye progresivamente, llevando a muchos países a implementar regulaciones estrictas para el tratamiento adecuado de efluentes industriales.

Frente a esta alarmante realidad, surge la pregunta: ¿Cómo podemos revertir la situación? Mientras que una parte de la solución radica en una gestión más eficiente y en el aumento de fuentes de recolección de agua, también es crucial recuperar el agua contaminada para su reutilización segura.

El uso de biomasa se presenta como una alternativa viable, eficiente, sustentable y económica para la remoción de diversos contaminantes.

Estas biomasa, como plantas acuáticas, algas, biocarbón y desechos agrícolas, no solo permiten remover contaminantes, sino que también dan un uso a materiales que antes no tenían ninguna utilidad. Además, estos materiales biosorbentes son de bajo costo y fáciles de adquirir; minimizan el uso de productos químicos y la generación de lodos biológicos; no requieren nutrientes adicionales y, algo importante, pueden ser regenerados.

Un «biosorbente» es un material biológico (tal como algas, hongos, bacterias o residuos agrícolas) capaz de adsorber y retener contaminantes, como metales pesados, colorantes o compuestos orgánicos, de soluciones acuosas.

¿Qué es la biomasa y cómo se puede usar para eliminar contaminantes?

La «biomasa» es materia orgánica renovable de origen vegetal o animal que puede utilizarse para generar energía, producir materiales o en procesos de remediación ambiental; donde además de incluir restos

orgánicos, también abarca organismos vivos como plantas, las cuales pueden eliminar contaminantes mediante su capacidad de absorber, acumular, degradar o estabilizar compuestos nocivos.

En el caso de las plantas acuáticas, algas, pastos y musgos, han demostrado ser efectivas en la remoción de metales pesados y otros contaminantes en cuerpos de agua. Gracias a procesos naturales como la adsorción, bioacumulación, metabolización y volatilización, estas biomasa vivas pueden capturar y transformar contaminantes, ofreciendo una solución sustentable para la restauración de ecosistemas acuáticos.

Además, el aprovechamiento de materiales derivados de desechos agroindustriales, como el bagazo de caña de azúcar, los residuos de agave y los restos de maíz, entre otros, está cobrando importancia como una solución ecológica y eficaz para limpiar el agua de contaminantes.





Estos materiales, que antes se consideraban simplemente basura, ahora se valoran por su capacidad para actuar como “esponjas naturales”, ya que son capaces de absorber y retener una amplia variedad de contaminantes, desde metales pesados hasta productos químicos persistentes, ofreciendo una solución amigable con el medio ambiente en comparación con los métodos tradicionales de tratamiento de aguas. Sin embargo, un desafío importante es la disposición final de la biomasa contaminada.

Una alternativa prometedora es su conversión en biocarbón, mediante un proceso térmico llamado «pirólisis». El biocarbón no solo permite una disposición segura de la biomasa contaminada, sino que también posee una alta capacidad de absorción de contaminantes orgánicos e inorgánicos, lo que lo hace útil en el tratamiento de aguas residuales.

Ciclo propuesto del uso de plantas para la remoción de contaminantes



Casos de estudio exitosos

Diferentes casos de éxito se han reportado usando estas metodologías; por ejemplo, en el caso de las plantas acuáticas flotantes su capacidad para absorber metales pesados del agua está bien documentada. En un caso *in situ*, se utilizó el jacinto de agua o lirio acuático, cuyo nombre científico es *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (familia Pontederiaceae), para remover metales de Xochimilco, con excelentes resultados en la eliminación de cadmio, cromo, cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc, siendo el hierro el metal con la mayor remoción.

Otro ejemplo de éxito del uso de organismos vivos para la remoción de contaminantes en agua es el cultivo de microalgas en aguas residuales, conocido como «fitorremediación». En este caso particular se ofrece un doble beneficio: la producción de biomasa y la eliminación de contaminantes. **Las microalgas pueden eliminar entre el 80 y el 100 % de los contaminantes, incluidos el nitrógeno, el fósforo y los metales pesados, y al mismo tiempo contribuyen a la mitigación del carbono atmosférico.** De manera similar, la biomasa de algas y algas marinas sirve como adsorbente eficiente para la biorremediación de metales pesados, lo que proporciona una solución sostenible para el tratamiento de aguas residuales.

Entre los contaminantes que se pueden eliminar utilizando biomasa proveniente de residuos

agroindustriales se encuentran medicamentos, pesticidas, microplásticos y compuestos químicos complejos, cuya presencia en el medio ambiente y los ecosistemas nos preocupa cada vez más de cara al futuro.

Recientemente, los científicos han demostrado que, en particular, **materiales como el bagazo de caña de azúcar, los residuos de agave y las cáscaras de arroz tienen propiedades especiales que los hacen muy eficaces para remover estos contaminantes** mediante procesos de absorción y adsorción. Esto ha permitido desarrollar sistemas de filtrado capaces de ser adaptados a nivel doméstico y en ocasiones a nivel industrial.

La eficacia del biocarbón para eliminar metales pesados y reducir su biodisponibilidad se realiza a través de varios

mecanismos, incluidas interacciones electrostáticas, intercambio iónico, formación de complejos y precipitación. Las propiedades del biocarbón, como su área superficial, porosidad y grupos funcionales superficiales, desempeñan un papel crucial en su capacidad de adsorción.

En general, se han desarrollado numerosos estudios sobre aplicaciones de biocarbón producido a partir de diferentes tipos de desechos de biomasa en diferentes regiones para mejorar la calidad del suelo, el crecimiento de las plantas, el agua y la absorción de nutrientes. Por ejemplo, se ha reportado que **el biocarbón obtenido de la pirólisis de cáscara de banana y papa es capaz de remover hasta 68.23 mg de cromo por cada gramo de biocarbón.**



Estos avances representan un parteaguas en el diseño e implementación de sistemas de remoción de contaminantes amigables con el medio ambiente.

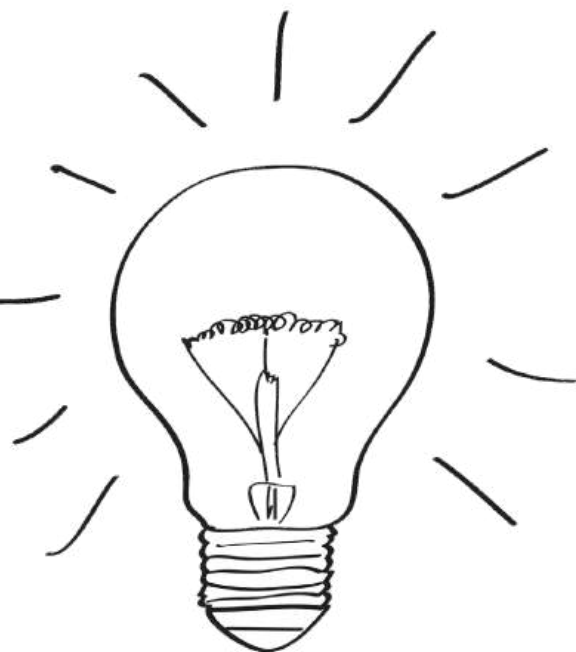
Conclusiones

La implementación del uso de biomásas para la remoción eficiente y sostenible de diversos contaminantes promueve una economía más sostenible y circular, donde no solo se reutilizan residuos, sino que se convierten en recursos valiosos para proteger el medio ambiente. La selección e identificación de una biomasa apropiada de bajo costo es una de las cuestiones clave para lograr la máxima remoción/adsorción de un tipo específico de

contaminante dependiendo de las características fisicoquímicas del mismo.

Así mismo, deben optimizarse las condiciones para la producción de bajo costo de diferentes biomásas que puedan ser modificadas para una mayor absorción de contaminantes.

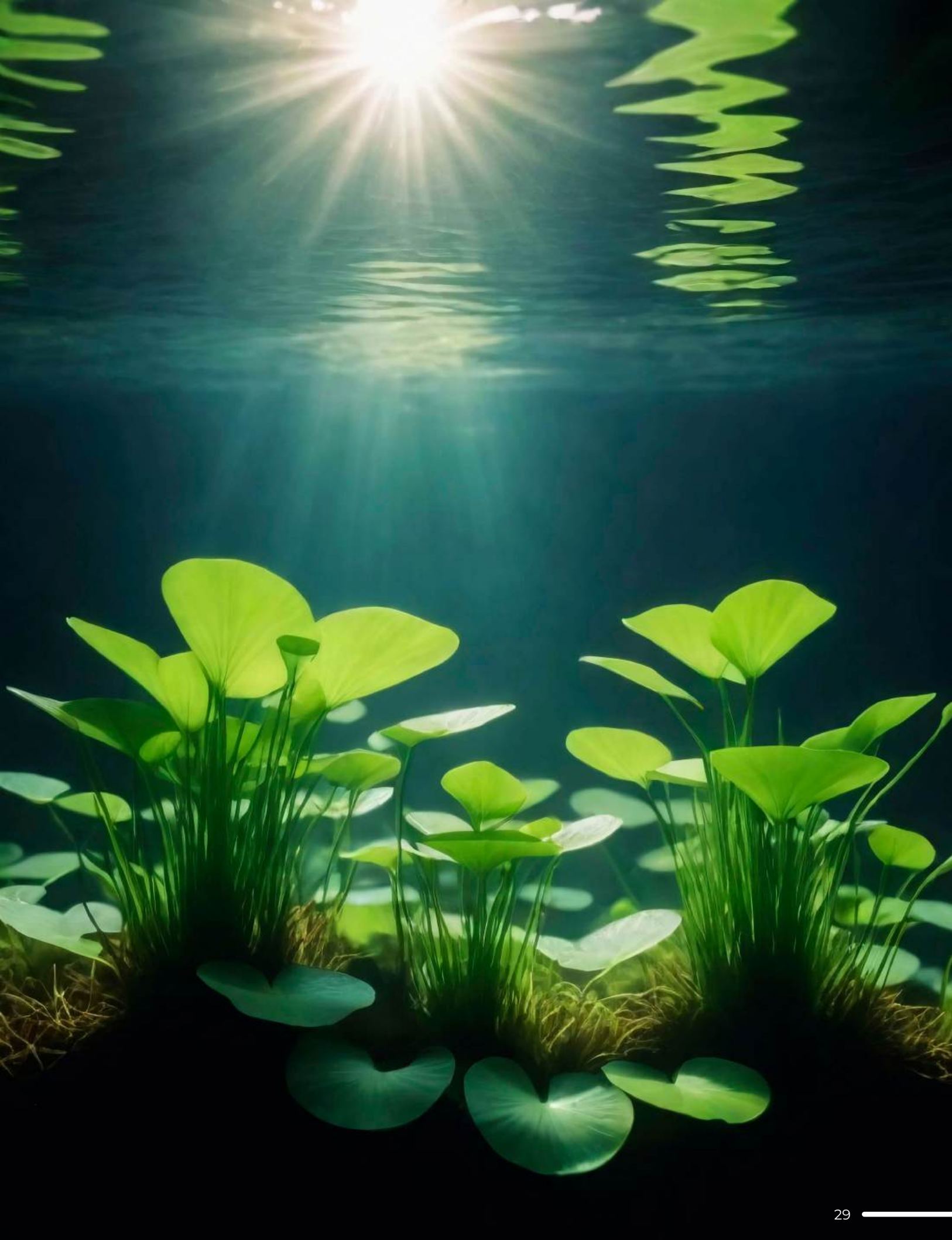
Finalmente, es importante destacar que, en los últimos años, se han desarrollado técnicas de tratamiento de agua basadas en biomasa, utilizando colorantes tipo azo como fuente de contaminación. Estos colorantes sintéticos son ampliamente utilizados en la industria textil, alimentaria, cosmética y de plásticos debido a su alta estabilidad y variedad de colores brillantes.



Sin embargo, es fundamental enfocar nuestros esfuerzos en ampliar el uso de biomásas para la eliminación de contaminantes que representan una verdadera amenaza para la salud y el medio ambiente, como los cationes metálicos radioactivos, los compuestos organoclorados, los disruptores endocrinos y los herbicidas, entre otros.

Referencias

- Kafle, A., Timilsina, A., Gautam, A., Adhikari, K., Bhattarai, A. y Aryal, N. (2022). Phytoremediation: Mechanisms, plant selection and enhancement by natural and synthetic agents. *Environmental Advances*, 8, 100203. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100203>
- Kasak, K., Mander, Ü., Nõlvak, H. y Kirsimäe, K. (2018). Biochar enhances plant growth and nutrient removal in horizontal subsurface flow constructed wetlands. *Science of The Total Environment*, 639, 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.146>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (s.f.). *Water and sanitation*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s.f.). *Water scarcity*. <https://www.fao.org/land-water/water/water-scarcity/en/>
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (s.f.). *Monitor de sequía en México*. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- Wong-Argüelles, C., Carranza-Álvarez, C., Alonso-Castro, A. J. y Ilizaliturri-Hernández, C. A. (2021). In situ phytoremediation in Mexico: A review. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(2), 133-142. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.2.133>



Artículo 3

Moda desechable, planeta agotable: hacia un modelo circular en México

Roxana Martínez Arrambide



GLOSARIO



Economía lineal:

Modelo tradicional de producción y consumo basado en «tomar, hacer y desechar». Las empresas extraen recursos, fabrican productos, los venden y, después de su uso, estos terminan como residuos.



Economía circular:

Modelo que busca cerrar el ciclo de vida de los productos mediante la reutilización, reparación, reciclaje y regeneración de materiales. Su objetivo es reducir residuos, conservar recursos y minimizar el impacto ambiental.



Moda rápida (fast fashion):

Modelo de negocio que produce ropa de manera masiva, rápida y barata; fomentando el consumo excesivo. Aunque es accesible, tiene un alto costo ambiental y social, como la contaminación, el desperdicio textil y las malas condiciones laborales.



Biotextiles:

Materiales textiles producidos a partir de fuentes naturales o biodegradables, como algas, hongos o fibras vegetales.



Medición de «huella ambiental»:

Herramientas y metodologías para calcular el impacto ambiental de un producto, servicio o empresa. Incluye la «huella de carbono» (emisiones de CO₂), la «huella hídrica» (uso de agua) y la «huella ecológica» (uso de recursos naturales).



Gestión adecuada de residuos:

Procesos para manejar los desechos de manera responsable, como la separación, reciclaje, compostaje o reutilización.



Regenerativo:

Un enfoque que busca restaurar y regenerar ecosistemas dañados. En la moda, esto incluye prácticas como la agricultura regenerativa para cultivos de fibras.



Sostenible:

Un principio que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas.

1. Introducción

La moda es un espejo de la sociedad: refleja nuestras aspiraciones, prioridades y, tristemente, nuestros excesos. **Cada año, en México, se generan alrededor de 120 mil toneladas de residuos textiles, lo que equivale a tirar 1.3 millones de playeras diarias.** ¿El destino? Vertederos desbordados o incineradoras. Solo el 2% de estos residuos se recicla. Esta realidad no solo ahoga a los ecosistemas, sino que también nos enfrenta a una verdad incómoda: nuestra ropa barata está saliendo muy cara para el planeta.

¿Y si el problema no fuera el desecho, sino el diseño? Este enfoque nos lleva a replantear cómo concebimos los productos desde su origen, dando paso a la economía circular. **La economía circular es un modelo de producción y consumo que propone un sistema regenerativo donde los productos y materiales se mantienen en uso el mayor tiempo posible, se rediseñan para minimizar el impacto ambiental y se reintegran al ciclo productivo.**

El modelo económico lineal de «tomar, hacer y desechar» ha sido la norma en muchas industrias, incluida la moda. Este enfoque agota los recursos naturales y genera montañas de residuos textiles difíciles de reciclar. Sin embargo, ante este panorama insostenible, surge una alternativa prometedora: la economía circular. **Este modelo propone maximizar**



la eficiencia de recursos y minimizar residuos para crear un sistema sostenible y regenerativo.

Para lograrlo, es crucial la colaboración entre empresas, gobierno y sociedad, ya que solo mediante un esfuerzo conjunto se puede impulsar la incorporación de un modelo circular en la industria de la moda. México, con su potencial innovador y su creciente conciencia ambiental, tiene la oportunidad de ser pionero en esta tendencia global, liderando la transición hacia negocios circulares que no solo benefician al medio ambiente, sino que también generen valor económico y social.



2. Planteamiento del problema: modelo lineal y fast fashion

El «*fast fashion*», o moda rápida, es un modelo de producción y **consumo de moda basado**

en la rápida fabricación de prendas baratas y tendencias efímeras, que fomenta el consumo excesivo y genera un alto impacto ambiental y social. Por ejemplo, marcas como Zara o Shein lanzan nuevas colecciones cada dos semanas, incentivando la compra constante y contribuyendo a que se deseche ropa casi nueva, lo que genera toneladas de residuos textiles anuales.

En México, el sector de la moda se ha convertido en un motor clave de la economía, pero también en una de las principales fuentes de contaminación. Esta acumulación masiva de desechos no solo sobrecarga los vertederos, sino que **también libera microfibras y químicos tóxicos en el ambiente,** que contaminan los cuerpos de agua y afectan la biodiversidad del país.

La quema de textiles, por otro lado, libera gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático, exacerbando fenómenos como sequías y huracanes que ya afectan severamente al país. Según el

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México es uno de los países más vulnerables al cambio climático en América Latina, y fenómenos como la alteración de patrones de lluvia y la intensificación de huracanes son consecuencias directas de la contaminación.



3. Economía circular: la solución a los desafíos de la moda actual

El modelo de tradicional está llevando al planeta al colapso. La economía circular es la respuesta que puede

cambiar el juego. Este enfoque, que ya ha demostrado su éxito, propone cerrar los ciclos de materiales y rediseñar los sistemas de producción, viendo el desecho como un error de diseño. Adoptarlo no solo reduciría la huella ambiental de la moda, sino que abriría el camino hacia una industria sostenible.

En la economía circular, los residuos se transforman en recursos y se asegura que los materiales se mantengan en uso el mayor tiempo posible.

En lugar de ver la ropa desechada como un problema sin solución, la economía circular la reincorpora al ciclo de vida, evitando que terminen en vertederos o incineradoras.

En la industria de la moda, este enfoque se traduce en prácticas concretas como:

- 🌱 El diseño de prendas más duraderas y reparables.
- 🌱 El uso de materiales reciclados.
- 🌱 La promoción de sistemas de recolección y reutilización de textiles.

Por ejemplo, el textil «suprareciclado»—hecho a partir de viejos textiles—no solo reduce la contaminación, sino que disminuye la dependencia de recursos vírgenes, demostrando que es posible crear productos de valor sin extraer constantemente de la naturaleza.

En México, este modelo ya está tomando forma. Imagina que las empresas líderes de la industria textil implementen programas de recolección de prendas usadas para transformarlas en nuevas colecciones, o que diseñen ropa con materiales 100% reciclados. Esto no solo reduciría los residuos textiles, sino que también inspiraría a otras marcas a adoptar prácticas más sostenibles.

La economía circular no es una fantasía lejana; es una realidad que combina sostenibilidad y rentabilidad, y **México tiene todo para ser parte de esta transformación.** En nuestro país, algunas empresas locales ya están comenzando a adoptar sistemas de reciclaje textil, donde la ropa usada se recolecta y procesa para fabricar nuevos productos. Aunque estos avances son importantes, aún queda mucho por hacer para



En lugar de ver la ropa desechada como un problema sin solución, la economía circular la reincorpora al ciclo de vida, evitando que terminen en vertederos o incineradoras.



integrar completamente la economía circular en el sector textil mexicano.

Casos prácticos y ejemplos relevantes:

Un ejemplo de economía circular es **Fabrick**, la empresa francesa que transforma ropa desechada en ladrillos. Fabrick recolecta prendas que ya no se usan, las procesa y las convierte en materiales de construcción resistentes y sostenibles. Esta marca ejemplifica perfectamente los principios de la economía circular: los residuos se convierten en recursos y los materiales se mantienen en uso el mayor tiempo posible, cerrando el ciclo de vida de los productos y evitando que se conviertan en basura.

Stella McCartney lidera la moda circular usando materiales como el nylon regenerado, creado a partir de redes de pesca, residuos textiles y plásticos recuperados de océanos. Este proceso evita la contaminación y reduce la necesidad de nylon virgen. Por su parte, **SUAY SEW**, en Los Ángeles, practica el suprareciclaje, transformando

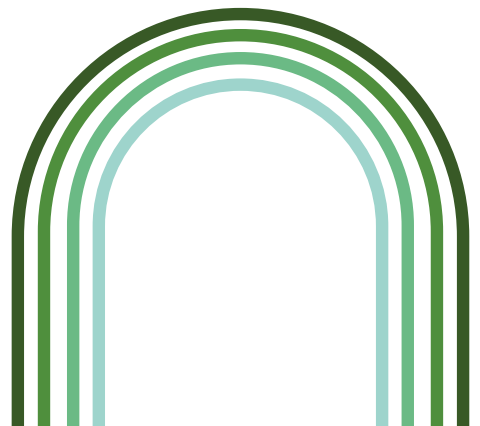
ropa desechada en piezas nuevas y de mayor valor, dándole una segunda vida a los textiles. Además, innovaciones como los tintes de microorganismos de la empresa **Pili** ofrecen una alternativa sostenible: usan bacterias modificadas para producir pigmentos, eliminando químicos tóxicos y reduciendo el impacto ambiental.

4. De residuos a riqueza: ¿Cómo posicionar a México como referente de la economía circular?

Cada año, en México, se generan alrededor de 120 mil toneladas de residuos textiles, una cifra que no solo refleja un grave problema ambiental, sino también una enorme oportunidad económica desaprovechada. Si estos

residuos se integraran a un modelo de economía circular, podrían generarse ahorros y ganancias significativas.

Por ejemplo, **si solo el 30% de estos desechos se reciclara o se transformara en productos suprareciclados, se podrían obtener hasta 6,000 millones de pesos anuales en valor agregado**, según estimaciones basadas en el potencial de mercado de materiales y productos reciclados. Además, se reducirían los costos asociados a la extracción de materias primas vírgenes y se crearían miles de empleos en áreas como el reciclaje, la reparación y el diseño sostenible.



México tiene una enorme oportunidad de posicionarse como referente de la economía circular en Latinoamérica:

APROVECHAMIENTO DE RECURSOS LOCALES Y EL POTENCIAL DE LOS BIOTEXTILES PARA IMPULSAR LA ECONOMÍA SOSTENIBLE:

México cuenta con una vasta riqueza agroindustrial que puede transformarse en materias primas para la industria textil sostenible, elemento clave dentro del marco de la economía circular. Cada año, el país produce toneladas de **subproductos como bagazo de caña de azúcar, de agave y cáscaras de frutas**. Estos residuos, que frecuentemente terminan en vertederos generando metano, podrían ser reaprovechados para fabricar biotextiles, materiales creados a partir de fuentes naturales, como desechos agrícolas.

Por ejemplo, la industria tequilera genera alrededor de 5 millones de toneladas de bagazo de agave al año, un recurso que puede ser utilizado para crear alternativas a fibras sintéticas. Empresas como **Piñatex**, que usan fibras de piña para crear materiales similares al cuero, muestran cómo los residuos agrícolas pueden ser transformados en productos valiosos.

La piel de nopal es otro **biotextil** que está cambiando el juego. Se deriva de las fibras de esta planta, transformándolo en un material resistente y sostenible. La empresa mexicana

Oka, utiliza este biomaterial para crear bolsas y mochilas libres de crueldad animal, demostrando que los recursos locales pueden conquistar mercados.

Existe una ventana de oportunidad para posicionarse a México como un proveedor clave de biotextiles sostenibles, impulsar la economía circular, generar empleos verdes y abrir oportunidades para innovar con otros recursos naturales. La piel de nopal, al igual que los biotextiles mexicanos, constituyen una ventana hacia un futuro sostenible y competitivo.

CREACIÓN DE NUEVAS INDUSTRIAS Y EMPLEOS SOSTENIBLES:

Transitar hacia una economía circular en la moda representa una gran oportunidad para innovar. Un ejemplo es la marca

de ropa *outdoors* **Patagonia**, que usa materiales reciclados y promueve la reparación y reventa de ropa usada con su iniciativa **Worn Wear**, reduciendo el impacto ambiental.

En México, este modelo podría replicarse de manera innovadora. Las empresas podrían usar las toneladas de residuos textiles que se generan cada año para crear productos reciclados o plataformas digitales que facilitarían la reparación y reventa de prendas. Esto generaría empleos en diseño sostenible, logística inversa y manejo de residuos.

El acceso a fondos internacionales para proyectos sostenibles, como el **Green Climate Fund** y certificaciones ecológicas como **GOTS (Global Organic Textile Standard)** o **B Corporation**, brindan ventajas competitivas a las empresas mexicanas. Estas herramientas



podrían posicionar a México como líder en innovación textil, emulando casos como el de Alemania, donde las certificaciones han abierto mercados globales.

POSICIONAMIENTO EN EL MERCADO GLOBAL:

La demanda de moda sostenible crece exponencialmente, impulsada por consumidores conscientes, especialmente la Generación Z. Estos consumidores valoran la transparencia y la sostenibilidad, lo que crea una oportunidad para marcas mexicanas que adopten modelos circulares. A nivel global, varias empresas han demostrado que integrar prácticas sostenibles genera ventajas económicas y fortalece su posicionamiento.

Un ejemplo destacado es Adidas, que en colaboración con Parley for the Oceans lanzó zapatillas hechas con plástico reciclado recolectado de los océanos. Esta iniciativa ha sido un éxito comercial: en 2021, Adidas vendió más de 15 millones de pares de zapatos, generando ingresos por más de 1,000 millones de euros. Además, la marca reforzó su imagen como líder en innovación y sostenibilidad, accediendo a mercados globales con consumidores cada vez más conscientes.

Otro caso es **The North Face**, que con su iniciativa **Renewed** ofrece productos reacondicionados y **reparados**. Este programa ha crecido un 30% anual en ventas,

atrayendo a consumidores que buscan opciones sostenibles y asequibles, y ha permitido a la marca expandirse a mercados internacionales.

Para México, estos ejemplos representan una hoja de ruta clara. Marcas locales que adopten modelos circulares podrían acceder a mercados globales, atraer inversiones y diferenciarse en un sector cada vez más competitivo. La economía circular no es solo una tendencia, sino una estrategia probada para crecer de manera sostenible y rentable.

Marco legal y sostenibilidad: lo que México puede aprender de la Unión Europea

Para que un país adopte la economía circular de manera efectiva, contar con un marco legal sólido no es solo una ventaja, sino una necesidad. La regulación proporciona las reglas del juego que impulsan a las empresas y consumidores a adoptar prácticas más sostenibles, facilitando la transición hacia modelos de producción y consumo circulares. Un ejemplo claro de esto es la Unión Europea (UE), que ha logrado avances significativos gracias a su enfoque normativo.

A través de su Plan de Acción de Economía Circular, un conjunto de medidas que promueven la reutilización, el reciclaje y la reducción de residuos, la UE ha implementado regulaciones que obligan a las empresas a tomar acciones concretas.

Por ejemplo, el etiquetado ecológico (**EU Ecolabel**) es un sello que el marco normativo exige a las empresas europeas. Este sello garantiza que sus productos sean evaluados a lo largo de todo su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final, asegurando que sean más sostenibles. Esto ayuda a los consumidores a elegir mejor y obliga a las empresas a ser más responsables.

Además, la UE ha establecido normas para medir el impacto ambiental de productos y empresas, como la regulación sobre la huella ambiental, una medida que evalúa el impacto total que las actividades de una empresa tienen en el medio ambiente.

También ha limitado el uso de sustancias químicas tóxicas en textiles a través de **REACH (Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Sustancias Químicas)**, un reglamento que obliga a las empresas a registrar y reemplazar químicos peligrosos por alternativas más seguras.

Algunos países de la UE ofrecen descuentos fiscales a empresas que implementen prácticas circulares, como el uso de materiales reciclados y la reducción de residuos. Por ejemplo, en Países Bajos, las empresas que invierten en tecnologías sostenibles pueden acceder a deducciones fiscales.

Otros países de la UE establecieron impuestos sobre el vertido y la incineración de residuos. Esto incentiva a las

empresas a reducir, reutilizar y reciclar, ya que les resulta más caro desechar materiales. Por ejemplo, en Suecia y Alemania, los altos impuestos al vertido han llevado a tasas de reciclaje superiores al 60%.

Estas medidas han transformado la industria textil europea, reduciendo su impacto ambiental y promoviendo un modelo más sostenible. Las empresas ahora deben diseñar productos más duraderos, usar materiales reciclados y gestionar mejor sus residuos, lo que ha generado cadenas de valor más responsables.

México enfrenta desafíos similares en su industria textil y podría acelerar su transición hacia la economía circular adoptando regulaciones inspiradas en la UE. Un sistema de etiquetado uniforme fomentaría la transparencia y el consumo responsable, mientras que incentivos fiscales para empresas que reciclen o reutilicen materiales impulsarían modelos más sostenibles. Sin un marco normativo claro, el cambio dependerá solo de iniciativas voluntarias, limitando su impacto a gran escala. Este cambio no es solo una necesidad para preservar el planeta, sino también una oportunidad para promover el crecimiento económico dentro del país.

m



5. Decálogo de acción: 10 pasos para que México lidere la solución a la contaminación textil

La transición hacia una economía circular en la industria de la moda en México no solo es una necesidad ambiental, sino también una oportunidad económica y social. Para lograrlo, es fundamental abordar el problema desde múltiples frentes, involucrando a todos los actores de la sociedad. A continuación, algunas acciones clave que podrían marcar la diferencia.



1. PROMOVER EL EMPRENDIMIENTO SOCIAL:

El emprendimiento social es crear negocios que resuelvan problemas sociales o ambientales mientras generan ingresos. México necesita más emprendedores que vean en los desafíos ambientales una oportunidad para crear negocios sostenibles.



2. INVOLUCRAR A POLÍTICOS CONSCIENTES:

Es urgente que los tomadores de decisiones se comprometan con la creación de un marco normativo que fomente prácticas circulares. Políticas públicas claras pueden incentivar la reutilización, el reciclaje y la producción sostenible, sentando las bases para una industria más responsable.



3. DESARROLLAR AVANCES TECNOLÓGICOS:

La innovación en maquinaria y tecnologías adaptadas al contexto mexicano es clave para optimizar procesos como la conversión de residuos en materiales textiles. Esto no solo reduciría el impacto ambiental, sino que también abriría nuevas oportunidades económicas y de empleo.



4. IMPLEMENTAR CAMPAÑAS EDUCATIVAS:

Los influencers y creadores de contenido tienen un poder enorme para cambiar hábitos de consumo. Campañas bien diseñadas pueden generar conciencia sobre los impactos de la moda rápida y promover alternativas sostenibles, influyendo en las decisiones de compra de millones de personas.



5. FOMENTAR EL CONSUMO RESPONSABLE:

Como consumidores, tenemos el poder de “votar con nuestra cartera”. Elegir marcas sostenibles y reducir nuestro consumo no solo beneficia al planeta, sino que también envía un mensaje claro a la industria: la sostenibilidad es una prioridad. La contaminación



6. FORTALECER LA COLABORACIÓN INTERSECTORIAL:

La unión entre el sector privado, el gobierno, la academia y la sociedad civil es esencial para escalar soluciones. Juntos, podemos crear un ecosistema de moda circular que beneficie a todos, desde los productores hasta los consumidores.



7. INTEGRAR LA ARTESANÍA LOCAL:

Las comunidades artesanales tienen mucho que aportar a la moda circular. Al incorporar sus técnicas y materiales naturales, no solo se preservan tradiciones, sino que se generan empleos y se promueven diseños únicos.



8. INCENTIVAR LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO:

Apoyar proyectos de investigación es crucial para descubrir nuevas formas de reciclaje y producción sostenible. Estas innovaciones, adaptadas a las necesidades de México, podrían revolucionar la industria y reducir significativamente su huella ambiental.



9. CREAR PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN:

Formar a diseñadores, productores y consumidores en prácticas circulares asegura que todos los actores de la industria estén alineados con los principios de sostenibilidad. Esto no solo mejora la calidad de los productos, sino que también fortalece la cadena de valor.

10. ESTABLECER MÉTRICAS DE IMPACTO

Medir el progreso hacia la circularidad es esencial para garantizar que las iniciativas cumplan con sus objetivos. Sistemas de transparencia y evaluación permitirán ajustar estrategias y demostrar el impacto real de estas acciones. Algunos ejemplos de KPIs que podrían utilizarse son: Porcentaje de materiales reciclados o reutilizados en la producción, reducción de residuos textiles, huella de carbono reducida, tasa de retorno de productos usados, participación del consumidor.



6. Sobre la autora

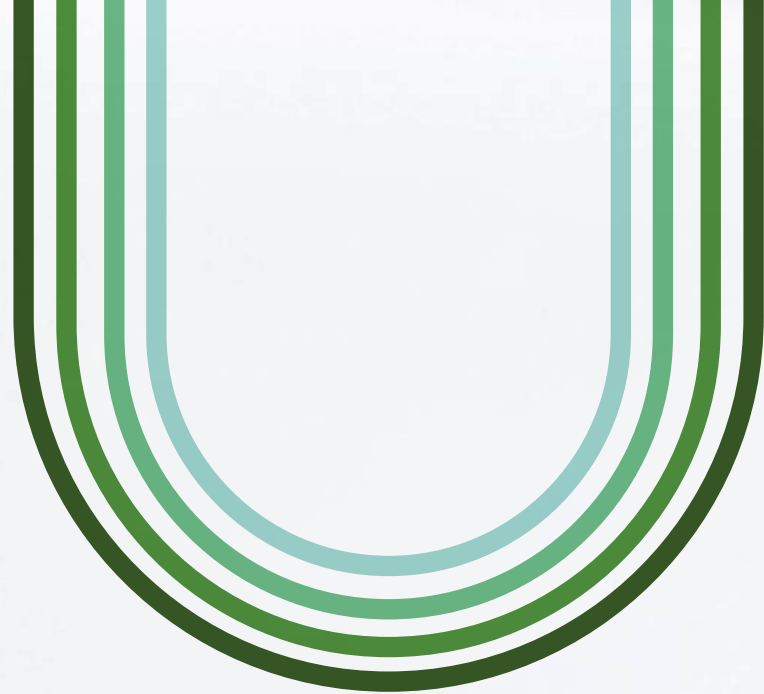
Mi nombre es

**Roxana Martínez
Arrambide,**

soy **emprendedora social** y **conferencista** enfocada en el poder de los negocios con propósito para resolver retos socioambientales. Fundé Kaia, una marca de moda sustentable que combina diseño, innovación e impacto social, demostrando que es posible crear moda con responsabilidad ambiental y compromiso comunitario. Además, como public speaker, comparto mi experiencia y visión sobre cómo las empresas sociales pueden ser motor de cambio para construir un futuro más justo y sostenible.

Este ensayo nace de mi convicción de que la economía circular no solo es una alternativa viable, sino una oportunidad única para transformar industrias, mejorar vidas y redefinir el papel de los negocios en la sociedad. Creo firmemente que México tiene todo el potencial para liderar este cambio y convertirse en un referente global en moda sostenible.

Si deseas conocer más sobre mi trabajo o conectar conmigo, puedes encontrarme en LinkedIn como Roxana Martínez Arrambide o en Instagram como Punto de Inflexión, donde comparto reflexiones, ideas y acciones para impulsar un impacto positivo en temas socioambientales.



Artículo 4

Estrategia **INTEGRAL** de **ECONOMÍA CIRCULAR** del Municipio de Querétaro



Antecedentes

El Instituto de Ecología y Cambio Climático del Municipio de Querétaro, actualmente Secretaría de Medio Ambiente, elaboró el **Programa de Economía Circular del Municipio de Querétaro 2022-2024**, cuyo objetivo es contribuir a la revitalización del territorio y evitar el desperdicio de recursos materiales, agua y energía involucrados en la fabricación de bienes de consumo. Para ello, busca prevenir que estos se conviertan en residuos y fomentar que, al final de su vida útil, regresen a los productores para ser reincorporados en nuevos productos o, si están hechos de materiales biológicos, se reintegren a la naturaleza. Todo esto, bajo un enfoque regenerativo, incluyente y respetuoso de los derechos humanos.

Actualmente, la Secretaría de Medio Ambiente elabora el **Programa Municipal de Protección al Ambiente**, a fin de dar cumplimiento al artículo 8, fracción XV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la cual establece que a los municipios les corresponde la formulación, ejecución y evaluación del programa municipal de protección al ambiente.

En este programa, se establecerá dentro de los ejes la **Estrategia Integral de Economía Circular**.

Descripción

Esta estrategia está orientada a transformar el modelo económico local hacia un esquema sostenible, eficiente y regenerativo. Se articula a través de la colaboración entre los sectores público, privado, académico y la sociedad civil, con el fin de implementar soluciones que promuevan tanto el desarrollo económico sostenible como la conservación del medio ambiente.

Avanzar hacia este nuevo modelo económico implica un cambio estructural en la manera en que se utilizan, producen y gestionan los recursos naturales, los productos y los servicios dentro de la economía del municipio. Esto incluye lo siguiente:



SOSTENIBILIDAD

Adoptar prácticas económicas que satisfagan las necesidades del presente sin comprometer los recursos de futuras generaciones. Esto implica reducir el impacto ambiental, minimizar la extracción de recursos naturales y garantizar el bienestar social y económico a largo plazo.



EFICIENCIA

Optimizar el uso de recursos, energía y materiales en todas las etapas de la economía local. Esto se traduce en producir más valor con menos recursos, reduciendo desperdicios y adoptando tecnologías e innovaciones que permitan procesos más limpios y efectivos.



REGENERACIÓN

Optimizar el uso de recursos, energía y materiales en todas las etapas de la economía local. Esto se traduce en producir más valor con menos recursos, reduciendo desperdicios y adoptando tecnologías e innovaciones que permitan procesos más limpios y efectivos.





En términos concretos, esta transformación significa:



Promover la sostenibilidad

local: Fomentar prácticas que reduzcan la generación de residuos y promuevan la reutilización, reparación y reciclaje de productos dentro de la comunidad, alineándose con los principios de la economía circular.



Impulsar la competitividad económica:

Fomentar la creación de nuevos modelos de negocio que se basen en la reutilización de materiales y productos, favoreciendo a las pequeñas y medianas empresas locales.



Fomentar la innovación y tecnología verde:

Impulsar la investigación, desarrollo y adopción de nuevas tecnologías que permitan una mayor eficiencia en el uso de recursos y mejor gestión de los materiales dentro de la economía circular.



Reducir la huella ambiental:

Disminuir la cantidad de residuos sólidos y la contaminación generada por actividades de competencia municipal, optimizando el uso de recursos naturales y la gestión de desechos.



Educar y sensibilizar a la comunidad:

Desarrollar campañas de concientización para la población sobre la importancia de adoptar prácticas de consumo responsable y las ventajas de la economía circular, promoviendo el cambio de hábitos en todos los sectores de la sociedad.



Fortalecer la colaboración público-privada:

Establecer alianzas entre el gobierno municipal, empresas, universidades y organizaciones sociales para crear un ecosistema que favorezca la transición hacia una economía circular.



Crear empleo verde:

Generar oportunidades de trabajo en sectores como reciclaje, reparación, innovación sostenible, y en la creación de nuevas infraestructuras para la reutilización y valorización de materiales.



Fortalecer la resiliencia urbana: Preparar a la ciudad para los retos del cambio climático, la escasez de recursos y la urbanización sostenible, creando un sistema más autónomo, eficiente y justo en términos económicos y sociales.



Mejorar la gestión de residuos y recursos:

Optimizar el sistema de recolección, clasificación y reciclaje de residuos en la ciudad, con especial énfasis en los residuos orgánicos, plásticos, electrónicos y textiles.



Cumplir con objetivos nacionales e internacionales:

Alinear las políticas y prácticas del municipio con las metas de sostenibilidad globales, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la Agenda 2030 y las políticas ambientales, tanto nacionales como estatales.



Objetivo general

Impulsar la transición del Municipio de Querétaro hacia un modelo de economía circular mediante la implementación de políticas y acciones que promuevan el uso eficiente de recursos, la prevención y gestión integral de residuos, la innovación sostenible y la participación ciudadana, contribuyendo al desarrollo económico, social y ambiental del municipio.

Colaboración

Esta estrategia se incluyó dentro del mecanismo propuesto por la Secretaría de Medio Ambiente a la Cadena Institucional 2024 del Sistema de Economía Circular en Querétaro, que promueve el Clúster Automotriz del Estado de Querétaro como modelo para lograr el cambio global de la economía lineal a una circular, en el que se ofrece un esquema de trabajo para incrementar la productividad, la competitividad y el desempeño ambiental de empresas mediante el desarrollo de capacidades para la implementación de proyectos de economía circular.





Categoría del mecanismo

La Estrategia Integral de Economía Circular del Municipio de Querétaro, se alinea con el **mecanismo administrativo y regulatorio**, porque la transición hacia un modelo de economía circular requiere de un entorno normativo sólido y de estructuras de cooperación que faciliten su implementación. A través de un marco legal actualizado, políticas innovadoras y la colaboración entre sectores, se podrán establecer condiciones óptimas para el aprovechamiento eficiente de recursos, la reducción de residuos y el desarrollo sostenible.

Flujo de materiales

La Estrategia Integral de Economía Circular del Municipio de Querétaro **busca transformar los sistemas de producción y consumo mediante la optimización de recursos, la reducción de residuos y la innovación en procesos productivos.**

A continuación, se detalla cómo se alinea con cada flujo de materiales prioritario y su justificación:



Flujo de materiales	Descripción	Justificación
Energía	Promover la transición hacia fuentes de energía renovable y el uso eficiente de la energía en el sector público y privado, para reducir la dependencia de combustibles fósiles y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.	La optimización en el uso de energía y la adopción de fuentes limpias permitirán reducir costos operativos, mejorar la competitividad local y contribuir a la mitigación del cambio climático.
Agua	Incentivar el uso eficiente del agua, la captación de agua pluvial y la implementación de tecnologías de ahorro hídrico en los diversos sectores.	Una gestión eficiente del agua garantiza la sostenibilidad del recurso, fundamental en un contexto de estrés hídrico, y mejora la resiliencia del municipio frente al cambio climático.

Flujo de materiales	Descripción	Justificación
Alimentos y biomasa	Fomentar la reducción del desperdicio de alimentos y el aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de compost, biogás y biofertilizantes.	La gestión adecuada de los residuos orgánicos disminuye la cantidad de desechos enviados al relleno sanitario y, por lo tanto, las emisiones de contaminantes, y contribuye a la generación de energía y fertilizantes.
Residuos sólidos y urbanos	Incentivar el uso eficiente del agua, la captación de agua pluvial y la implementación de tecnologías de ahorro hídrico en los diversos sectores.	Una gestión eficiente del agua garantiza la sostenibilidad del recurso, fundamental en un contexto de estrés hídrico, y mejora la resiliencia del municipio frente al cambio climático.
Envases y empaques	Reducir del uso de plásticos de un solo uso , promoviendo la transición hacia sistemas de retorno y reutilización de envases, o en su caso, el uso de materiales reutilizables y/o compostables.	Reducir el impacto ambiental de los envases y empaques, disminuye la contaminación por plásticos y mejora la eficiencia en el uso de recursos materiales, promoviendo hábitos de consumo responsable.
Materiales de construcción	Promover el uso de materiales reutilizados , así como la implementación de técnicas de construcción que minimicen residuos y optimicen recursos.	El sector de la construcción consume grandes cantidades de recursos. Implementar prácticas circulares, disminuye los residuos de obra, reduce la extracción de materias primas y contribuye a edificaciones más sostenibles.
Materiales textiles	Impulsar la reutilización, el reciclaje de textiles y la moda sostenible , promoviendo modelos de negocio de economía circular como el intercambio y la reparación.	La industria textil es altamente contaminante y genera grandes volúmenes de residuos. Un modelo circular reduce el impacto ambiental y fomenta la innovación en moda sostenible.
Materiales eléctricos y electrónicos	Establecer sistemas de recolección y reciclaje de residuos electrónicos , promoviendo la reparación, reacondicionamiento y recuperación de componentes para incorporarlos a nuevos procesos productivos.	Los residuos eléctricos y electrónicos contienen materiales peligrosos y recursos valiosos. Su correcta gestión evita la contaminación por sustancias tóxicas, permite la recuperación de materiales estratégicos y prolonga la vida útil de los productos electrónicos.

Impactos esperados

La Estrategia Integral de Economía Circular para el Municipio de Querétaro busca generar los siguientes impactos:



ECONÓMICOS

- Reducción de costos asociados a la gestión de residuos.
- Creación de nuevos empleos en sectores relacionados con la economía circular.
- Incremento en la competitividad y sostenibilidad de las empresas locales.



AMBIENTALES

- Disminución de la generación de residuos y contaminación ambiental.
- Conservación de recursos naturales mediante la extensión de la vida útil de los materiales.
- Regeneración de ecosistemas y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.



SOCIALES

- Mayor inclusión de comunidades vulnerables en actividades de economía circular.
- Fomento de una cultura ciudadana basada en el consumo responsable.
- Mejora de la calidad de vida a través de entornos más limpios y sostenibles.

ALINEACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

La Estrategia Integral de Economía Circular del Municipio de Querétaro se alinea con varios ODS de la Agenda 2030 de la ONU, como lo son:

ODS 3: Salud y bienestar

- Reduce la contaminación del aire, agua y suelo, disminuyendo riesgos para la salud.
- Mejora la gestión de residuos peligrosos y disminuye enfermedades relacionadas con la contaminación.

ODS 4: Educación de calidad

- Promueve la educación ambiental sobre economía circular en escuelas y universidades.
- Desarrolla programas de capacitación para empresas y ciudadanos en consumo responsable y gestión de residuos.

ODS 5: Igualdad de género

- Fomenta la inclusión de mujeres en empleos verdes y emprendimientos sostenibles.
- Genera oportunidades económicas para mujeres en sectores de reciclaje y economía circular.

ODS 6: Agua limpia y saneamiento

- Promueve el uso eficiente del agua y la captación de agua pluvial.

- Fomenta tecnologías para la reducción del consumo hídrico.

ODS 7: Energía asequible y no contaminante

- Impulsa la transición hacia energías renovables y eficiencia energética en la industria y el sector público.

ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico

- Genera empleos verdes en sectores como reciclaje, reparación y economía circular.
- Fomenta modelos de negocio sostenibles e innovadores.

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura

- Promueve la investigación y desarrollo de tecnologías limpias.
- Incentiva procesos productivos eficientes y sostenibles.

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles

- Mejora la gestión de residuos y reduce la contaminación.
- Aumenta la resiliencia urbana ante el cambio climático.

ODS 12: Producción y consumo responsables (principal)

- Reduce la generación de residuos y fomenta su reutilización y reciclaje.

- Promueve la economía circular en sectores clave (textiles, construcción, plásticos y electrónicos).

ODS 13: Acción por el clima

- Disminuye emisiones de gases de efecto invernadero mediante mejores prácticas en producción y consumo.
- Contribuye a la mitigación y adaptación al cambio climático.

ODS 14: Vida submarina

- Reduce la contaminación plástica que llega a cuerpos de agua y océanos.
- Impulsa prácticas de producción y consumo que minimicen la contaminación marina.

ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres

- Impulsa la regeneración de suelos y la reducción de contaminación ambiental.
- Protege la biodiversidad a través de modelos productivos sostenibles.

ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos

- Fomenta la colaboración entre gobierno, sector privado, academia y sociedad civil para impulsar la economía circular.
- Promueve el acceso a financiamiento y recursos internacionales para proyectos de sostenibilidad.

CUADERNO DE INVESTIGACIÓN DE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE

Número 1 / Mayo 2025

