



Cómo la bioeconomía circular es una solución integral para cuidar la casa en común

How the Circular Bioeconomy is an Integral Solution to Take Care of the House in Common

María Paula Muñoz

Biorgani
investigacion@biorgani.tech

Andrea Serra

Biorgani
media@biorgani.tech

Alexandra Rogozinski

Biorgani
alexandra@biorgani.tech

Resumen: Todas las religiones llaman a sus creyentes al cuidado de la naturaleza y la creación divina. La primera encíclica escrita por el papa Francisco en 2015 llamada *Laudato Si'* hace un llamado a cuidar la naturaleza y a una «conversión ecológica» para cuidar el planeta y a unos a otros. Por ello, es importante conocer y potenciar las tendencias e innovaciones sostenibles para asegurar el cuidado adecuado de «la casa en común». Para ello, el documento introduce la bioeconomía circular y los bioplásticos como soluciones sostenibles para ayudar a la sociedad a consumir y producir de manera sostenible, al igual que aclarar la terminología, conceptos y relación entre sí para establecer un contexto y lenguaje en común con los lectores. El documento se divide en tres secciones principales: 1) las tendencias globales de sostenibilidad, 2) la bioeconomía circular como concepto y solución integral a la producción y consumo sostenible, y 3) los bioplásticos como solución sostenible para la industria plástica y de empaques. Una bioeconomía es la base para la produc-

ción y consumo de productos hechos a base de materias primas biológicas y renovables. La bioeconomía en práctica incluye, además de los productos, todas las personas y empresas que buscan ser parte de su ciclo económico. Los productos que participan en la bioeconomía circular son caracterizados por sus atributos sostenibles. Por último, se discute el efecto que tienen diferentes industrias e individuos con respecto a la huella ambiental, y cómo disminuirlos es parte de nuestro compromiso con la «ciudadanía ecológica» que recalca papa Francisco en *Laudato Si'*.

Palabras clave: *Laudato Si'*, bioeconomía circular, bioplásticos, sostenibilidad, consumo sostenible, huella ambiental

Abstract: All religions call their believers to care for nature and the divine creation. *Laudato Si'*, the first encyclical written by Pope Francis in 2015, invites us to care for nature and for an “ecological conversion” to care for the planet and each other. This is why it’s important to understand and promote sustainable trends and green innovation to ensure we are taking good care of “our collective home”. This is why the document introduces the circular bioeconomy and bioplastics as sustainable consumption and production solutions, as well as to clarify these terms, concepts and the relationship between each other so as to establish a common context and language with our readers. The document is divided into three main sections: 1) global sustainability trends, 2) circular bioeconomy as a concept and integral solution to sustainable production and consumption, and 3) bioplastics as a sustainable solution for the plastic and packaging industry. A bioeconomy is based on the use and consumption of products made from renewable biological raw materials. The bioeconomy in practice includes, in addition to products, all the people and companies that seek to be part of its economic cycle. The products and actors that participate in the circular bioeconomy are characterized by their sustainable attributes. Finally, the effect that different industries and individuals have on the environment, known as the “environmental footprint”, is discussed, and a list of recommendations on how to reduce the environmental footprint is also included as part of the commitment to the “ecological citizenship” that Pope Francis highlights in *Laudato Si'*.

Keywords: *Laudato Si'*, circular bioeconomy, bioplastics, sustainability, sustainable consumption, environmental footprint

La sostenibilidad se define como «Un desarrollo todo incluido destinado a sostener los recursos humanos y naturales relevantes necesarios para el desarrollo social, progreso ambiental y económico de las actuales y próximas generaciones» Demisse et ál., en Journal of Cleaner Production (2019)

INTRODUCCIÓN

Todas las religiones recalcan cómo la naturaleza es un acto de divinidad, y por ende, debe ser tratada como tal (Naciones Unidas: Programa de Ambiente, s. f.). El cuidado de la creación —el planeta y unos a otros— ha sido parte de las enseñanzas de la fe cristiana, judía, musulmana, budista, hindú, entre otras. Cada una de las religiones cuenta con temáticas similares en materia de ética ecológica, las cuales llaman a sus creyentes a cuidar de la creación.

San Francisco de Asís es uno de los santos católicos más conocidos y admirados por su amor por la naturaleza en la fe católica. En 1979, el santo papa Juan Pablo II proclamó a san Francisco como «el patrono celestial de los que promueven la ecología». (Carta Apostólica Inter Sanctos, 1979). El ejemplo de vida de san Francisco demuestra que la mejor manera de alcanzar una paz perdurable es cuando vivimos nuestra vida como parte de la creación, no cuando vivimos para dominar o destruir la creación. El santo papa Juan Pablo II indicó que san Francisco de Asís:

se ofrece a los cristianos un ejemplo de respeto genuino y profundo de la integridad de la creación. Como amigo de los pobres que fue amado por las criaturas de Dios, San Francisco invita a toda la creación: animales, plantas, fuerzas naturales, incluso Hermano Sol y Hermana Luna, para dar honor y alabanza al Señor. El pobre de Asís nos da testimonio de la atención que cuando estamos en paz con Dios somos más capaces de dedicarnos a la construcción de la paz con toda la creación que es inseparable de la paz entre todos los pueblos. (Juan Pablo II, 1990)

«Laudato sí, mi' Signore» — «Alabado seas, mi Señor», cantaba san Francisco de Asís. En ese hermoso cántico nos recordaba que nuestra casa común es también como una hermana, con la cual compartimos la existencia, y como una madre bella que nos acoge entre sus brazos: «Alabado seas, mi Señor, por la hermana nuestra madre tierra, la cual nos sustenta, y gobierna y produce diversos frutos con coloridas flores y hierba»

Laudato Sí fue la primera encíclica de alto nivel de enseñanza de la Iglesia dirigida al cuidado de la naturaleza. *Laudato Sí* fue presentada en 2015 y se convirtió en la primera encíclica escrita de inicio a final por el papa Francisco (papa Francisco, 2015). *Laudato Sí* resalta cómo el planeta Tierra es la casa en común de todos los seres humanos, animales y plantas, y como habitantes de la casa en común, hace el llamado a cuidar la naturaleza y a una «conversión ecológica» a través de cambios de estilo de vida y sociedad al repensar nuestros hábitos de consumo, producción y cómo nos cuidamos unos a otros. También

genera un sentido de urgencia sobre las acciones que debemos tomar para prevenir la degradación ambiental y el cambio climático (Lobos, 2019).

El objetivo de este documento es brindar una introducción sobre la bioeconomía circular y los bioplásticos, al igual que aclarar la terminología, conceptos y relación entre sí para establecer un contexto y lenguaje en común con nuestros lectores.

El documento se divide en tres secciones principales:

1. Tendencias globales: el documento inicia con la introducción de las tendencias mundiales que giran en torno al cambio climático y la contaminación causada por los desechos plásticos. Recalamos la importancia de la agenda del Acuerdo de París y el establecimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por las Naciones Unidas. Estas sirven para alinear los esfuerzos de la comunidad internacional hacia diecisiete objetivos universales y alcanzar su agenda de desarrollo sostenible para el 2030 para mitigar el cambio climático. Un tema importante en tendencias mundiales también es el rol de los medios de comunicación en el consumo ecológico y entender cómo se comportan los consumidores actualmente ante los problemas ambientales que se tienen a nivel global.

2. La bioeconomía circular: se explica el concepto y por qué es el primer paso para un sistema sostenible y se especifica su relación con los bioplásticos (qué son, cómo nacen y cómo mueren) así como la definición de terminología importante dentro de los bioplásticos. Se explican detalladamente los procesos de biodegradación y compostaje (industrial y de casa), así como los beneficios que trae el utilizar productos biobasados, biodegradables o compostables.

A. Tendencias mundiales

El Acuerdo de París y la ONU se unen al llamado global para la reducción de la producción y consumo de plástico

1. El cambio climático: nuestra principal amenaza

Actualmente, el cambio climático representa uno de los mayores retos globales. El cambio climático es debido a la alteración de la composición de la atmósfera global, y que va más allá de la variabilidad climática natural. Se manifiesta en la elevación de la temperatura promedio de la superficie de la tierra a consecuencia de la acumulación de los gases de efecto invernadero en la atmósfera (FAO, 2019).

Los gases de efecto invernadero están compuestos principalmente de dióxido de carbono provenientes (en su mayoría) de la combustión de combustibles fósiles y la quema de bosques. También provienen del metano generado principalmente por ganadería, agricultura, degradación de plásticos y etileno, que recientemente se descubrió que también se genera por la degradación de plásticos (OMS, 2018).

Según Royer et al. (2018) la degradación del plástico es una poderosa fuente de gases de efecto invernadero (mayor causa del cambio climático). Ellos demostraron que los plásticos al degradarse emiten metano y etileno (dos gases que afectan en gran cantidad al efecto invernadero). El efecto invernadero es de las mayores causas por las que se da el cambio climático, por ende los plásticos ayudan al aumento de la temperatura en la superficie del planeta. Estas emisiones se dan cuando los plásticos están expuestos a radiación solar, ya sea en agua o en aire (donde la tasa de emisión es más grande). El programa para el medio ambiente de las Naciones Unidas del 2018 menciona que, gracias a este artículo, ahora se tienen razones más fuertes para combatir la contaminación por plásticos a nivel global.

2. Acuerdos y objetivos internacionales de desarrollo sostenible para luchar contra el cambio climático

Para combatir los riesgos del cambio climático y mitigación de gases de efecto invernadero, las Naciones Unidas (ONU) se han reunido con los líderes mundiales para trazar acuerdos a nivel internacional. En el Acuerdo de París del 2015, países se comprometen a realizar acciones para asegurar que la mitigación del cambio climático se convierta en un objetivo prioritario universal.

El Acuerdo de París invita a todos los países a unirse detrás de una causa en común: combatir el cambio climático para prevenir los grandes riesgos del aumento de la temperatura global que se ha ido incrementando desde los inicios de la revolución industrial. Una de las mayores preocupaciones es la cantidad de desechos plásticos que se vierte en océanos y otros ecosistemas anualmente. Es por esto por lo que la innovación y migración hacia los productos biobasados, como los bioplásticos, responden a los esfuerzos solicitados por el Acuerdo de París.

La ONU surgió en 1945 tras la Segunda Guerra Mundial con la prioridad de mantener la paz y la seguridad internacional. Su prioridad era «lograr la cooperación internacional en la solución de los problemas de carácter económico, social, cultural o humanitario y en el desarrollo y estímulo del

respeto a los derechos humanos y las libertades fundamentales de todos, sin distinción por motivos de raza, sexo, idioma o religión».

En el 2000, la ONU propuso los primeros objetivos internacionales universales para el desarrollo humano llamados «Los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)» para alcanzar para el 2015. Con el tiempo, a pesar de que mejorar el bienestar de las personas sigue siendo de sus principales objetivos, esas prioridades han ido cambiando. En la actualidad, los países que forman parte de la ONU han ajustado su enfoque para incorporar una estrategia más integral de sostenibilidad que evidencia la relación entre el desarrollo humano y el cuidado del medio ambiente, a lo que se le denomina desarrollo sostenible. El objetivo es que fomente prosperidad, oportunidades económicas, bienestar social y protección del medio ambiente, ya que es el mejor camino para mejorar la vida de la población a nivel global (ONU, s. f.). Demssie et ál. (2019) definen la sostenibilidad como «Un desarrollo todo incluido destinado a sostener los recursos humanos y naturales relevantes necesarios para el desarrollo social, progreso ambiental y económico de las actuales y próximas generaciones». La palabra «sostenible» también se refiere a la participación de la tecnología y los productos naturales de una manera que no dañe el medio ambiente.

El 25 de septiembre del 2015, la ONU junto a líderes mundiales adoptaron una nueva serie de diecisiete objetivos e indicadores globales en torno al desarrollo sostenible llamado «Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)» para el 2030. Estos objetivos globales se enfocan en erradicar la pobreza, proteger al planeta y asegurar la prosperidad para todos por parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible.

«Atribuimos la mayor emisión de gases de efecto invernadero a la fotodegradación del plástico, así como a la formación de la capa superficial de plásticos que se forman en las grandes masas de agua. También, a su vez las fracturas y microfracturas que se producen en ellos» declara Sarah-Jeanne Royer —parte del Centro de Oceanografía Microbiana del SOEST— en el comunicado de prensa emitido por la Universidad de Hawái.

En el 2020, la ONU tiene contemplado realizar una conferencia enfocada en el ODS #14: «Vida Submarina: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible» en Lisboa, Portugal, que hablará sobre cómo los plásticos constituyen entre un 60 %-80 % de todos los desechos que contaminan el océano. Por el momento, debido a la pandemia del COVID-19, no se ha puesto fecha para la realización de esta conferencia. Se estima que, anualmente, entran 8 millones de toneladas de plásticos al mar, lo cual imposibilita cumplir este objetivo para la agenda

2030 si no tomamos medidas drásticas. Para enfrentar este serio problema de contaminación marítima causado por los desechos plásticos, la ONU invita la colaboración internacional a buscar y escalar soluciones sostenibles e innovadoras como lo son el desarrollo y el uso de bioplásticos.

«Ya es hora de que encaremos el problema del plástico que arruina nuestros océanos». -Erik Solheim, director ejecutivo del PNUMA.

3. El rol de los medios de comunicación en la creación de conciencia verde en los consumidores

Los medios de comunicación tienen una gran capacidad de influir la opinión pública y patrones de consumo masivo. Las redes sociales representan una de las herramientas más efectivas en promover nuevos productos y tendencias de consumo. Por ello, es esencial que los medios apoyen a sus audiencias a generar criterio y conciencia sobre los impactos socioambientales de sus hábitos de consumo.

La preocupación por el cuidado del medio ambiente ha aumentado en las últimas décadas, y por ello, se ha desarrollado un grupo de consumidores más conscientes a nivel global. Este tipo de consumidores, particularmente *millennials*, están causando que las empresas apliquen nuevas técnicas de mercadeo para entender y responder a las necesidades de este tipo de consumidores. Por ejemplo, ahora hay una gran cantidad de consumidores que consideran el empaque como un influenciador en la decisión de compra de algún producto y no tanto el precio.

El estudio de mercado del Consejo de Productos Biobasados (Plant-Based Products Council) del 2018 sobre la actitud de los *millennials* ante los bioplásticos mostró que al 55 % de los encuestados les preocupa el medio ambiente más que otras problemáticas globales como: la inmigración, la nutrición, la desigualdad, entre otros. En las encuestas también se vio que un 48 % de los *millennials* encuestados se sienten más culpables por la cantidad de plástico que utilizan a comparación de un 24 % de los encuestados que se sentían culpables de no darle su lugar a una persona anciana. El 56 % de ellos están dispuestos a utilizar alternativas sostenibles y aprender de ellas. El 77 % de ellos con poca información sobre bioplásticos (de qué están hechos y cómo mueren) cambiarían a utilizar bioplásticos en vez de plástico convencional. Esto significa que el precio ya no es el factor determinante de su decisión de compra, sino más bien el demostrarles que su consumo de un producto o servicio ayudará al medio ambiente. Asimismo, esta tendencia de consumo consciente se vuelve una tendencia similar en otras generaciones de

consumidores, quienes también están optando por soluciones ecoamigables gracias a la influencia de *millennials*.

Un estudio de Deloitte (2019) sobre una encuesta realizada a *millennials* sobre distintos temas globales dice que los *millennials* también consideran que las empresas deberían de priorizar el mejorar y proteger el medio ambiente. En la encuesta que hicieron se muestra que el 27 % de los *millennials* encuestados creen que las empresas deberían de lograr esto mientras que el 12 % creen que lo logran. También se encontró que un 42 % de los *millennials* empiezan a depender en relaciones de negocios porque perciben que estas empresas poseen servicios o productos que tienen impacto positivo en el ambiente y la sociedad.

En 2019, el Foro Económico Mundial (World Economic Forum) en su nuevo reporte *Las 10 mejores tecnologías emergentes 2019* destacan las diez tecnologías que tendrán un impacto económico y social en el futuro. Los plásticos biobasados en conjunto con la economía circular es la tecnología emergente más importante según este reporte. Se menciona que los bioplásticos podrán aliviar problemas como el mal manejo de desechos, contaminación por plásticos, entre otros; lo cual contribuye al objetivo propuesto por la economía circular en el que los plásticos son biobasados y al morir se convierten de nuevo en biomasa.

La Fundación de Ellen MacArthur propone un enfoque que va más allá que las tendencias de consumo. Una sinergia entre materiales renovables y un uso extendido de ellos logra crear una bioeconomía circular; un ecosistema que promueve un ecosistema y cadenas de valor conscientes y prácticas.

B. Tendencias locales

1. Prohibición del uso de plástico

En el 2019, el Gobierno de Guatemala anunció la creación del Acuerdo Gubernativo 189-2019 que prohíbe la distribución y el uso bolsas y otros productos de plástico convencional. Esta acción por parte del gobierno demostró una promesa para unirse a la protección del medio ambiente, y dio un plazo de dos años para adaptarse a esta nueva medida. Según el artículo 2 de este acuerdo, esto significa que este septiembre de 2021, todas las personas «individuales o jurídicas que utilicen los productos indicados (...) los sustituyan, en forma definitiva, por otros artículos o insumos elaborados con material compostable que cumpla con la normativa de la Unión Europea» (EFE,

2019). El acuerdo restringe el uso de plásticos como pajillas, platos y vasos, contenedores para almacenar alimentos y hasta del poliestireno expandido (duroport). La única excepción serán aquellos productos de plástico «para fines médicos o terapéuticos» (Rodríguez y Armendis, 2019).

C. Bioeconomía circular

1. Bioeconomía: Un primer paso para un sistema sostenible

Una bioeconomía es la base para los productos hechos de una materia prima biológica renovable. La bioeconomía en práctica incluye, además de los productos, todas las personas y empresas que buscan ser parte de su ciclo económico. Desde los agricultores, científicos e ingenieros que crean el producto hasta las empresas y los consumidores que interactúan en una comercialización. Si la industria global logra enfocar una práctica más sostenible, se pueden llegar a evidenciar beneficios económicos, ambientales y sociales.

2. Bioeconomía circular: El siguiente paso

En el 2018, la Comisión Europea definió la economía circular como el espacio económico en el cual el valor de los productos materiales y recursos se mantiene el mayor tiempo posible dentro de la economía. Una bioeconomía circular busca una práctica simbiótica de una economía circular y una bioeconomía. Para lograrlo se requiere una vista sostenible de todos los puntos de una economía circular. Primero, se motiva el uso primario de recursos renovables para temas de energía, químicos y materiales. Después, al momento de uso, los productos y materiales que idealmente son sostenibles se deben usar por un periodo extendido de tiempo, en lugar de desecharlos. En lugar de convertirse en basura y contaminación, los productos y materiales son reusados, reutilizados o reciclados. Un ejemplo sencillo es el compost: donde el desecho de alimentos se redirige a un sistema de compost y se convierten en abono y alimento para el suelo. La bioeconomía circular incluye productos de base biológica, uso en cascada, utilización de residuo orgánico, cadenas de valor de recursos eficientes, entre otros.

Es importante resaltar que una economía circular y una bioeconomía son espacios distintos; la bioeconomía circular estudia los espacios en común. Sectores como cosméticos, higiene y energía son puntos muertos dentro de una economía circular, pues no se prestan para ser reusados o reciclados. De la misma manera, ciertas partes del sectores de materiales sí permite que se practique una economía circular, pero los mismos productos no tienen lugar en

una bioeconomía. Por esto mismo se debe aspirar a una bioeconomía circular, donde se extiende y mantiene el valor de los recursos sostenibles involucrados.

La Figura 1 ilustra cómo las distintas partes de una economía circular logran interactuar con las prácticas de una bioeconomía.

Bioeconomía: más que economía circular

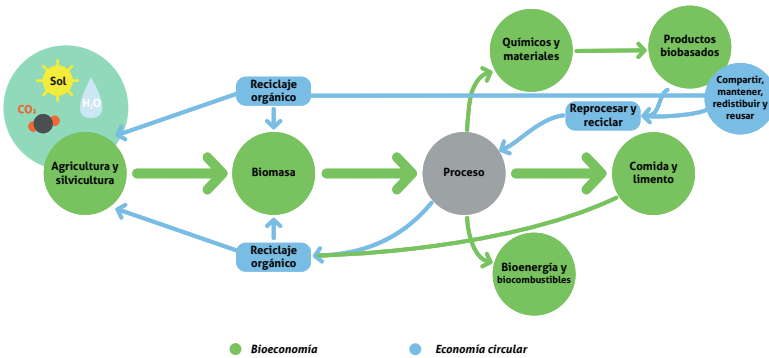


Figura 1: Bioeconomía circular. Fuente: Biorgani

3. Bioeconomía circular en economías emergentes

Al reconocer la necesidad de aspirar y buscar bioeconomías circulares, tiende a surgir la duda: ¿cómo lo logramos? Comenzando con un análisis de la economía actual, e identificando las fuentes de materia biológica renovable que se pueda utilizar como base del consumo. Resulta que en economías emergentes, donde la industria agronómica es uno de los patrocinadores del consumo, hay abundante cantidad de desechos orgánicos (alta oferta); facilitan la rentabilidad (bajos precios) de proyectos que implementen el uso de materiales biológicos renovables y desechos orgánicos. Estos proyectos iniciales son la chispa que facilita una bioeconomía circular, pues la práctica se vuelve atractiva. Países de economías emergentes tienen una fuerte industria agrónoma, la iniciativa de implementación tecnológica, y una ventaja comparativa en la implementación de bioeconomías circulares.

4. Acción empresarial: bioeconomía circular

El ciclo de vida lineal ha vivido como una norma empresarial en la mayoría de las compañías por muchos años, lo cual significa que el paso hacia una economía más sostenible siempre viene rodeado de dudas y falta de conocimiento. La bioeconomía circular no significa inmediatamente una pérdida de ingresos,

sino un cambio central para seguir generando ingresos a un plazo más largo, ya que la disponibilidad de recursos será más grande y menos requerida. La competitividad entre empresas o economías internacionales no tendrá que disminuir, sino solo seguir agregando para seguir cumpliendo los objetivos de la Responsabilidad Social Empresarial (The Ellen MacArthur Foundation, s. f.). Empresas tendrán que tomar en cuenta estos siguientes pasos que presentó el Circular Economy Business Forum para lograr incluir estas prácticas y seguir encontrando oportunidades en el mercado:

1. Riesgos. Identifica los riesgos asociados a una economía lineal — riesgos de mercado, operacionales, regulatorios y de negocio— y las fortalezas y oportunidades de la economía circular para tu sector y organización.

2. Compromiso. El compromiso interno ha de visibilizarse desde el máximo nivel de la organización y de forma externa para que quede patente que la organización tiene la voluntad de contribuir con un desarrollo sostenible, en general, y la economía circular en particular.

3. Planificación. Es el momento de planificar cómo se va a llevar a cabo dicho cambio, permitiendo escalar la visión circular a toda la organización y proveedores. Existen distintas aproximaciones para que las empresas se alineen con un modelo de economía circular, que van desde la innovación de productos y servicios existentes, hasta la integración de nuevos modelos de negocio.

4. Aliados. Una organización comprometida con el cambio de modelo requerirá el apoyo y la involucración de todos los departamentos: producción, marketing, innovación, responsabilidad social corporativa, financiero y compras, fundamentalmente. Y no solo eso, sino que será necesario trabajar conjuntamente con toda la cadena de suministro.

5. Medición. La medición del progreso y seguimiento de las acciones vinculadas con la transición hacia un modelo de economía circular es clave para asegurar su eficacia, justificar el compromiso e incrementar la ambición en la acción empresarial.

6. Comunicación. La comunicación externa de las acciones vinculadas con la sostenibilidad en general, y con la economía circular en particular, son un elemento clave de gestión empresarial. La comunicación interna también juega un papel crucial a la hora de involucrar a las personas que componen la organización.

5. El reciclaje y sus limitaciones: la economía circular

El reciclaje es una práctica que se está utilizando a nivel global para combatir la acumulación de desechos en el mundo. Esta práctica va alineada a las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y con el Acuerdo de París para reducir la contaminación por plástico a nivel global para la agenda 2030. A pesar de que es una práctica clave en el ecologismo, el reciclaje por sí solo no es suficiente. En el mundo se producen alrededor de 250 millones de toneladas de plásticos al año y únicamente se reciclan del 5 % al 9 % de ese total de plástico producido. Además, muchos productos «reciclables» no se reciclan una vez alcanzan el punto de separación y procesamiento, ya que poseen contaminación por alimentos. Esto se da principalmente en plásticos que se utilizan para almacenar alimentos (Consejo de Productos Biobasados, 2020). Actualmente el 95 % del valor del plástico para empaque (80-120 millones de dólares) se pierde en la economía después del primer uso. Únicamente el 14 % de los envases de plástico es recolectado para reciclaje, de ese porcentaje solo el 5 % es utilizado para otros productos de menor valor. Estos productos que son hechos de material ya reciclado ya no son reciclables después de su uso. El reciclaje de plástico es aún más bajo que el del plástico para empaque y en general más bajo que el reciclaje en otras industrias. Por ejemplo, el 58 % del papel y el 70-90 % del acero producido es reciclado (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Los productos biobasados están diseñados para ser compostables, por lo que estos materiales pueden ayudar a reducir la carga del manejo de desechos, del reciclaje y de la contaminación por alimentos en ellos. Por lo que garantizan que en vez convertirse en más desecho en los ecosistemas estos se volverían compost que enriquece el suelo. Esto apoya la economía circular en los sectores del plástico, enfocándose más en el empaque plástico. The New Plastics Economy apoya el que los productos se basen en la economía circular para ayudar a reducir la contaminación por plásticos en el mundo. Esto establece una entrega de mejores resultados económicos y ambientales en todos los sistemas, y crea una economía efectiva de plásticos después de su uso (World Economic Forum, 2016). Según Ecoembes (2019) España, los envases plásticos tuvieron una tasa de reciclado del 75.8 %. Según Eurostat (2019), la Unión Europea estima que se recicló un 42 % del plástico para empaque en 2017, donde la tasa de reciclaje de plástico más alta la tuvo Lituania con un 74 %, luego Bulgaria con un 65 % y Eslovenia con un 60 %. En Latinoamérica es difícil reciclar ya que se posee baja infraestructura y financiamiento para la realización de estos procesos.

Dentro del sistema de bioeconomía circular se pueden ver soluciones que se presten a una práctica positiva. Una de ellas son los bioplásticos; polímeros que utilizan materiales sostenibles y de los cuales su desecho no causa daño en el ambiente; lo cual permite un sistema repetible y virtuoso.

D. El impacto de COVID-19 en el sistema de gestión de residuos y bioeconomía circular

1. Incremento de desechos plásticos durante COVID-19

Con la aparición del COVID-19 en el 2019 llegaron nuevas medidas sanitarias y de seguridad. Entre ellas, plásticos de un solo uso, que se han vuelto fundamentales para la sociedad en cuanto a mantener el menor contacto físico posible. El consumo de plásticos de un solo uso se ha incrementado más que todo en dos áreas principales: el departamento de salud y en la compra de productos a domicilio (Duer, 2020).

Aun con todo el esfuerzo entre organizaciones y gobiernos en un pasado, el desecho de plásticos convencionales ya era «una fuente de preocupación mundial». Ahora, la pandemia amenaza con incluso revertir todos los esfuerzos realizados en años anteriores. Con una cantidad alarmante de desechos médicos como guantes, mascarillas quirúrgicas, empaques de medicamentos usados o vencidos, la consultora Frost & Sullivan predice que Estados Unidos podría generar el equivalente a todo un año de estos desechos médicos en apenas dos meses debido a la pandemia. Por otro lado, para «facilitar el cumplimiento» de las reglas de distanciamiento físico, los plásticos convencionales han sido vitales para hacer posibles entregas a domicilio de diferentes productos, especialmente la comida (Duer, 2020).

Es por estas mismas reglas de distanciamiento físico que los sistemas de gestión de residuos no han podido funcionar correctamente, aunque sean ahora aún más necesarios. La ONU ha solicitado a los gobiernos para «considerar la gestión de residuos un servicio público urgente y esencial en el marco de la pandemia del COVID-19» (Duer, 2020).

2. Lo que piensan los consumidores de Estados Unidos sobre los envases sostenibles como alternativa al plástico convencional

McKinsey & Company (2020) realizó una encuesta con consumidores de los Estados Unidos sobre empaques sostenibles, principalmente debido a la

situación actual de COVID-19 y cómo eso está afectando la forma en que las personas perciben diferentes tipos de empaque. Completaron tres hallazgos importantes en los que vieron que:

1. El 60-70 % de los consumidores pagarían más por envases sostenibles.
2. El 52 % de los encuestados dijo que compraría más productos que vinieran en empaques sostenibles si fueran más económicos que los empaques de plástico convencional.
3. El 36 % de los encuestados compraría productos sostenibles si estuvieran más disponibles en las tiendas y mejor etiquetados (que indiquen que son un producto ecológico certificado).

Esta encuesta también mostró qué tipo de empaque sostenible esperan ver los consumidores en tiendas. Esperan que más empaques sean reciclables o compostables. Esperan ver envases más sostenibles en diferentes industrias, como bebidas, perecederos, productos lácteos, alimentos congelados, productos para mascotas y productos para el hogar (McKinsey & Company, 2020). Los consumidores quieren empaques ecológicos, pero que además de eso también tomen medidas higiénicas debido a la pandemia.

3. Tendencias de empaques sostenibles hacia la bioeconomía circular

En los últimos años los empaques primarios y secundarios han ido transicionando a ser más sostenibles siguiendo la economía circular y ahora la bioeconomía circular. Las seis tendencias de empaques sostenibles son: el rediseño de empaques, incrementar el uso de material reciclado, el reemplazo del plástico convencional por bioplásticos, la sustitución del plástico convencional por papel, reducir el uso de empaques en los productos y los monomateriales.

El rediseño del empaque se puede manejar de diferentes maneras dependiendo de cuáles sean las necesidades, producción o el objetivo final de las empresas. También es necesario enfocarse en el inicio y fin de vida de los productos para lograr una bioeconomía circular. Es importante ver qué materiales se utilizan y si se pueden utilizar menos, y uno de los puntos clave para lograr esto es conocer el flujo de la cadena de suministro de sus productos (Sustainable Packaging Coalition, 2006; Sustainable Packaging Coalition, 2019).

El rediseño de empaques se divide en tres aspectos importantes los cuales son: el diseño del empaque para fin de vida de reciclaje, diseñarlo para

que pueda ser reutilizado y el aligeramiento de los empaques. También se está utilizando menos empaque y menos material para un producto, se está colocando únicamente el empaque necesario para mantener en buena calidad el producto sin necesidad de tener extras que puedan afectar el medio ambiente o no poseer un fin de vida adecuado (Sustainable Packaging Coalition, 2006; Sustainable Packaging Coalition, 2019; Ecoembes, 2017).

Así como se está diseñando para un fin de vida dentro de la bioeconomía circular, también se están rediseñando los productos desde la fuente de los materiales utilizados. Las opciones basadas en plantas están incursionando rápidamente en el mundo del empaque de productos. Debido a eso los bioplásticos han venido a revolucionar los materiales que se pueden utilizar para reemplazar al plástico, así como un fin de vida que cierra el círculo. Los bioplásticos al venir de fuentes renovables (biobasadas: a base de plantas) apoyan a la disminución de huella de carbono y a dar un fin de vida de biodegradación y compostabilidad, así como recuperación energética. Los bioplásticos poseen propiedades muy similares a las del plástico proveniente de fuentes fósiles, por lo que hacer el cambio en los empaques es más fácil, ya que se cumplen con los mismos requisitos que daban los empaques hechos de otros materiales. Así que no solo da los mismos beneficios, sino que también es amigable con el medio ambiente y posee un ciclo de vida sostenible de principio a fin (Biorgani, s. f.)

También para lograr una circularidad se están utilizando otros métodos de empaque como la sustitución del plástico convencional por papel o cartón, así como el uso de monomateriales para lograr un fin de vida más adecuado y factible para los distintos países a los que llegan los productos (Sustainable Packaging Coalition, 2019).

«Si no se puede reducir, reutilizar, reparar, reconstruir, reacondicionar, recabar, revender, reciclar o convertir en abono, entonces debe restringirse, rediseñarse o retirarse de la producción». — Pete Seeger, cantante de música folclórica y activista social

E. Los bioplásticos: solución sostenible para la industria plástica y de empaques

Los bioplásticos no son un único material, sino que son varios tipos de materiales dentro de esta categoría. Se les puede llamar bioplásticos a los materiales biobasados, biodegradables o que poseen ambas características. Los bioplásticos están revolucionando la industria de los plásticos, ya que estos son una solución más sostenible ante los grandes problemas de contaminación que la industria de los plásticos ha causado. Existen varias ventajas de los

bioplásticos, las más importantes son: ya no se utiliza el petróleo, sino que se utiliza biomasa (la cual se biodegrada de manera más amigable con el ambiente) al final de su ciclo causa menos contaminación y reducción de la huella de carbono y gases de efecto invernadero.

1. ¿Qué es sostenibilidad?

Sostenible se refiere a la participación de la tecnología y los productos naturales de una manera que no dañe el medio ambiente. La biomasa gestionada adecuadamente es un recurso sostenible. Esto significa que cada producto hecho de biomasa renovable es, por lo tanto, un «producto sostenible». Varios factores influyen en la sostenibilidad ambiental: la composición de un producto, cómo se obtiene y qué sucede cuando el producto llega al final de su vida útil. Todos estos factores deben considerarse, pero comenzar con un recurso renovable como la biomasa es un excelente primer paso para mejorar la sostenibilidad.

2. ¿Qué es renovable?

Un recurso renovable se refiere a un material natural que se reemplaza de forma natural o se controla cuidadosamente y, por lo tanto, puede usarse sin el riesgo de terminarlo todo. Con la ayuda del agua, la luz solar y el dióxido de carbono en el aire, la biomasa generalmente se cultiva en granjas o plantaciones. Después de que madura y se cosecha, se puede cultivar más a través de procesos biológicos naturales, lo que asegura que, cuando se maneja adecuadamente la biomasa, no se agota permanentemente. Al obtener más productos de plantas, damos el primer paso hacia una economía circular más eficiente que funcione con la naturaleza.

3. ¿Qué es biodegradable?

Según TUV Austria, la biodegradación se da por microorganismos que atacan el material que está en proceso de biodegradación. Los microorganismos responsables de la degradación del bioplástico dependen del entorno en el que se encuentran (temperatura, humedad, pH, cantidad de oxígeno, etc.). La biodegradación es un proceso químico en el que los materiales se metabolizan a CO₂, agua y biomasa con la ayuda de microorganismos. El proceso de biodegradación depende de las condiciones (por ejemplo, ubicación, temperatura, humedad, presencia de microorganismos, etc.) del entorno específico (planta de compostaje industrial, compost de jardín, suelo, agua, etc.) y del material o aplicación en sí. En consecuencia, el proceso y su

resultado pueden variar considerablemente. El uso de productos plásticos biodegradables y compostables aumenta las opciones de fin de vida útil.

4. ¿Qué es compostable?

La compostabilidad es un beneficio claro cuando los artículos de plástico se mezclan con desechos biológicos. En estas condiciones, el reciclaje mecánico no es factible ni para plásticos ni para residuos biológicos. El uso de plásticos compostables hace que los desechos mezclados sean aptos para el reciclaje orgánico (compostaje industrial y digestión anaeróbica), lo que permite el cambio de la recuperación al reciclaje (una opción de tratamiento que ocupa un lugar más alto en la jerarquía de desechos). De esta manera, los desechos biológicos se desvían de otras corrientes de reciclaje o vertederos y facilitan la recolección por separado, lo que resulta en la creación de compost más valioso.

También es un medio de recuperación de materia orgánica en compost casero, que se puede utilizar para mejorar el suelo o como fertilizante. En general, se pueden distinguir dos tipos de compostaje: compostaje industrial y compostaje doméstico.

Uno de los mayores desafíos ambientales de la actualidad es la falta de conocimiento del consumidor sobre cómo evaluar si un producto (y su empaque) son verdaderamente sostenibles. La mayor adopción de materiales compostables de origen vegetal en envases, artículos de servicio de alimentos y otros productos, en lugar de los materiales plásticos tradicionales, puede generar beneficios ambientales y económicos generalizados. La Figura 2 describe el proceso de compostaje y sus beneficios.

El compost aumenta la sostenibilidad al crear flujos circulares económicos y materiales. Un factor para determinar la sostenibilidad es el final de la vida del producto. Los productos que se compostan aseguran un ciclo de final de vida sostenible. La biomasa compuesta de plantas proporciona nutrientes y capacidad de retención de agua para mejorar la salud del suelo, por lo que contribuye aún más a la producción agrícola sostenible. El compostaje cierra el ciclo del ciclo sostenible y ecológico y crea una economía circular, a veces conocida como una corriente de material circular.

F. La diferencia fundamental entre los tipos de compostaje: compostaje industrial y compostaje casa

1. Compostaje industrial

Los plásticos compostables que se prueban y certifican de acuerdo con las normativas europeas EN 13432 o EN 14045 (normativas equivalentes) son compostables en condiciones controladas, y deben desintegrarse después de 12 semanas y biodegradarse completamente después de seis meses. Eso significa que el 90 % o más del material plástico se habrá convertido en CO₂. La parte restante se convierte en agua y biomasa, que ya no contiene plástico. EN 13432 o EN 14045 también incluye pruebas de ecotoxicidad y contenido de metales pesados para garantizar que no se dejen sustancias nocivas. El compostaje industrial puede definirse como la descomposición biológica controlada de los desechos orgánicos en condiciones controladas que son predominantemente aeróbicas (es decir, en presencia de oxígeno) y que permiten el desarrollo de condiciones termofílicas como resultado del calor producido biológicamente. Thermophilic describe temperaturas alrededor de 50-65 °C o más. (TUV Austria, s. f.).

2. Compostable en casa

Esto significa que se puede desechar con material orgánico un producto. TÜV AUSTRIA es una organización certificadora que ofrece un sistema de certificación OK Compost HOME para garantizar una biodegradabilidad completa con los requisitos para que el producto sea compostable en casa (TUV Austria, s. f.).



Figura 2: Ciclo de vida de un bioplástico, cómo nace y cómo muere. Fuente: Biorgani

3. Ambientes en los que se da la biodegradación y en cuánto tiempo

Los bioplásticos pasan por el proceso de biodegradación, este proceso puede darse en condiciones anaeróbicas y aeróbicas. En condiciones aeróbicas se produce dióxido de carbono y en condiciones anaeróbicas se produce metano. Pueden degradarse en todos los ambientes como: océanos, suelos, compost, ríos, lagos y lodo. Únicamente que los distintos factores como temperatura, humedad, tipo de suelo, etc., afectarán el tiempo en el que se degrada el plástico.

Los productos compostables pueden degradarse industrialmente o en casa, si el compost se realiza en lugares o ambientes adecuados pueden tardar semanas o meses en descomponerse. Depende del tamaño del producto, pero algunos pueden llegar a uno o dos años.

Los bioplásticos (o biopolímeros) se clasifican en función de sus características de biodegradabilidad y contenido de base biológica. La siguiente Figura 3 muestra estas categorías y los diferentes tipos de biopolímeros.

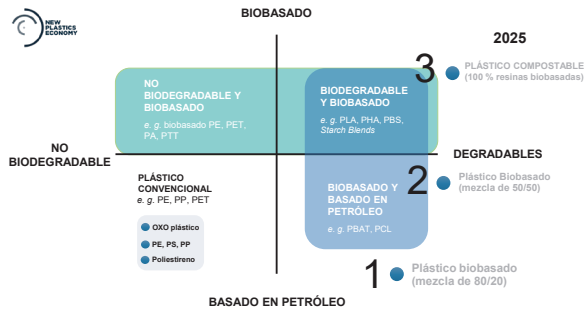


Figura 3. Comparación entre plásticos biobasados vs. hechos de petróleo, también degradables vs. biodegradables. Fuente: The Ellen MacArthur Foundation: The New Plastics Economy

4. La necesidad de estándares y certificaciones para avalar las bondades de los plásticos y empaques sostenibles

Los productos que participan en la bioeconomía circular son caracterizados por ciertas especialidades los cuales los hacen sostenibles. Sea eso su origen y materia prima, su uso, o su método y tiempo de desecho. Estas características

no son tangibles o necesariamente visibles al consumidor final o a los usuarios. Por eso, la mejor guía de congruencia entre lo que se dice y se hace en cuanto a las bondades ecoamigables debe basarse en los estándares y certificaciones internacionales, con el fin de crear lineamientos constantes y validados por la ciencia y entidades terceras sobre qué constituye un producto biobasado, biodegradable o compostable, como lo son los estándares EN-13432 o 14045, ASTM-6866 y ASTM-6400.

¿Qué es un bioplástico?

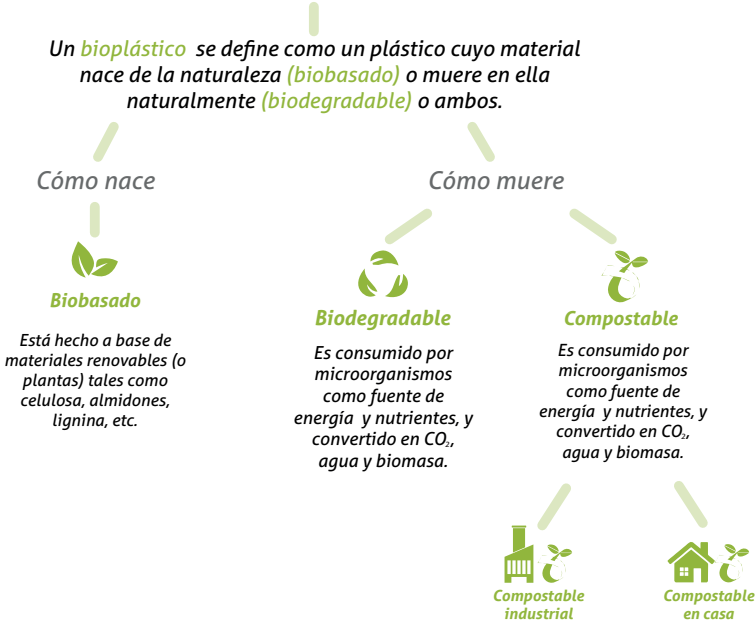


Figura 4. Diferencias entre los bioplásticos: biobasado, biodegradable o compostable. Fuente: Biorgani

5. Menor huella de carbono que los plásticos a base de fósiles

El uso de plantas como bloques de construcción para materiales y productos químicos convierte el carbono en la atmósfera en un valor económico y un beneficio ambiental. Aprovechar estos recursos renovables para reemplazar los productos químicos y plásticos convencionales puede reducir el consumo de energía fósil desde la cuna hasta la puerta del 24-73 %, según los resultados de un estudio del Laboratorio Nacional Argonne.

Los plásticos de base biológica tienen la ventaja única sobre los plásticos convencionales para reducir la dependencia de recursos fósiles limitados y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Las plantas secuestran dióxido de carbono atmosférico (CO₂) durante su crecimiento. El uso de estas plantas (biomasa renovable) para producir plásticos de base biológica elimina el CO₂ de la atmósfera y lo mantiene almacenado durante toda la vida útil del producto. Esta fijación de carbono (sumidero de carbono) se puede extender por más tiempo si el material se recicla. La sustitución de la demanda mundial anual de polietileno (PE) a base de fósiles con PE a base de biogás ahorraría más de 42 millones de toneladas de CO₂. Esto equivale a las emisiones de CO₂ de 10 millones de vuelos en todo el mundo por año (Dunn, 2015).

6. Materiales mejorados

Existen materiales de origen vegetal que ofrecen atributos de rendimiento superiores y que generan un impacto mucho menor en el ambiente. Se puede fabricar una gran cantidad de plásticos industriales a partir de esta plataforma, incluido un polímero 100 % renovable y reciclable. Estos materiales tienen propiedades mejoradas de barrera de gas que alargan la vida útil y apariencia del material que empaquetan, aligeran el peso de los productos en la industria de embalaje, y se incorporan a la bioeconomía circular. Como resultado, estos materiales renovables y sostenibles también podrían reducir el consumo de combustible y los costos de transporte, beneficios que se extienden mucho en la cadena de suministro global (Consejo de productos basados en plantas, 2018).

Y hay más por venir. En toda la cadena de valor de los productos renovables, las mejoras en la eficiencia agrícola, la innovación tecnológica y las mejores prácticas ambientales continúan a buen ritmo, todo lo cual es fundamental para avanzar en la sostenibilidad global y reducir aún más las emisiones asociadas con la producción.

Existen empresas guatemaltecas que han desarrollado y patentado resinas hechas a base de fuentes renovables como un material alternativo y ecoamigable para la industria de plásticos y empaque sostenibles para procesos de película o film, termoformado e inyección. También acompañan a los fabricantes y marcas con asesoría técnica sobre cómo manejar dicha tecnología para desarrollar una gran variedad de productos o aplicaciones, que incluyen: empaque primario o secundario, vajilla, bolsas, películas y otros productos. Al contar con estas opciones locales, la industria puede producir los productos de valor, pero con una huella ambiental mucho menor, y así, producir y consumir de forma sostenible.

Conclusión

Cuando alineamos el compromiso de la ciudadanía ecológica con las acciones industriales y comerciales de una bioeconomía circular, garantizamos que la forma en que extraemos, usamos, consumimos y disponemos de nuestros productos se realice de una forma consciente, responsable y sostenible al potenciar el uso de materiales renovables y que se comporten de forma circular en nuestras cadenas de valor. Y los primeros pasos que necesitamos tomar es concientizar, educar, validar, y medir cómo la bioeconomía nos brinda una solución más integral al desarrollo sostenibles para nuestra sociedad.

El papa Francisco resaltó en *Laudato Si'* que la educación en la responsabilidad ambiental es una llamada a crear una «ciudadanía ecológica», es decir un estilo de vida sostenible basado en adoptar mejores comportamientos del uso de los recursos del planeta. «Solo a partir del cultivo de sólidas virtudes y hábitos es posible la donación de sí en un compromiso ecológico» (papa Francisco, 2015).

Entre ellos, el papa recomienda las siguientes diez acciones en *Laudato Si'* (papa Francisco, 2015):

1. Abrigarse en lugar de encender la calefacción
2. Evitar el uso de material plástico y de papel
3. Reducir el consumo de agua
4. Separar los residuos
5. Cocinar solo lo que razonablemente se podrá comer
6. Tratar con cuidado a los demás seres vivos
7. Utilizar transporte público o compartir un mismo vehículo entre varias personas
8. Plantar árboles
9. Apagar las luces innecesarias.

Glosario

Acuerdo de París: Este acuerdo tiene como objetivo la respuesta mundial a la amenaza que representa el cambio climático al mantener el aumento de la temperatura mundial en este siglo por debajo de 2 °C. También se desea aumentar la capacidad de los países para hacerle frente al cambio climático y tener bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

Biobasado: El material es derivado (total o parcialmente) de alguna biomasa (plantas). Las biomásas más utilizadas son: el maíz, caña de azúcar o celulosa.

Biodegradable: La biodegradación es un proceso químico en el que microorganismos que se encuentran en el ambiente (dependen del ecosistema donde el proceso se dará) convierten el material en sustancias naturales como: agua, dióxido de carbono y compost. Este proceso también depende de ciertas características ambientales como la temperatura, localidad, luz natural, agua, cantidad de oxígeno.

Biomasa: La biomasa incluye materia vegetal que puede convertirse en fibras u otros productos químicos industriales. La biomasa industrial se puede cultivar a partir de numerosos tipos de plantas, como el maíz, entre otros.

Bioplástico: Los bioplásticos no son un único material, sino que son varios tipos de materiales dentro de esta categoría. Se le puede llamar bioplástico a los materiales biobasados, biodegradables o que poseen ambas características. Son hechos a base de recursos naturales y renovables, como la fécula de maíz, el almidón o la celulosa.

Cambio climático: Es un cambio del clima debido a la alteración de la composición de la atmósfera global, y que va más allá de la variabilidad climática natural. La principal expresión del cambio climático se ve en la elevación de la temperatura promedio de la superficie de la tierra a consecuencia de la acumulación de los gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Celulosa: La celulosa es el componente que forma parte de los tejidos de sostén de las plantas. Es el compuesto orgánico más común y el polisacárido más común. Es una molécula polimérica con peso molecular alto (el monómero es la glucosa). En la producción industrial se utiliza para madera o algodón, así como para fabricar papel, plásticos y fibra.

Compostable: Un producto compostable es uno que se degrada en elementos naturales en un ecosistema. Puede degradarse en distintas condiciones ambientales así como diversos ecosistemas sin generar ninguna contaminación o daño al ambiente. Algo que hay que distinguir es que si un producto es compostable automáticamente es biodegradable, pero no todos los productos biodegradables pueden ser compostables. Esto debido a que al ser compostable no dejan residuos (se convierten en nutrientes para la tierra) en el ambiente mientras que los materiales biodegradables pueden a veces dejar residuos.

Compostaje anaeróbico: No se utiliza oxígeno en el proceso de compostaje.

Compostaje aeróbico: Compostaje en el que se utiliza el oxígeno.

Ecotoxicidad: Se refiere al indicador que mide el nivel de trastornos que puedan llegar a suceder a raíz de una degradación de un material.

Gases de efecto invernadero: Son los gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénicos. Emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro infrarrojo de la superficie de la tierra. Los principales gases son: dióxido de carbono, metano, ozono y óxido nitroso. Hay otros gases que son producidos por el ser humano que son: cloro, bromo y etileno.

Huella de carbono: Mide las emisiones de gases de efecto invernadero directas o indirectas de un producto u organización.

Mesofílico: Se refiere a un organismo microbiológico cuya temperatura de crecimiento óptima está entre los 20 y los 45 °C

Renovable: Característica de las materias, que tiene capacidad de volver a su primer estado. Se puede utilizar con poco impacto en su cantidad por su capacidad de ser reemplazado por la misma materia.

Sostenible/sostenibilidad: Sostenible se refiere a la participación de la tecnología y los productos naturales de una manera que no dañe el medio ambiente. También es un desarrollo todo incluido destinado a sostener los recursos humanos y naturales relevantes necesarios para el desarrollo social, progreso ambiental y económico de las actuales y próximas generaciones.

Referencias

Agencia EFE. (2019). El Gobierno de Guatemala prohíbe el uso de plástico y da 2 años de adaptación. EFE noticias. Obtenido de: <https://www.efe.com/efe/america/sociedad/el-gobierno-de-guatemala-prohibe-uso-plastico-y-da-2-anos-adaptacion/20000013-4068848>

Australasian Bioplástico Asociación. (2019). *The Seedling Logo. Oceania Area*. [Asociación Australiana de Bioplásticos. Logotipo Seedlig]. <https://www.bioplastics.org.au/certification/the-seedling-logo/>

Benedicto, F. (2020). Once pasos para reducir nuestra huella de carbono. Revista Circle. Obtenido de: <https://www.revistacircle.com/2020/01/20/huella-de-carbono/>

Cántico de las criaturas: Fonti Francescane (FF) 263.

Carta Apostólica Inter Sanctos: AAS 71 [1979], 1509f.

Carus, MM. (2018). *The “Circular Bioeconomy” — Concepts, Opportunities and Limitations*. [«Bioeconomía Circular» - Conceptos, Oportunidades y Limitaciones]. Nova Institute.

Castellano, S. (2015). Estrategias de mercadeo verde utilizadas por empresas a nivel mundial. *Telos* 17(3), 476-494.

Deconinck, S. y De Wilde, B. (2013). *Benefits and Challenges of bio and oxo-degradable plastics: a comparative literature study*. [Beneficios y Retos de plástico bio y oxodegradables: estudio de literatura comparada]. OWS laboratories, 118pp. Obtenido de: https://www.ows.be/wp-content/uploads/2013/10/Final-Report-DSL-1_Rev02.pdf

Deloitte. (2019). *The Deloitte Global Millennial Survey 2019 Societal discord and technological transformation create a “generation disrupted”*. [Encuesta Deloitte Millennial 2019. Discordia social y transformación tecnológica crean una «generación disruptiva»]. Obtenido de: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/About-Deloitte/deloitte-2019-millennial-survey.pdf>

Demisse, Y., Wesselink., R., Biemans, H. y Mulder, M. (2019). *Think outside the European box: Identifying sustainability competencies for a base of the pyramid context*. [Pensando fuera de la caja de Europa: Identificando Competencias de sostenibilidad para el contexto base de la pirámide]. *Journal of Cleaner Production*. 221, 828-838.

Duer, J. (2020). La pandemia del plástico sólo está empeorando durante COVID-19. *The World Economic Forum*. Obtenido de: <https://es.weforum.org/agenda/2020/07/la-pandemia-del-plastico-solo-esta-empeorando-durante-covid-19/>

Dunn., J., Adom, F., Sather, N., Han, J., Snyder, S. (2015). *Life-cycle Analysis of Bioproducts and Their Conventional Counterparts in GREET*. [Análisis del ciclo de vida de los bioproductos y sus homólogos convencionales en GREET]. Argonne National Laboratory. Obtenido de: <https://greet.es.anl.gov/publication-bioproducts-lca>

Ecoembes. (2017). Guía de ecodiseño de envases y embalajes. Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 88 pp. Obtenido de: https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos_publicaciones_empresas/10-guia-ecodiseño-envases-2018.pdf

Ecoembes. (2019). Las cifras del reciclaje. Obtenido de: <https://www.ecoembes.com/sites/default/files/cifras-reciclaje-2018.pdf>

Ellen MacArthur Foundation. (2020). *Plastics Pact*. [Pacto del plástico]. Obtenido de The New Plastics Economy: <https://www.newplasticseconomy.org/projects/plastics-pact>

Ellen MacArthur Foundation. (2017). *The new plastics economy: Rethinking the future of plastics & catalysing actions*. [La nueva economía del plástico: Repensando el futuro de los plásticos y acciones catalizadoras]. Obtenido de: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/NPEC-Hybrid_English_22-11-17_Digital.pdf

Ellen MacArthur Foundation. (2020). *New Plastics economy global commitment*. [Compromiso global de la nueva economía del plástico]. Obtenido de The New Plastics Economy: https://www.newplasticseconomy.org/assets/doc/Global-Commitment-Signatories_List_Document-to-download-on-website_Feb-2020-V2.pdf

Espinola, C. (2012). Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de estimación y complejidades Metodológicas. *Información Tecnológica* 23(1), 163-176.

European Bioplastics. (2016). *How can one distinguish oxo-fragmentable from biodegradable plastics?* [¿Cómo distinguir oxofragmentables de plásticos biodegradables?]. Obtenido de European Bioplastics: <https://www.european-bioplastics.org/faq-items/how-can-one-distinguish-oxo-fragmentable-from-biodegradable-plastics/>

Eurostat. (2019). *How much plastic packaging waste do we recycle?* [¿Cuántos residuos de envases plásticos reciclamos?]. Eurostat: Your key to European statistics. Obtenido de: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/DDN-20191105-2>

Flotats, E. (2004). «La digestión anaerobia y el compostaje». *Procesos biológicos* (cap. 9).

Green Dot Plastics. (2020). *A straightforward explanation of biodegradable vs. compostable vs. oxo-degradable plastics*. [Explicación de plásticos biodegradables vs. compostables vs. oxodegradables]. Obtenido de Green dot Plastics: <https://www.greendotbioplastics.com/biodegradable-vs-compostable-vs-oxo-degradable-plastics-a-straightforward-explanation/>

- Green dot Plastics. (2020). *Biodegradation*. [Biodegradación]. Obtenido de: <https://www.greendotbioplastics.com/biodegradation-explained/>
- Juan Pablo II. (1990). Paz con Dios Creador, Paz con toda la Creación. Para la celebración de la XXIII Jornada Mundial de la Paz. Vaticano. Obtenido de: http://www.vatican.va/content/john-paul-ii/es/messages/peace/documents/hf_jp-ii_mes_19891208_xxiii-world-day-for-peace.html
- Kamal, B. (2020). La ONU le declara la guerra al plástico de los océanos. Obtenido de Inter Press Service: <http://www.ipsnoticias.net/2017/02/la-onu-le-declara-la-guerra-al-plastico-de-los-oceanos/>
- Lobos, S. (2019). Conferencia en el Vaticano en el tercer aniversario de la Laudato Si". Vatican News. Obtenido de: <https://www.vaticannews.va/es/vaticano/news/2018-07/conferencia-tercer-aniversario-laudato-si-enciclica-vaticano.html>
- McKinsey & Company. (2020). *Paper, Forest Products & Packaging, and Sustainability Practices Sustainability in packaging: Inside the minds of US consumers*. [Papel, productos forestales, embalaje y prácticas de sostenibilidad en el embalaje: en la mente de los consumidores estadounidenses]. McKinsey Global Publishing. Obtenido de: https://www.mckinsey.com/~/_/media/McKinsey/Industries/Paper%20and%20Forest%20Products/Our%20Insights/Sustainability%20in%20packaging%20Inside%20the%20minds%20of%20US%20consumers/Sustainability-in-packaging-Inside-the-minds-of-US-consumers-VF.pdf?shouldIndex=false
- Naciones Unidas. (2019). Proceso preparatorio de la Conferencia de las Naciones Unidas de 2020 para apoyar la implementación del Objetivo de Desarrollo Sostenible 14: «Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible». Obtenido de la Asamblea General de las Naciones Unidas. Obtenido de: <https://undocs.org/es/a/74/630>
- Naciones Unidas. (s. f.). Naciones Unidas: ¿Qué Hacemos? Naciones Unidas: Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano. Obtenido de: <https://www.un.org/es/sections/what-we-do/index.html>
- Naciones Unidas. (s. f.). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Obtenido de: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Naciones Unidas. (s. f.). *Religions and environmental protection*. [Religiones y protección del medio ambiente]. Naciones Unidas: Programa de Ambiente.

Obtenido de: <https://www.unep.org/about-un-environment/faith-earth-initiative/religions-and-environmental-protection>

New Plastics Economy. (2020). *Oxo-degradable plastic packing is not a solution to plastic pollution, and does not fit in a circular economy*. [Los empaques oxodegradables no son la solución a la contaminación del plástico y no encajan con la economía circular]. Obtenido de New Plastics Economy: <https://ecostandard.org/wp-content/uploads/oxo-statement.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2019). El trabajo de la FAO sobre el cambio climático. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático 2019, 40 pp. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/ca7126es/ca7126es.pdf>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). Cambio Climático y Salud. Obtenido de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cambio-clim%C3%A1tico-y-salud>

Papa Francisco. (2015). *Laudato sí'*. Consultado el 18 de junio de 2015. Vaticano. Obtenido de: http://www.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_encyclica-laudato-si.html

Plant Based Product Council. (2018). *Millennial Attitudes Toward Bioplastics*. [Actitudes de la generación milenial hacia los bioplásticos]. Obtenido de: <https://pbpc.com/wp-content/uploads/2019/06/CRA-Millennial-Attitudes-Towards-Bioplastics-Summary-Slides-8.29.18-003-002-Read-Only.pdf>

Plant Based Product Council. (2020). *Environmental Benefits*. [Beneficios ambientales]. Obtenido de: <https://pbpc.com/environmental-benefits/>

Programa para el Medio Ambiente de las Naciones Unidas. (2018). Un problema doble: el plástico también emite potentes gases de efecto invernadero. Obtenido de: <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/un-problema-doble-el-plastico-tambien-emite-potentes-gases-de>

Ragossing, D. S. (2014). *Impacts and limitations. Waste Management & Research* [Gestión e investigación de residuos]. 32(7), 563-564.

Renewable Resources Coalition. (2016). *Advantages and Disadvantages of Recycling*. [ventajas y desventajas del reciclaje] Obtenido de Renewable Resources Coalition: <https://www.renewableresourcescoalition.org/recycling-advantages-disadvantages/>

- Rivera, F. C. (2019). Los Empaques Biodegradables, una respuesta a la conciencia ambiental de los Consumidores. *Realidad empresarial* (7), 2-8.
- Rodríguez, A y, Aramendis, R. (2019). El financiamiento de la bioeconomía en América Latina: identificación de fuentes nacionales, regionales y de cooperación internacional, serie Recursos Naturales y Desarrollo, N° 193 (LC/TS.2019/82), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Royer, S.-J., Ferrón, S., Wilson, ST., Karl, DM. (2018) *Production of methane and ethylene from plastic in the environment*. [producción de metano y etileno en el ambiente a partir del plástico]. *PLoS ONE* 13(8): e0200574. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200574>
- Sustainable Packaging Coalition. (2006). *Design guidelines for sustainable packaging*. [Lineamientos de diseño para envases sostenibles]. Sustainable Packaging Coalition with GreenBlue, 104 pp. Obtenido de: https://s3.amazonaws.com/gb.assets/SPC+DG_1-8-07_FINAL.pdf
- Sustainable Packaging Coalition. (2011). *Definition of Sustainable Packaging*. [Definición de empaque sostenible]. A project of GreenBlue, obtenido de: <https://sustainablepackaging.org/wp-content/uploads/2017/09/Definition-of-Sustainable-Packaging.pdf>
- Sustainable Packaging Coalition. (2019). *Design for Recycled Content Guide*. [Diseño para de guía de contenido reciclado]. A project of GreenBlue obtenido de: <https://recycledcontent.org/wp-content/uploads/2020/11/SPC-RecyledContentGuide11-2020.pdf>
- The Ellen MacArthur Foundation. (s. f.). *Circular design toolkit*. [Herramientas para diseño circular]. Obtenido de: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/resources/learn/circular-design-toolkit>
- TUV Austria. (2021.). *Ok Compost Home*. Obtenido de: <http://www.tuv-at.be/es/ok-compost/>
- TUV Austria. (2021). *OK biodegradable*. Obtenido de: <https://www.tuv-at.be/green-marks/certifications/ok-biodegradable/>
- United Nations.(2020). *The Paris Agreement*. [Acuerdo de París]. Obtenido de *Climate Change News*: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

World Economic Forum. (2016). *The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics*. [La nueva economía del plástico: Repensando el futuro de los plásticos]. Obtenido de: http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf

World Economic Forum. (2019). *The top 10 emerging technologies for 2019*. [Las 10 tecnologías emergentes para 2019]. Obtenido de: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Top_10_Emerging_Technologies_2019_Report.pdf

Para más información sobre la bioeconomía circular, los bioplásticos y otras tendencias sobre cómo potenciar una sociedad sostenible, por favor escribenos a info@biorgani.tech.

Página web:

<https://biorgani.tech/>

Facebook: [biorgani.tech](https://www.facebook.com/biorgani.tech)

<https://www.facebook.com/biorgani.tech/>

Instagram: [biorgani.tech](https://www.instagram.com/biorgani.tech)

<https://www.instagram.com/biorgani.tech/>

LinkedIn: [Biorgani](https://www.linkedin.com/company/biorgani)

<https://www.linkedin.com/company/biorgani>

Twitter: [biorgani_tech](https://twitter.com/biorgani_tech)

https://twitter.com/biorgani_tech