

ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS SÓLIDOS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES DESDE UNA PERSPECTIVA DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

**Cartay, Rafael¹
Ordóñez, Juan Carlos²
Rodrigo Intriago, Jorge³
Varela, Adriana⁴**

Recibido: 29/04/2023 Revisado: 01/08/2023 Aceptado: 29/08/2023

RESUMEN

El creciente volumen de residuos agrícolas sólidos tiene un notable impacto en la salud humana y del planeta. Esos residuos agropecuarios se convierten en desperdicios contaminantes, que implican grandes pérdidas de alimentos en un mundo que sufre graves hambrunas y altos niveles de desnutrición infantil, creando problemas en la disponibilidad de los recursos naturales para la producción. A su vez esos desperdicios afectan la salud pública y se convierten en un factor de aceleración del cambio climático, por las excesivas emisiones de gases de efectos invernadero que generan, constituyendo uno de los grandes retos de la humanidad actual. En este artículo se examinan, a partir de revisión bibliográfica exhaustiva, los efectos negativos derivados de la aplicación de un modelo de economía lineal, basado en un crecimiento económico continuo, que no respeta los valores intrínsecos de la naturaleza, su conservación y sostenibilidad, al tiempo que multiplica las desigualdades económicas y sociales, agota los recursos naturales y altera los equilibrios de la vida en el planeta. También muestra la generación de esos residuos a lo largo de la cadena alimentaria, sus diferencias y la manera de superar los problemas que se han suscitado a nivel global, recurriendo a estrategias que permitan reducir los elevados volúmenes de residuos y desperdicios agrícolas y hacer una gestión más eficiente de los modos de producción y de consumo. Con ese propósito se plantean enfoques alternativos al modelo vigente de economía lineal, para promover la transición a un modelo de economía circular, recurriendo a diversos

¹ Doctor en Économie et Droit des Pays Etrangères (Université de Paris I-Panthéon-Sorbonne, Francia); M.Sc. en Economía Agrícola (Colegio de Postgraduados, Chapingo, México/IICA-OEA, Turrialba, Costa Rica); Economista (Universidad Central de Venezuela-UCV, Caracas). Profesor jubilado de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela) e Investigador emérito del Centro de Investigaciones Agroalimentarias «Edgar Abreu Olivo» (CIAAL-EAO, FACES-ULA); Profesor-Investigador de la Universidad Técnica de Manabí-UTM (Portoviejo, Manabí, Ecuador). *Dirección postal:* Universidad Técnica de Manabí. Av. Universitaria, Apdo. 82. Portoviejo, Manabí, Ecuador. *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0002-5870-5658>. *Teléfono:* +593 0983348876; *e-mail:* rafaelcartay@hotmail.com

² Magister en Gastronomía (Universidad Técnica del Norte-UTN, Ibarra, Ecuador); Administrador Gastronómico (Universidad Tecnológica Equinoccial-UTE, Quito, Ecuador). Docente Universidad Técnica de Manabí (Portoviejo, Manabí, Ecuador). *Dirección postal:* Universidad Técnica de Manabí. Av. Universitaria, Apdo. 82. Portoviejo, Manabí, Ecuador. *ORCID:* <https://orcid.org/0009-0007-1699-2787>. *Teléfono:* +593 984678459; *e-mail:* juan.ordonez@utm.edu.ec

³ M.Sc. en Dirección y Consultoría Turística (Universidad Internacional Iberoamericana de México-UNINI, Campeche, México/Universidad Europea del Atlántico-UNEATLANTICO, Santander, España); Ingeniero (Universidad Internacional del Ecuador-UIDE, Quito). Profesor-investigador de la Universidad Técnica de Manabí-UTM (Portoviejo, Manabí, Ecuador). *Dirección postal:* Universidad Técnica de Manabí. Av. Universitaria, Apdo. 82. Portoviejo, Manabí, Ecuador. *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0002-6167-0564>. *Teléfono:* + 593 98 8427878; *e-mail:* jorge.intriago@utm.edu.ec

⁴ MBA en Finanzas (Instituto Europeo de Postgrado-IEP, España); Licenciada en Contaduría Pública (Universidad de Los Andes Venezuela- ULA, Mérida). Colaboradora Investigadora de la Fundación Mario García Erazo (FUMAGE), Quito, Ecuador. *Dirección postal:* Camino del Tejar y Calle del Sarar, Edif. Nostrum 204. Cuenca, Azuay, Ecuador. *ORCID:* <https://orcid.org/0009-0005-5205-5147>. *Teléfono:* +593 958872404; *e-mail:* adrivarelaq@gmail.com



procedimientos -y en especial, a las técnicas de la química verde y de la economía verde-, que representan enfoques más respetuosos del medio ambiente e inspiran nuevos modelos de gestión de negocios fundados en la sostenibilidad social y ambiental. No obstante, gestionar los cambios para la transición hacia este último implica buscar soluciones en complejos escenarios -con una agricultura de baja productividad y persistentes desigualdades sociales- económicas, hambre, pobreza y malnutrición, bajos niveles educativos y dificultades para acceder a servicios básicos-, que a su vez estimulan la inestabilidad social, la corrupción administrativa y la precariedad política en la toma de decisiones.

Palabras clave: residuos agrícolas, desperdicios agrícolas, economía lineal, economía circular, química verde, economía verde

ABSTRACT

The increasing volume of agricultural residues converted into polluting waste represents huge food losses in a world with severe famine and child malnutrition. This problem affects public health and becomes a factor accelerating climate change, due to the high emissions of greenhouse gases, constituting one of the significant challenges of humanity today. Based on an exhaustive literature review, this article examines the negative effects derived from the application of a linear economic model, based on continuous economic growth, which does not respect the intrinsic values of nature, its conservation and sustainability, multiplies economic and social inequalities, depletes natural resources and alters the balance of life on the planet. It also shows the way to overcome the problems raised globally by the high volume of agricultural waste, by discussing the possibility of achieving more efficient management of the mode of production. It shows the generation of wastes along the food chain, their differences, and how to overcome the problems that have arisen at the global level, using strategies to reduce the high volumes of agricultural residues and wastes and to make more efficient management of production and consumption modes. Finally, this paper proposes alternative approaches to the current linear economy model, to promote the transition to a circular economy model, using various procedures, especially green chemistry and green economy techniques, which represent more environmentally friendly approaches and inspire new business management models based on social and environmental sustainability. However, managing changes for the transition to the latter implies seeking solutions in complex scenarios-with low-productivity agriculture and persistent social and economic inequalities, hunger, poverty, and malnutrition, low levels of education, and difficulties in accessing basic services, which concurrently stimulate social instability, administrative corruption, and political precariousness in decision-making.

Key words: agricultural residues, agricultural waste, linear economy, circular economy, green chemistry, green economy

RÉSUMÉ

Le volume croissant de déchets agricoles solides a un impact notable sur la santé humaine et planétaire. Ces déchets agricoles deviennent des déchets polluants, ce qui implique d'importantes pertes de nourriture dans un monde qui souffre de graves famines et de niveaux élevés de malnutrition infantile, créant des problèmes de disponibilité des ressources naturelles pour la production. À leur tour, ces déchets affectent la santé publique et deviennent un facteur d'accélération du changement climatique, en raison des émissions excessives de gaz à effet de serre qu'ils génèrent, constituant l'un des grands défis auxquels l'humanité est aujourd'hui confrontée. Cet article examine, à partir d'une revue exhaustive de la littérature, les effets négatifs dérivés de l'application d'un modèle d'économie linéaire, basé sur une croissance économique continue, qui ne respecte pas les valeurs intrinsèques de la nature, sa conservation et sa durabilité, multiplie les conséquences économiques et inégalités sociales, épuise les ressources naturelles et modifie l'équilibre de la vie sur la planète. Il montre également la génération de ces déchets tout au long de la chaîne alimentaire, ses différences et la manière de surmonter les problèmes apparus au niveau mondial, en recourant à des stratégies permettant de réduire les volumes élevés de résidus et de déchets agricoles et en gérant des modes de production plus efficaces de production et consommation. Dans ce but, des approches alternatives au modèle actuel d'économie linéaire sont proposées, pour promouvoir la transition vers un modèle d'économie circulaire, en recourant à diverses procédures - et surtout aux techniques de chimie verte et d'économie verte -, qui représentent des approches plus écologiquement conviviales et inspirent de nouveaux modèles de gestion d'entreprise basés sur la durabilité sociale et environnementale. Cependant, gérer les changements pour cette transition implique la recherche des solutions dans des scénarios complexes - avec une agriculture à faible productivité et des inégalités socio-économiques persistantes, la faim, la pauvreté et la malnutrition, de faibles niveaux d'éducation et des difficultés d'accès aux services de base - qui à leur tour stimulent l'instabilité sociale, la corruption administrative et la précarité politique dans la prise de décision.

Mots-clés : déchets agricoles, résidus agricoles, déchets agricoles, économie linéaire, économie circulaire, chimie verte, économie verte

RESUMO

O volume crescente de resíduos agrícolas sólidos tem um impacto significativo na saúde humana e do planeta. Esses resíduos agrícolas tornam-se resíduos poluentes, resultando em grandes perdas de alimentos em um mundo que sofre de fome severa e altos níveis de desnutrição infantil, criando problemas na disponibilidade de recursos naturais para a produção. Por sua vez, esses resíduos afetam a saúde pública e se tornam um fator de aceleração da mudança climática, devido às emissões excessivas de gases de efeito estufa que geram, constituindo um dos grandes desafios que a humanidade enfrenta atualmente. Este artigo examina, com base em uma exaustiva revisão da literatura, os efeitos negativos derivados da aplicação de um modelo econômico linear, baseado no crescimento econômico contínuo, que não respeita os valores intrínsecos da natureza, sua conservação e sustentabilidade, multiplica as desigualdades econômicas e sociais, esgota os recursos naturais e altera o equilíbrio da vida no planeta. Também mostra como esses resíduos são gerados ao longo da cadeia alimentar, como eles se diferenciam e como superar os problemas que surgiram em nível global, usando estratégias para reduzir os altos volumes de resíduos e detritos agrícolas e para gerenciar os modos de produção e consumo de forma mais eficiente. Com esse propósito, são propostas abordagens alternativas ao atual modelo de economia linear para promover a transição para um modelo de economia circular, usando vários procedimentos - e, em particular, técnicas de química verde e economia verde - que representam abordagens mais amigáveis ao meio ambiente e inspiram novos modelos de gestão de negócios baseados na sustentabilidade social e ambiental. No entanto, gerenciar a mudança para a transição para esse último modelo implica buscar soluções em cenários complexos - com agricultura de baixa produtividade e desigualdades sociais e econômicas persistentes, fome, pobreza e desnutrição, baixos níveis de educação e dificuldades de acesso a serviços básicos - que, por sua vez, estimulam a instabilidade social, a corrupção administrativa e a precariedade política na tomada de decisões.

Palavras-chave: resíduos agrícolas, resíduos agrícolas, resíduos agrícolas, economia linear, economia circular, química verde, economia verde

1. INTRODUCCIÓN

La humanidad afronta actualmente uno de los mayores retos de su historia, desde el desarrollo de la revolución industrial y el agotamiento del modelo productivo establecido. Rige un modo de producción que tiene relación directa con las externalidades sociales y las desigualdades económicas y sociales que genera, con formas de organización política de la sociedad y de relacionarse con la naturaleza. La acumulación de problemas graves es hoy inocultable y se manifiesta en múltiples formas, desde la aceleración de los efectos del cambio climático resultante de las excesivas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); la agudización de las crisis económicas y sociales actuales a consecuencia de la inestabilidad política y de la falla y el desgaste de las ideologías políticas y de sus irresponsables ejercicios en el poder, aunado a la degradación de las formas pacíficas de convivencia social basadas en la democracia.

Leff (2012) ha planteado en sus escritos el constante mal aprovechamiento y agotamiento de los recursos naturales en una carrera suicida

por la apropiación de la naturaleza, así como el conflicto de intereses implícito en una inadecuada relación entre la naturaleza y la ciencia y la tecnología, que se refleja en la aplicación de un modelo económico depredador de los recursos naturales. Ello hace necesario replantear las bases del pensamiento filosófico que le sirve de fundamento y pone de relieve la urgencia de reformular integralmente su campo disciplinario (Leff, 2003a). Ese proceder humano depredador se refleja en el planeta de muchas maneras: la degradación del medio ambiente, la alteración del clima, la degradación del suelo y la contaminación del agua, la repetición de los estados de pandemia, las existencia de graves episodios de hambrunas y de falta de oportunidades, en paralelo con la existencia de gobiernos autoritarios y represivos, que en asociación con la sequía, la deforestación y los procesos de creciente erosión, provocan grandes desplazamientos internacionales de población en condiciones de crítica supervivencia. El resultado ha sido la

persistencia de un escenario generalizado de pobreza y de malestar social, que afecta en particular a vastas regiones tropicales del mundo, donde ha predominado históricamente la desigualdad económica y social. Es la contraparte de un mundo desigual en el que ha prevalecido la racionalidad económica antes que la racionalidad social y el equilibrio de la naturaleza (Leff, 2003b).

Esos modelos de comportamiento económico, político y social -que algunos han simplificado llamándolos modelos de desarrollo de economía lineal, EL- han conocido históricamente varias formas: modelos exportadores de materias primas del sector primario, modelos de industrialización sustitutiva de importaciones, calificados como modelos neoliberales modelos post-neoliberales. Todos ellos, han logrado altos niveles de producción gracias al uso creciente de la ciencia y la tecnología, aunque, en la práctica, han despilfarrado recursos en aras de la racionalidad económica, generando grandes desigualdades económicas, sociales, política (Leff, 2003b; Sosa, 2012).

Tales modelos se han basado en un crecimiento económico continuo, en una cierta división internacional del trabajo y del control político de territorios por grandes centros de poder, que han exacerbado el uso de los recursos naturales, llevándolos en varios casos al agotamiento, a la degradación de su calidad, poniendo en peligro la disponibilidad de recursos y de alimentos y el equilibrio ecológico del planeta. El incesante crecimiento ha impulsado el desarrollo de la innovación tecnológica en todos los sentidos, en especial en los sistemas de almacenamiento de data, de información y en las comunicaciones que se han puesto al servicio de la competitividad de grandes centros políticos de poder, que se han repartido el mundo en zonas de influencia, y que actúan como adelantados del control de la producción, del mercado global y de los comportamientos sociales, que ejercen grandes empresas multinacionales, cada vez más poderosas y codiciosas del control de los recursos naturales de la biosfera esenciales para la vida del planeta. Se ha establecido, en esa lógica, la corrupción como manera de degradar la ética colectiva. Ningún recurso natural se

resiste a su control y manejo: el agua, la tierra, las fuentes de energía, los minerales y tierras raras. Progresivamente han ido controlando y gestionando la alimentación, la salud, los recursos de la biodiversidad, ciencia y la tecnología en el mundo, convirtiéndose en los grandes beneficiarios de sus réditos.

Esos enfoques adscritos a la llamada economía lineal comparten algunos elementos que conciben a la industrialización, base de la acumulación de capital, como un proceso evolutivo, lineal e ilimitado. En sus actuaciones, subordinan, niegan y perturban el valor intrínseco de la naturaleza y su sostenibilidad como base de la vida del planeta, tanto para las generaciones actuales como para las futuras (Leff, 2003a, 2003b; Stolorowicz, 2012; Gudynas, 2015; Calex, 2016; Faura-Martínez, La Fuente-Lechuga & García-Luque, 2016). Privilegian el conocimiento científico, excluyendo los saberes ancestrales de los pueblos, en los que prima el bienestar del colectivo y el respeto por la naturaleza. La aplicación de ese modelo económico, social y político ha traído muchos beneficios para el bienestar de una parte de la sociedad humana, pero ha multiplicado las desigualdades sociales, degradado la vida de los ecosistemas naturales y sociales, y contribuido a profundizar la exclusión de grandes sectores de la población, como resultado de la aparición de grandes crisis globales, tales como guerras, epidemias, pobreza, hambrunas, en otras (PNUMA, 2010; FAO, 2014; CEPAL, 2015; Faura-Martínez *et al.*, 2016; Martindale & Schriebel, 2017).

Uno de los resultados más visibles y nocivos de los procesos productivos inscritos en la EL, y en especial por su condición extractora de su economía, es el enorme volumen de residuos que son generados anualmente. Cada año se extraen más de 100 mil millones de recursos naturales, convirtiéndose en un factor responsable de la pérdida de la biodiversidad y de la generación de residuos (FIDA-OMS-PMA-UNICEF, 2022). El volumen de los residuos sólidos agrícolas generados en el mundo durante 2011 se estimó en 1,3 miles de millones de t al año, una cifra tan alta que equivale a un tercio del total de alimentos producidos en el mundo (Gustavsson, Cederberg & Sonesson, 2011), con un valor

aproximado de 2,6 miles de millones de US dólares (FAO, 2014) y que, por añadidura, fue responsable del 8% de las emisiones globales de GEI para 2011. Esa cantidad de residuos correspondió a una cifra gigantesca, casi inimaginable, que, por mal manejo, se convirtió en gran parte, en desperdicios contaminantes. Así acontece mayormente con una enorme cantidad de desperdicios que atentan contra la sostenibilidad y los equilibrios de la vida en el planeta. Song, Li & Zeng (2015) ilustran ese enorme volumen señalando que equivale a poner, uno tras otro, a un número tal de camiones, con una capacidad de 2,5 t cada uno, que pudieran dar 300 vueltas a la Tierra, por la línea ecuatorial. Esa cantidad de residuos agrícolas, ya descomunal por sí misma, aumentó a 1,8 miles de millones t/año en 2017 (Gómez-Soto, Sánchez-Toro & Matallana-Pérez 2019). La FAO estimó que, si se aplicara solo un 14% de esa cantidad para ayudar a los pobres, podría haberse acabado ya con el hambre en el mundo (FAO, s/f). El problema de la desigualdad y del hambre en vez de resolverse se ha agravado, debido a la intensificación de los conflictos, los extremos climáticos y las crisis económicas (FIDA-OMS-PMA-UNICEF, 2022). Ahora se pronostica que la pérdida de alimentos llegará a 2,2 mil millones de t/año en 2025. Esa cuantía de desperdicios representa una enorme pérdida de recursos naturales.

ECODES, un organismo de investigación de Aragón (España) calculó que para producir los residuos agrícolas generados en 2017 se empleó el equivalente a unos 1.400 millones de hectáreas cultivables, lo que correspondería a un 28% del total de la superficie de cultivos agrícolas del mundo (ECODES, 2019). Esos residuos tienen, en la práctica, uno de dos destinos dentro del proceso productivo: o se convierten en desperdicios -material sobrante en el proceso productivo, que se retira por no cumplir las especificaciones, o por resultar dañado-, o se convierten en subproductos -residuo al que se le agrega valor, utilidad y se incorpora de nuevo al uso, de una forma distinta al producto principal-. La mayoría de los residuos acaban como desperdicios o desechos, y son recuperados solo en una pequeña proporción, a menos que se modifique radicalmente el pensamiento que

subyace en el modelo de desarrollo actual (Leff, 2010, 2012). De no hacerlo, continuarán diversos impactos negativos afectando al conjunto de la sociedad y creando graves implicaciones sobre la sustentabilidad ambiental, con sus repercusiones sobre la salud y el bienestar general de las personas y sobre las economías locales. Reducir esos graves impactos constituye una tarea urgente e impostergable para toda la sociedad. En la práctica, la solución pasa forzosamente por la transición de una economía lineal a una economía circular. A partir de estas consideraciones, el objetivo del estudio es examinar los efectos negativos de la aplicación de un modelo de economía lineal fundamentado en el crecimiento económico continuo, que irrespeta los valores intrínsecos de la naturaleza, su conservación y sostenibilidad, mientras multiplica las desigualdades económicas y sociales, agota los recursos naturales y altera los equilibrios en el planeta. Es un artículo de revisión, que plantea así mismo enfoques alternativos para promover la transición hacia la economía circular, a través de distintos procedimientos -particularmente los basados en la química verde y la economía verde-.

2. METODOLOGÍA

Este trabajo constituye una amplia revisión documental sobre los aspectos relacionados con la generación de residuos sólidos en los procesos agrícolas, y su conversión en desperdicios contaminantes. Se basa enteramente en la revisión de fuentes secundarias sobre los aspectos teóricos y experiencias latinoamericanas. Lo que repercute sobre la pérdida de alimentos y el mal uso de los recursos naturales utilizados, en un escenario donde prevalecen grandes desigualdades económicas y se agrava la situación de inseguridad alimentaria que afecta a millones de consumidores en condición de vulnerabilidad social. Para la revisión se aplicó la tipología de Byant & Bailey (1997), que distingue entre las acciones de los siguientes actores: Estado (gobiernos nacionales, regionales y locales), organismos multilaterales -Naciones Unidas, organismos financieros internacionales, agencias de cooperación

internacionales-, negocios -empresas transnacionales y locales-, ONG y actores de base -comunidades e individuos-.

En el curso de la revisión documental se examinó un amplia muestra de la documentación, publicada mayormente durante el período que va desde 2000 hasta 2023, consultada en buscadores como SciELO, Scopus, Web of Science y Redalyc. La consulta se focalizó básicamente sobre cuatro áreas relacionadas con la generación de residuos agrícolas sólidos en países agroexportadores de productos agrícolas, en especial de América Latina. En primer lugar se realizó una revisión sobre la caracterización y diferencias existentes entre los enfoques de economía lineal y economía circular, haciendo énfasis sobre las diferencias entre los dos enfoques. En segundo lugar se hizo una revisión sobre los elevados niveles de generación de residuos y su conversión potencial en contaminantes ambientales, así como las consecuencias económicas y sociales derivados de ese alto volumen de desperdicios generados a lo largo de la cadena agroalimentaria. En tercer lugar realizó una revisión sobre las diferentes estrategias de acción de corto, mediano y largo plazo disponibles para reducir el elevado volumen de residuos y desperdicios generados en las agrocadenas, mostrando la incidencia del problema en algunos productos agrícolas tradicionales de la región, al igual que su aplicación en algunos sectores de la actividad productiva regional. Por último se hizo una revisión sobre los conceptos asociados a la economía circular, en particular los relacionados con la química verde, la economía verde y el enfoque de economía basura cero.

3. LOS RESIDUOS EN LAS CADENAS ALIMENTARIAS DE LOS PAÍSES AGROEXPORTADORAS DE PRODUCTOS TRADICIONALES

Los países de América Latina y el Caribe, considerados países en desarrollo (PED), presentan economías que se han movido históricamente entre dos enfoques productivos: son economías que siguen el modelo agroexportadoras al mercado mundial, o son economías que siguen un modelo de industrialización sustitutiva de importaciones.

En cualquiera de los dos casos esos países no han avanzado de manera consistente y estable en su desarrollo económico y social, al tiempo que presentan profundas desigualdades. Su particularidad de producir materias primas agrícolas y alimentos les ha permitido lograr un cierto nivel –aunque bajo– de modernización de sus estructuras económicas y sociales, porque persisten todavía muchas debilidades institucionales (Cardoso, 1970; Rubio, 1995; Pengue, 2004; Segrelles, 2007). Una de esas consecuencias es la inestabilidad de sus regímenes políticos, con tendencia al autoritarismo y a la corrupción administrativa, y la persistencia de profundas desigualdades económicas y sociales de la mayoría de la población, que se han beneficiado con sistemas asistencialistas, que refuerzan su lealtad partidista (Garnica, 2016; Bula, 2020). La realidad social en estos países es profundamente desigual: de una parte, la pobreza y los deficientes indicadores de bienestar humano; de la otra, una elevada concentración de la riqueza en las manos de una pequeña élite (Cardoso, 1970).

Los PED son principalmente países agroexportadores, productores primarios de rubros agrícolas que son grandes generadores de residuos, que se convierten mayormente en materiales contaminantes y fuentes de emisión de GEI. La mayor parte de las pérdidas de alimentos en estos países ocurren en las primeras etapas de la cadena productiva: entre un 30 y un 40% de la producción agrícola total se pierde antes de llegar al mercado (Greengly Institute. 2022). Los PED de América Latina y del Caribe y de otros continentes del mundo son grandes productores y exportadores de productos agrícolas tropicales como la yuca, el plátano y banano, el maní, el mango, los frutos cítricos, el café y el cacao. En estos productos se generan grandes cantidades de residuos sólidos, tal como se señala a continuación.

El producto principal de la yuca es la raíz –que comprende la pulpa y la cáscara del fruto–, con el agravante de que la raíz se deteriora rápidamente, a partir de las seis horas de cosechada (Aguilar-Brenes *et al.*, 2017). La cáscara, considerada en muchas partes un desperdicio, representa entre el 15 y el 20%

del peso total de la raíz (Buitriago *et al.*, 2001). De ella se pueden obtener, sin embargo, algunos subproductos para la alimentación animal, glutamato monosódico (GMS) y realzadores del sabor de la carne, de vegetales y salsas, así como edulcorantes para la elaboración de cerveza. También se puede utilizar como material de absorción del agua de mar, que posteriormente puede ser empleada para el uso agrícola (Aguilar-Brenes *et al.*, 2017).

El plátano es una planta de la que solo se usa un 12%, dejando como residuo el 88% de su peso total: tallo, hojas y cáscaras. Esos residuos se dejan en el campo y se descomponen, creando –por su volumen–, grandes problemas fitosanitarios y medioambientales. Esto sucede a pesar de que de esos residuos puede obtenerse subproductos para la alimentación animal de cerdos y rumiantes, envolturas, materiales para la artesanía, materiales compactos para aglomerados, filtros de aguas residuales, celulosa y papel, al igual que de su raquis hormigón para la construcción (Kalangone, Bareeba, Sabiiti & Ledin, 2008; Muso-Santo *et al.*, 2016).

El procesamiento del maní genera una gran cantidad de residuos, especialmente de su cáscara o caja y de las partes aéreas de la planta. De su cáscara –que representa cerca del 30% del peso del fruto– pueden obtenerse subproductos tales como carbón, materiales de construcción como agregado de mezclas con cemento, abono y elementos para el compostaje (Gatani, Arguello & Sesuín, 2010; Quintana-Crespo, Kreiker, Gatani, & Sable, 2016).

La pulpa del mango equivale entre el 60 y el 70% del peso total de la fruta, de acuerdo con la variedad. Lo demás es residuo: 12 al 18% es cáscara, en tanto que el resto –entre el 13 y el 20%– corresponde al peso del hueso o semilla. Pero de esos residuos se pueden obtener valiosos subproductos para la alimentación animal, la industria farmacéutica, entre otros (Yepes, Montoya & Orozco, 2008; Sumaya-Martínez *et al.*, 2019).

El fruto de los cítricos (naranja, mandarina, limón, pomelo, entre otros) comprende la pulpa, el hollejo y otras fibras alimentarias, la

corteza y las semillas. El producto principal es el zumo o jugo, un líquido equivalente a un 30% del peso del fruto, dependiendo del tipo de fruto y de la variedad empleada (Lorente *et al.*, 2011). De todas maneras, se consideran residuos del fruto de cítricos entre un 30 y un 50% del peso del fruto transformado. Del resto de la planta –hojas, flores, semillas, corteza, raíz y tallos– se han desarrollado aplicaciones para agregarles valor, algunas de gran interés, como la obtención de aceites esenciales a partir de las hojas, flores y corteza (Pássaro-Carvalho & Londoño-Londoño, 2012).

El principal producto de la planta de café o cafeto es el grano o cereza. El Consejo de Investigación Científica de España (CSIC) calculó que las empresas cafetaleras generan, en todo el mundo, más de 2.000 millones de t m al año (Cortés-Tormo, 2019). De la pulpa –que representa cerca del 44% del peso del fruto fresco– se puede obtener cafeína, bono orgánico, ensilaje para ganado, cartón, sustancias pépticas y gas. Del cisco, cascarilla o pergamino –el 12% del peso de la cereza– se obtiene plásticos, rayón, cartones, baldosas, briquetas (Braham-Bressant, 1978; Rodríguez-Valencia, 1999; Manríquez-Waldo, 2018). Del mucílago, del 10 al 14% del peso del fruto, se pueden obtener azúcares y levaduras. Pero el agua mucilaginoso del beneficio húmedo es muy contaminante en los lugares de vertido, y produce CO₂ y metano. La cáscara de la cereza se puede usar como combustible. En el caso del café hay una gran diferencia entre lo que se aprovecha: de la cereza solo se utiliza el 9,5% de su peso para elaborar la bebida (Calle, 1977; Suárez-Agudelo, 2012; Encalada, Fernández, Jumbo & Quichimbo, 2017). En los procesos de beneficio, industrialización y consumo de un kilo de café en cereza se producen entre 924 y 942 de residuos que, por lo general, no se aprovechan. Incluso la borra, que equivale a un 10% del peso del fruto seco y que es el residuo de la torrefacción del grano, puede emplearse como sustrato para el cultivo de hongos o como soporte de microorganismos anaeróbicos en el tratamiento de aguas residuales (Suárez-Agudelo, 2012).

El fruto del cacao es la mazorca o almendra de cacao, compuesta por una cáscara

gruesa que encierra entre 20 y 50 semillas, dispuestas en cinco hileras, sumergidas en una pulpa mucilaginoso. La mazorca pesa entre 435 y 560 g, de acuerdo con el cultivar –criollo, forastero o trinitario– y el peso de la cáscara oscila entre 335 y 430 g (Cartay, 1997; Graciani, Ortiz, Angulo & Parra, 2002). El principal residuo es la cáscara, que representa entre el 75 y el 90% del peso del fruto cosechado (Arteaga-Estrella, 2013; Baena & García, 2012), aunque es poco aprovechada (Guanga-Molina, 2018). Debido a su gran volumen se ha experimentado para encontrar usos alternativos (Parra, Henríquez & Villanueva, 2018), como para la alimentación animal, pero hay muchas limitaciones. Su alto contenido de alcaloides –teobromina, cafeína– lo hace inconveniente, porque los animales no asimilan la teobromina en su sistema digestivo. Alguna utilidad que se ha encontrado es como fuente de un pigmento –poliflavonoiglucósido, por sus propiedades antioxidantes–; o con potencial para la producción de espumas de poliuretano utilizado en la construcción para rellenar huecos o como aislante térmico y acústico (Baena & García, 2012); como fuente de pectinas en la industria alimentaria; o como combustible. Otro importante residuo en el procesamiento industrial es la cascarilla, que representa el 15% del peso de la semilla y se usa como abono. El subproducto de la cáscara –obtenida en el beneficio– y de la cascarilla –que aparecen en la industria– son las pectinas usadas en las industrias de la alimentación, cosmetología y medicina (Guerrero, Suárez & Orozco, 2017). Del mucílago se puede producir vinagre, jalea, nata y una bebida fermentada de baja graduación alcohólica.

Como se desprende de los ejemplos antes detallados, los altos volúmenes de residuos resultantes en los distintos eslabones de cada cadena productiva de los distintos productos agrícolas se han convertido en un grave problema económico y social, que amenaza a la sostenibilidad ambiental. Esa cuestión ha venido ganando terreno en la agenda pública nacional e internacional, estableciéndose indicadores relacionados con la vulnerabilidad medioambiental (Gutiérrez-Garza, 2008; Sánchez-Peña, 2015). Una gran parte de esos residuos terminan como desperdicios o

desechos en los vertederos por varias razones: porque no se ha efectuado suficiente investigación sobre las tecnologías aplicadas a los usos alternativos; porque no hay voluntad política o se desconoce cómo hacerlo, o porque se carece de una legislación ambiental que favorezca una conciencia favorable a la sostenibilidad y al reciclaje. Ese desconocimiento o falta de capital para hacerlo en algunos casos refleja ciertas «perversiones» del proceso productivo. Por ejemplo, el 70% de la papa en el Ecuador se produce en la provincia del Carchi, en la Sierra. No obstante, allí solo se procesa un 5% del volumen total producido de papa, que es transformado en harina, papa congelada y chips (Mejía-Villafuerte, 2017).

Lo cierto es que los desperdicios derivados de estos productos representan grandes amenazas para la salud humana y el medio ambiente y, por otra parte, son pérdidas de oportunidades, de ingresos y de calorías. El Boston Consulting Group (BCG) estimó en su informe de 2022 que las pérdidas pudieron haber alcanzado ese año a US \$ 230 mil millones, y del 24% del total de calorías alimentarias disponibles en el mundo (*apud* Greengly Institute, 2022). Basta con pensar solamente en la enorme pérdida de los factores de producción –tierra, capital, mano de obra, recursos naturales y organizativos– empleados para producirlos. Es sin duda una inmensa pérdida con escaso retorno, pues lo único que produjo como ganancia fue lo aprovechado como producto principal –a veces muy poco, tal como se ha visto en esta sección–. El residuo aprovechado como subproducto es una ganancia –porque se le ha agregado valor–, mientras que el que termina como desperdicio es una pérdida económica. Algunos de estos residuos pueden ser utilizados como materiales de bioabsorción, de bajo costo, para remover metales pesados –como cromo, cadmio, níquel, plomo o mercurio– en aguas residuales o suelos. Es el caso del uso ya conocido de cáscaras de cereales, como trigo, o de cáscaras de frutos cítricos. Esos residuos son eficaces para captar iones metálicos de difícil eliminación y con alta toxicidad (Farooq, Kozinski, Khan & Athar, 2010; Tejada-Tovar, Villabona-Ortiz & Garcés-Jaraba, 2015;

Sánchez-Silva, González-Estrada, Blancas-Benítez & Fonseca-Cantabrana, 2020), o son recuperados para la producción de biocombustibles (Martínez-Anaya & Quintero-Pachane, 2017; Eguilior-Recabarren, 2019).

Uno de los grandes retos de la sociedad actual es, por tanto, aprovechar óptimamente el producto principal y reducir el gran volumen de residuos generados, minimizando los desperdicios y aumentando los subproductos (PNUMA, 2010, FAO, 2014). No obstante, hay aún muchas barreras que obstaculizan las buenas intenciones en enfrentar ese problema. Destacan entre ellas la carencia de una política de Estado, la inexistencia de un marco normativo ambiental y las insuficientes fuentes de financiamiento disponibles para adelantar proyectos a lo largo de todas las actividades de la cadena productiva, donde participen activamente los municipios y las empresas privadas, desde pequeñas y medianas (PyMEs) hasta grandes empresas. Se requiere además infraestructura de investigación y educación, junto con programas de I+D (Schroeder, Albaladejo, Alonso, MacEwen & Tilkanen, 2020; Anzules, 2021; Mercado & Rivera, 2021).

Para minimizar el problema y optimizar los resultados del proceso productivo se han utilizado diversas estrategias probadas como sostenibles. Algunas de esas acciones son sencillas y no requieren grandes cambios. Otras sin embargo son más ambiciosas y obligan a realizar profundas transformaciones en los sistemas productivos, en especial en algunas de las etapas de la cadena productiva. También existen otras estrategias que exigen cambios en el comportamiento productivo y en el modelo de consumo, aplicadas en el contexto de una ética comprometida con la naturaleza y con el bienestar del ser humano, y vinculada con la salvaguarda del medio ambiente y el respeto a la naturaleza (FAO, 2014, 2017a, 2017b; Melo-Delgado, Castillo-Mutis & García-Noguera, 2022).

4. LAS ESTRATEGIAS EN EL CORTO Y MEDIANO PLAZO

Una de las estrategias, quizás la más expedita, es la de crear conciencia medioambiental y de sostenibilidad en el productor, el procesador y el consumidor del alimento. Ellos son, en

realidad, los principales protagonistas de la decisión de que haya o no desperdicios o subproducto. Pero esa decisión depende de varios factores. Uno de ellos es la etapa de la cadena de suministro a la que hagamos referencia. Otra es el de las condiciones prevalecientes en el país en el que se tome la decisión.

Un estudio de la FAO (2012) sobre las pérdidas y desperdicios de alimentos en el mundo concluyó señalando que los alimentos se desperdician a lo largo de toda la cadena de suministro, desde la producción y cosecha hasta el consumo final en los hogares, pero que existen diferencia entre los países de ingresos altos y los de ingresos bajos. En los países de altos y medianos ingresos, conocidos generalmente como países desarrollados (PD), la mayor cantidad de las pérdidas ocurre en la etapa del consumo. Por su parte, en los países de ingresos bajos o países en desarrollo (PED), los desperdicios se producen mayormente en las etapas iniciales e intermedias de la cadena. En estos últimos las causas del alto volumen de desperdicios se deben a las limitaciones imputables a factores de producción, a las formas de gestión de la producción, a los inadecuados medios de transporte y de instalaciones para el almacenamiento de los alimentos y a la falta de condiciones adecuadas de refrigeración en contextos climáticos difíciles.

Por su parte, en el caso de los PD la mayoría de los desperdicios –que ocurren en las etapas finales de la cadena de suministro–, se producen por razones relacionadas con el comportamiento de los consumidores y por la falta de coordinación entre los diferentes actores de la cadena de suministro. Las soluciones recomendadas para reducir el alto volumen de desperdicios y promover una gestión más eficiente dependen en gran parte del tipo de causas que inciden en la pérdida. Así, en estos países se pone el énfasis en la reducción del volumen de residuos en campañas de educación del consumidor, con el fin de aumentar el nivel de sensibilización de las empresas mayoristas de la cadena con respecto a la oferta alimentaria, al igual que los vendedores minoristas y la conducta alimentaria del consumidor –principalmente

en cuanto al mayor aprovechamiento del alimento y una mejor planificación de sus compras—. También en los PD hay otro punto álgido: los alimentos se tiran a la basura cuando la oferta supera a la demanda (Stuart, 2009; Panfitt, Barthel & MacNaughton, 2010; FAO, 2012). Además, el alto poder adquisitivo de estas familias y los hábitos de compra de alimentos estimula la existencia del desperdicio.

Volviendo a los PED, las áreas prioritarias para la aplicación de técnicas de economía circular son las del sector minero y extractivo, la gestión de residuos y reciclaje, junto con las prácticas de economía circular que pudieran reducir el alto volumen de residuos tirados en vertederos, o que son incinerados, como las tecnologías de la industria 4.0 (Schroeder *et al.*, 2020); es decir, tecnologías digitales, como aplicaciones de bloques (*blockchains*), impresión en 3D, computación en la nube y análisis de datos, que crean nuevos modelos de gestión en economía circular, permitiendo usar flujos de información y análisis de datos para reducir la generación de residuos y cerrar los ciclos de materiales por la reutilización y el reciclaje, con procesos de fabricación más eficientes y de logística inversa (Schroeder *et al.*, 2020).

También en los PED, mayoritariamente economías agropecuarias y mineras, el mayor volumen de desperdicios se produce en las primeras etapas de la cadena de suministro agrícola. En esas actividades las causas del problema, que se hicieron notables con el aislamiento provocado por la COVID-19 (Kechichian & Mahmoud, 2020), se deben a fallas en la producción, el transporte, el almacenamiento, las soluciones apuntan a asistir técnicamente al pequeño productor en las técnicas de cultivo y capacitarlo. Se ha encontrado que las mayores pérdidas ocurren por una recolección prematura o tardía de los alimentos en el campo de cultivo. Pero ocurren también por la falta, e inadecuación cuando existen, de infraestructura y condiciones de almacenamiento. Esos elementos determinan claramente las acciones a desarrollar para solucionar el problema (FAO, 2012).

El desperdicio de alimentos en la etapa del consumo en los hogares es mínimo en los PED. Se trata de familias de ingresos bajos, en los que se compra los alimentos para el

momento de su utilización y casi no se almacenan. En casos coyunturales de emergencia en los PED se han aplicado programas de asistencia alimentaria para combatir el hambre y la desnutrición infantil. Por ejemplo, en Centroamérica y en otros países de América Latina y el Caribe se han establecido programas de transferencia de alimentos a los sectores más vulnerables de la población, en conexión con comedores públicos y comedores escolares y entrega de alimentos con bonos o cupones (León, Martínez, Espíndola & Schejtman, 2004). Uno de ellos, el programa de comedores sociales en la ciudad de México, con sus diversas modalidades —comedores comunitarios, populares y consolidados— es muy popular en el D.F. para atender a las personas de bajos recursos, pero resulta inconveniente mantenerlo en el largo plazo. Las campañas de educación al consumidor en los PED son más eficaces para enseñarles hábitos y normas saludables.

Por su parte, en los PD la estrategia que se aplica es distinta, porque se sabe que la producción de desechos es desigual entre los países: los países ricos producen mucho más residuos que los países pobres (World Economic Forum, 2023). El World Economic Forum alerta sobre el hecho de que cualquier solución aplicada para tratar los elevados residuos debe adoptar soluciones globales, pero en especial, respetar las dimensiones locales para promover la inclusión social y mejorar la eficiencia.

En el caso de los PD se han desarrollado programas para enseñar a clasificar los desperdicios para organizar la basura, o para tratar de evitar el exceso del desperdicio, con programas como «*Love food, hate waste*». También se ha hecho con movimientos de optimización del aprovechamiento de la materia prima en las cocinas de restaurantes, como «*Nose to tail*», evitando el desperdicio. También en las ciudades se han desarrollado programas de intercambio de material de reciclaje —cartón, vidrio, plástico, aluminio— por excedentes de alimentos. Otra forma ha sido el desarrollo de embalajes o envases «*inteligentes*» para los alimentos, haciéndolos biodegradables en el corto plazo y menos

contaminantes; o diseñar etiquetas de vencimiento de los productos que sean más realistas, distinguiendo entre la fecha de caducidad estimada de un producto envasado o enlatado y la fecha de inminente daño de un producto. Igualmente se hace recuperando alimentos frescos que presenten ligeras imperfecciones en forma, tamaño, apariencia o daño y poniéndolos a circular en tiendas de descuento o de bajos precios, o en centros de asistencia a los sectores de población más desfavorecidos. En los grandes supermercados de los PD se descartan muchos alimentos por razones de «estética», que pueden ser perfectamente recuperados y darles utilidad social.

También en los PD se han desarrollado ingentes programas de ayuda alimentaria, como Feeding America, Food Recovery Network, Community Plates; o programas de compostaje o de biodigestores para la producción de abonos (Alvarez-Suárez & Granado-Mongil, 2006; Salinas & Gasca, 2009; Kasseva, 2013; Sumaya-Martínez *et al.*, 2019; Galanakis, 2020).

Hay dos programas voluntarios de mayor alcance para intentar reducir el problema de los elevados residuos a base de grandes acuerdos, que merecen atención aparte que buscan disminuir las emisiones de GEI, mientras se contribuye con recursos financieros para amortiguar las desigualdades sociales. Uno es el de las reducciones voluntarias de emisiones de CO₂. El otro es el del establecimiento de bancos de alimentos. El Banco de Alimentos (*Food Bank*) es una organización sin fines de lucro que obtiene, almacena y distribuye alimentos a organizaciones más pequeñas, las despensas de alimentos (*Food Pantries*), que entregan directamente alimentos a hogares o instituciones de asistencia (Tapia & López, 2020; Carmona, et al, 2022). Aparte de esas iniciativas hay diversos programas de recuperación y de redistribución de alimentos en las tiendas comunitarias, los supermercados sociales, los comedores sociales y los programas de alimentación a los escolares.

Las certificaciones o bonos para la reducción de emisiones de CO₂ surgieron ante la comprobada insuficiencia de las medidas adoptadas por el Protocolo de Kioto, en el

2012. Se trata de certificaciones internacionales de descontaminación acordadas entre países para validar las reducciones en las emisiones, que pueden ser convertidas en valores económicamente cuantificables que promuevan la inversión en acciones medioambientales. Con esa medida se estimula el comercio local de derechos de emisión bajo la supervisión de los Estados signatarios (Lucatello, 2012; Martín-Moreno, 2013).

El otro programa es el de los bancos de alimentos, que se iniciaron en los PD y que han tenido tanto éxito que en 2018 habían logrado distribuir más de 2 mil millones de toneladas de alimentos a más de 60 millones de beneficiarios, en más de 90 países de cinco continentes. Se basa en la ayuda de una población que recoge voluntariamente excedentes alimentarios generalmente no perecederos de empresas y supermercados que distribuyen, luego de organizarlos, a las personas que los necesitan (Basílico & Figueroa, 2021; Barrios, Barrios, Cerinza & Hernández, 2022; Global Foodbanking Network, s/f.). Un banco de alimentos (*food bank*) es una organización sin fines de lucro que obtiene, almacena y distribuye alimentos a organizaciones más pequeñas, las despensas de alimentos (*food pantries*), que entregan directamente alimentos a hogares o instituciones de asistencia (Tapia & López, 2020; Carmona, Tapia, Hernández, Mata, & Rivas, 2022). Aparte de esas iniciativas hay diversos programas de recuperación y de redistribución de alimentos en las tiendas comunitarias, los supermercados sociales, los comedores sociales y los programas de alimentación a los escolares.

Estas intervenciones asistenciales en la nutrición de sectores vulnerables son apenas paliativos para reducir la gravedad de la crisis y no son muy eficaces en el largo plazo. Evidentemente, pueden ayudar a reducir el hambre, o a disminuir la desnutrición crónica en una coyuntura. No obstante, presentan el riesgo de servir de instrumento de manipulación política de un gobierno populista para ganarse la lealtad del voto y el favor del pobre en época de elecciones políticas. Su eficacia parcial depende de que

son acciones que tendrían que mantenerse de un modo indefinido para evitar que se vuelvan a producir las causas que las originaron (León *et al.*, 2000; Pérez de Armiño, 2000).

5. LAS ESTRATEGIAS EN EL LARGO PLAZO

A largo plazo el problema del elevado volumen de residuos y de desperdicios se enfrenta de otra manera, aplicando estrategias de cambio que permitan la transición de un modo de producción propio de una economía lineal –extraer-producir-desechar– a un modo de producción inscrito dentro del modelo de economía circular –reducir-reutilizar-reciclar–, que implique actuar con una conciencia de respeto al medio ambiente, sin descuidar los aspectos relacionados con el desarrollo. La creación de esa conciencia de responsabilidad ambiental puede ocurrir en diferentes escenarios, desde una perspectiva micro, como una pequeña experiencia escolar (Salmerón, 2021; Melo-Delgado *et al.*, 2022) hasta su aplicación en actividades industriales (Amaya, 2019; Lozano, Sierra & Rubio, 2023); agroindustriales –en el procesamiento de tabaco (Martín-Coello Juárez, 2022), o de envases biodegradables (Bustamante-Seme & Naranjo-Zambrano 2023)–, en actividades agrícolas o sistemas silvopastoriles (Yepes *et al.*, 2008; Saynes, Etchevers, Paz & Alvarado, 2016; Contreras-Santos, Martínez-Atencia, Raghavan, López-Rebolledo & Garrido-Pineda, 2021; Peñalosa-Bernal & Ossa-Carrasquilla, 2023); o en institutos educativos en programas de formación pedagógica (Caballero, Lozano & Ortega, 2007; Suárez, 2021).

Se conocen ampliamente tres grupos de tecnologías corrientemente empleadas para recuperar los residuos: la valorización biológica y química –para obtener gases, líquidos o sólidos comercializables. Es el caso del compostaje y la lombricultura–; la obtención de combustibles –como el biogás, derivados de desechos– y la valorización térmica –la conversión energética por la degradación de las moléculas orgánicas usando el calor– (Elías, 2003; Peters, 2003; Abraham Ramachandran, S., & Ramalingam, 2007).

Diversos especialistas explican el tratamiento diferente que se puede aplicar con el ejemplo de la utilización del vertedero o el compostaje para reducir los desperdicios agrícolas. Para deshacerse de los residuos agrícolas, se han aplicado en este caso dos alternativas: el vertedero y el tratamiento por compostaje. La primera alternativa –el vertedero– está ligada a la economía lineal y se emplea ordinariamente en las actividades productivas agrícolas. Lo más «económico» y simple es tirar, o botar, los desperdicios orgánicos en un vertedero a cielo abierto. Allí el desperdicio biodegradable es descompuesto anaeróbicamente y liberado como gas de vertedero. Este gas «de vertedero» está compuesto principalmente por metano (CH_4), y secundariamente por dióxido de carbono (CO_2) y Nitrógeno (N). El CH_4 es uno de los GEI más frecuentes, junto con el CO_2 , pero con un efecto mucho más tóxico que este para la salud humana y para el medio ambiente. El metano, inhalado en pequeñas cantidades, no es particularmente tóxico. Incluso produce mayor cantidad de energía calorífica y luminosa que cualquier otro combustible fósil. Pero en mayores cantidades contribuye a la formación de ozono (O_3) a nivel del suelo y lanzado a la atmósfera actúa como un poderoso contaminante atmosférico. Este último es 80 veces más tóxico que el CO_2 , agravando así la crisis climática, deteriorando la calidad del aire y afectando severamente la salud humana. El metano es generado en un 60% por la actividad humana –en orden decreciente: procesamiento y transporte de petróleo y gas, ganadería, manejo de residuos, gestión de estiércol y minería de carbón–. Al ser quemado el metano, produce carbono negro, un componente clave de material particulado 2.5 (MP 2.5). Este es treinta y cinco veces más pequeño que un grano de arena, por lo que la nariz humana no puede filtrarlo, por lo que llega hasta los pulmones y causa graves problemas de salud. Tiene sin embargo una vida relativamente corta en la atmósfera –donde permanece doce años–, por lo que es considerado un contaminante climático de vida corta

(CCVC). Actuar sobre él, reduciéndolo, trae beneficios globales casi inmediatos contra el cambio climático (COGERSA, 2011; IPCC, 2013).

La otra alternativa se vincula con métodos amigables con el ambiente, como la economía verde (EV) y la química verde (QV), que se inscriben dentro del modelo de economía circular. Abarca una gran variedad de sectores productivos, sin limitarse a la actividad medioambiental, puesto que sus principios pueden aplicarse al sector industrial, al desarrollo económico y a la protección del medio ambiente. En este caso, siguiendo el ejemplo anterior de descomposición de desperdicios orgánicos, se emplea el procedimiento del compostaje, en el que la materia orgánica se descompone aeróbicamente –con presencia de oxígeno– y no se produce metano.

El procedimiento del compostaje implica la realización de un proceso ordenado y controlado de descomposición (Gustavson *et al.*, 2011). Se inscribe en un modelo alternativo de producción amigable con el medio ambiente, que se conoce como «extracción verde» y que se expresa con técnicas tomadas de la química (Química Verde, QV) o de la economía (Economía Verde, EV). En la economía circular los productos y materiales se mantienen en circulación durante el mayor tiempo posible: son más duraderos, se pueden volver a utilizar, reparar o reciclar. Es un concepto que se basa en el «ciclo de vida» y en el principio de la «cuna a la cuna», promoviendo el uso de energía renovable (Braungart, McDonough & Bollinger, 2007). Esa disciplina es fundamental para reducir las crecientes emisiones globales de GEI, que pasaron del 15% en 1995, al 23% en 2015 (Schroder *et al.*, 2020).

La QV nació oficialmente a partir de la década de 1990, impulsada por investigadores que buscaban reducir la cantidad y peligrosidad de los materiales de residuos resultantes en la elaboración de productos químicos. Con ese propósito emplearon materias primas renovables e innovaciones aplicadas a los procesos de síntesis y de análisis químico (Chemat, Vian & Cravotto, 2012; Calvo-Flores, 2019; Asveld, 2019, Ballesteros-Vivas *et al.*,

2020; Calvo-Flores & Martín-Martínez, 2022). Alineada con el respeto al medio ambiente y el bienestar social de las comunidades, promovieron el uso de disolventes naturales, conseguidos con materias primas renovables, biodegradables, no tóxicas y que no generen metabolitos tóxicos. Se emplean disolventes naturales como el agua, el dióxido de carbono, el etanol, el glicerol o el limoneno (Ballesteros-Vivas, Ibáñez, Cifuentes & Parada-Alfonso 2020).

Una aplicación de la química a la nutrición y a la salud es el enfoque de la «Alimentómica», o «Alimentómica Verde», que emplea técnicas ómicas novedosas para el análisis bioquímico de los alimentos, como la cromatografía de gases y líquidos, la espectrometría de masas y otros métodos de separación de los alimentos en sus componentes (Cifuentes, 2009; Capozzi & Bordoni, 2013). La base de la Alimentómica es que los alimentos son más que una fuente de energía y de placer, como si fueran medicamentos que corresponden a la expresión génica de cada individuo que influyen en su salud y en la manera cómo afecta su dieta (Sánchez-Martínez *et al.*, 2022).

Uno de los propósitos principales de la QV es la obtención de compuestos bioactivos, con actividad antioxidante y probablemente anticancerígena. Para ello se estudian los residuos de frutas tropicales, como la cáscara, la pulpa y la semilla (Ballesteros-Vivas *et al.*, 2020; Sánchez-Camargo *et al.*, 2020; Álvarez-Rivera, Ballesteros-Vivas, Ibáñez, Parada-Alfonso & Cifuentes 2021); o síntesis de aditivos para proteger a los alimentos de la oxidación lipídica, a partir de la cáscara de las frutas cítricas y de semillas de guayaba y papaya (Franco-Arnedo, Buevas-Puello, Miranda-Lasprilla, Martínez-Correa & Parada-Alfonso, 2020; Ballesteros-Vivas *et al.*, 2020).

La QV se inscribe en los Objetivos de Desarrollo Sostenible –ODS, de la Agenda ONU–, yendo más allá de la simple producción de un valor económico, alineándose con el concepto de Innovación Responsable. La QV es una manera distinta de concebir el proceso agroindustrial, uniéndolo con la preocupación social –reducir los residuos y desperdicios tóxicos, contribuyendo con la seguridad alimentaria–,

un interés económico –agregar valor al producto, convirtiendo desperdicio en subproducto, disminuyendo la huella de carbono y aumentando la competitividad empresarial en un mundo más consciente y comprometido en el control del cambio climático– y, básicamente, una preocupación medioambiental –reducir la producción de desperdicios; minimizar los efectos contaminantes y la alteración de los ecosistemas de flora y fauna; y disminuir el costo del tratamiento de los desperdicios– (Ballesteros-Vivas *et al.*, 2020).

La Economía Verde (EV) es un modelo claramente alternativo al de la economía lineal extractiva. Este modelo se basa en el principio de cerrar el «ciclo de vida» del recurso para producir bienes y servicios, pero reduciendo el consumo y el desperdicio de energía, agua y materias primas. Con este modelo se conservan los recursos naturales y se reducen los residuos –y particularmente los desperdicios–, porque se trata de un enfoque basado en el principio de las tres R: Reducir la cantidad de residuos, Reutilizar los residuos en muchos usos y Reciclar, obteniendo un producto con el mismo uso o uso diferente a partir de los residuos producidos (Cortés-Tormo, 2019). Este enfoque tiene una base que privilegia la conciencia ambiental y una forma de equilibrio ecológico.

Del enfoque de Economía Verde se han desarrollado variantes. Una de ellas es la llamada Economía Basura Cero (*Zero Waste Economy*, ZWE). El ZWE plantea la reducción de los desperdicios al mínimo, convirtiéndolos en materias primas para laborar nuevos productos y aplicaciones, aumentando su aprovechamiento y valorización económica (Saval, 2012; Marcet, Marcet Vila & Vergés, 2018). Actualmente se vive una crisis mundial de basura, que atenta contra la salud y el medio ambiente. Cerca del 40% de los residuos plásticos, que no termina en vertederos o en instalaciones de reciclaje, va a los océanos. Se estima que entre 4,8 y 12,7 millones de toneladas anuales de esos residuos llegan al mar como basura marina o partículas de microplásticos (Worm, Lotze, Jubinville,

Wilcox & Jambeck, 2018). Para algunos especialistas el ZWE supera los beneficios aportados por la EV, al proponer cambios en los patrones productivos, como una tecnología más «suave» y eficiente; pero también cambios en los hábitos de consumo alimentario y de disposición de los desperdicios, clasificándolos desde su lugar de origen, transformación o de consumo.

El ZWE es un término creado en 1973 por el Dr. Raul Palmer, sustentado en la idea de que el flujo de los materiales es circular. El mismo material –en su ciclo de vida– se utiliza una y otra vez hasta que se cumpla el nivel óptimo de su consumo. De tal manera que ningún material se desperdiciaría o se infrautilizaría en el sistema circular (Murphy & Pincetl, 2013). En su ciclo de vida los productos son utilizados y reutilizados, reparados, vendidos o redistribuido dentro del sistema.

Un aporte novedoso al ZWE fue hecho por Greyson (2007). Para reducir el desperdicio este autor propuso un procedimiento de preciclado, una política económica circular y un seguro de reciclaje. Lo llama instrumento de «seguro de preciclado», en el que la toma de decisiones es una iniciativa relacionada con las prácticas en el mercado, en lugar de ser la resultante de una regulación prescriptiva o de una campaña educativa. En este sentido, se han empleado una gran diversidad de estrategias, instrumentos y prácticas para reducir los desperdicios, atendiendo a sus impactos sociales, económicos y ambientales, para evitar el riesgo creciente de daños masivos e irreversibles que causan. Para lograr estos objetivos, Greyson propuso aplicar seguros en lugar de sanciones o impuestos gubernamentales. Y en vez de depender de la ética individual, o de una campaña educativa, o de una prescripción gubernamental, recomienda que el mercado sea el ente regulador y el que oriente la toma de decisiones. Con ese fin, Greyson sugiere realizar una consulta sobre qué hacer y cómo proceder. Es decir, se trata de promover una consulta sobre economía circular, buscando una propuesta alternativa eficiente para reducir los elevados volúmenes de desperdicios, recurriendo a la inventiva de la gente en la búsqueda de soluciones realistas para un problema planteado, que atañe a todos. ZWE resulta, así, una filosofía que promueve el rediseño del ciclo de vida de los productos,

para que todos los productos sean reciclados (Greyson, 2007; Zaman, 2014).

6. LA NECESIDAD DE UN MARCO NORMATIVO AMBIENTAL

La preocupación global por salvaguardar la vida de la naturaleza, aparte de las llamadas de atención sobre el problema de algunos autores e informes oficiales fue marcada por dos grandes cumbres, con la asistencia de numerosos dignatarios del mundo, que han incentivado el desarrollo de las políticas ambientales y de la legislación relacionada con la preservación de los recursos naturales y el ambiente. Se trata de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano –celebrada en Estocolmo, en 1972– y la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo –en Río de Janeiro, en 1992–. Como resultado de las deliberaciones en esas cumbres y de los compromisos establecidos nació el concepto del desarrollo sostenible, la necesidad de conciliar la protección del ambiente con el proceso de crecimiento de los países y la de relacionar la sostenibilidad con el derecho internacional ambiental. A consecuencia de la Cumbre de Estocolmo nació el Programa de las Naciones Unidas sobre el Ambiente (PNUMA, por su siglas en inglés), la Carta Mundial de la Naturaleza de 1982 y se publicó el Informe Brundtland –en 1987–. De la Cumbre de Río salieron algunos documentos jurídicamente vinculantes como la Convención sobre la Diversidad Biológica y el Convenio Marco de Cambio Climático. De esta manera se integró el derecho al desarrollo con la protección al ambiente, se comenzó en muchos países a establecer un cuerpo legislativo en materia ambiental y se incorporó el tema ambiental en los planes de desarrollo y en las agendas políticas, hasta surgir Comisiones Nacionales del Ambiente y Ministerios del Ambiente. Ese fue el telón de fondo donde se desarrolló el interés por la economía circular, como una alternativa restaurativa opuesta a la economía lineal extractiva de los recursos naturales (Rodríguez Becerra & Espinoza, 2002; Cabrera Medaglia, 2003).

Los modelos de negocios propios de la economía lineal pueden ser rentables a corto

plazo, pero a largo plazo se enfrentan a riesgos de mercados y a factores operativos, legales y empresariales que reducirán su rentabilidad en el futuro. Para minimizar los riesgos es necesario crear un marco legal que ofrezca seguridades de actuación para las empresas, los gobiernos locales y los mercados. Se acepta de manera general que para producir el cambio a una economía circular gradualmente es necesario contar con un marco normativo que regule la responsabilidad extendida del productor, que fomente la cooperación, que reglamente la gestión de los residuos plásticos, eléctricos y electrónicos y obligue al productor y al fabricante a incorporar parte del material reciclado en cada nuevo producto (Porcelli & Martínez, 2018; Fernández, 2021).

La inexistencia de ese marco normativo constituye un obstáculo para aumentar la circularidad. Ese marco puede ser un soporte para mejorar los incentivos fiscales y facilitar la transición a una economía circular. Con ese propósito hay que aplicar nuevas políticas y marco legislativos que incentiven el cambio de paradigma –de la economía lineal a la economía circular–, con el desarrollo de nuevos proyectos a diferentes niveles: micro (en la actividad productiva de las empresas y en los patrones de consumo de la sociedad); meso (a través de la colaboración de los distintos agentes económicos en el intercambio de recursos y desarrollo de actividades); y macro (en ciudades, regiones y gobiernos que acuerdan establecer flujos cerrados de materiales, agua y energía, para minimizar las pérdidas de recursos y alargar la vida útil de los materiales (Armedo, Jaca, León & Ormazabal-Goenaga, 2020).

Un elemento clave para promover la economía circular son las políticas públicas que permitan adversar las condiciones que propician el desarrollo ambiental. Un inconveniente en este sentido es la ausencia de una legislación coherente (Anzules, 2021), que puede ayudar a detener el deterioro ambiental. Aunque muchos países no cuentan con ese marco legal estructurado, se pueden adelantar para legislar en algunas áreas como el control del plástico y la basura (Almeida & Díaz, 2020).

La preocupación en Europa por crear una legislación ambiental no es nueva. En 1975 ya

se habían promulgado leyes para la adecuada gestión de los desechos y residuos sólidos urbanos, aunque no se hubiera creado aún un conjunto de instrumentos jurídicos verdaderamente transformadores (Alenza, 2020). Otra iniciativa de interés fue la de los pagos por los servicios ambientales, o pagos por servicios ecosistémicos, que se iniciaron en América Latina, en 1996. El pionero fue Costa Rica, con la Ley Forestal de 1996. El objetivo de este instrumento jurídico es generar un flujo continuo de recursos económicos para compensar anualmente a los usuarios por no usar la tierra en actividades no sostenibles. En ese instrumento están comprendidos servicios de mantenimiento –preservar el ciclo de nutrientes del suelo, etc.–, servicios de provisión –de alimentos, agua, etc.–, servicios de regulación –clima, enfermedad, etc.– y servicios culturales –patrimonio cultural, educación, etc.– (OEA, 2005). Esa iniciativa fue muy criticada porque convirtió al discurso ambientalista en una operación económica que creaba una nueva oportunidad de acumulación de capital, obviando las relaciones asimétricas socioeconómicas existentes entre los actores (Gómez-Baggethun, de Groot, Lomas & Montes, 2010). En casos como este, el Estado cumplía un papel de arbitraje y de asignación de roles entre los actores, valiéndose de arreglos de gobernanza con ellos, con las dificultades de establecer con claridad los derechos de propiedad sobre estos servicios (Flores, Aguilar, Reyes & Guzmán, 2018).

Una experiencia de gran interés involucró a la Comisión Europea, que presentó a finales de 2015 un programa de medidas legislativas referidas a todo el ciclo económico y no solo con miras a la reducción de los residuos. Esas medidas contribuyeron a «cerrar el círculo» de los ciclos de vida de los productos. Se desarrolló así el Programa de Eficiencia en el Empleo de los Recursos. Entre las medidas figuraban: i) normas para otorgar fondos para financiar la investigación y la innovación relacionadas; ii) la adopción de medidas para reducir el despilfarro de alimentos; iii) la elaboración de normas de calidad para las materias primas secundarias; iv) la revisión de los Reglamentos sobre abonos, reforzando el papel de los bionutrientes; v) la legislación

sobre los usos del plástico, especialmente en los áreas marinas; vi) la legislación sobre la reutilización de las aguas residuales; y, vii) elaborar varias directivas marco de residuos, de envases, de vertederos y otras (Porcelli & Martínez, 2018).

En 2021 se reunió la Comisión de Cambio Climático de las Naciones Unidas (United Nations Climate Change, 2021) para establecer acuerdos para proteger la naturaleza y acelerar la marcha hacia prácticas agrícolas y de uso de la tierra sostenibles. Con ese fin se reunieron representantes de 45 gobiernos y de 95 empresas para reducir el impacto ambiental, buscando establecer normas de previsión y compensación para la gestión de riesgos y apoyar la resiliencia ante las posibles amenazas surgidas en el sistema alimentario.

7. CONCLUSIONES

La principal conclusión derivada de este artículo es que la generación de residuos sólidos es una resultante forzosa del proceso de producción del sector primario. No obstante la mayor o menor generación de residuos está asociada al modo de producción y de consumo aplicado. Igualmente, dependiendo del modelo económico utilizado –lineal o circular– habrá notables diferencias en los volúmenes de residuos sólidos generados y en sus posibilidades de reutilización, para alargar el ciclo de vida útil del producto. El punto clave será entonces la escogencia de un modelo de desarrollo, como el de economía circular, que sea respetuoso de la naturaleza, sustentable desde el punto de vista ecológico y que reduzca el impacto negativo al medio ambiente para facilitar la transición de un modelo lineal hacia un modelo circular, con mejores condiciones para garantizar un sistema industrial restaurativo.

Otra conclusión es que no resulta fácil producir grandes cambios en el corto o mediano plazo, cuando se actúa en el contexto de un modelo de una economía lineal, extractiva, agotadora de los recursos naturales y que ha subordinado el valor intrínseco de la naturaleza al logro de objetivos relacionados exclusivamente con la rentabilidad económica y los fines de la política. Tampoco es fácil transitar el camino

que lleve a aplicar los principios propios de una economía circular, si no se ha producido un cambio en los comportamientos y en la conciencia ambiental en la sociedad. Urge incentivar una conciencia responsable y alineada con la sostenibilidad ambiental para establecer un nuevo modelo económico que implique grandes transformaciones, que permitan restituir los equilibrios ecológicos alterados durante mucho tiempo, sin dejar de lado las necesidades del desarrollo económico y social.

Por último, la gestión de los cambios que lleven a un modelo circular para reducir el elevado volumen de residuos agrícolas y reducir sus efectos contaminantes implica buscar soluciones en complejos escenarios donde existe una agricultura de baja productividad y prevalecen grandes desigualdades sociales y económicas, situaciones de hambre, pobreza y malnutrición, bajos niveles educativos y de dificultades de acceso a los servicios sociales básicos. Todas estas son condiciones que estimulan la inestabilidad social, la corrupción administrativa y la precariedad política en la toma de decisiones.

REFERENCIAS

- Abraham, E. R., Ramachandran, S., & Ramalingam, R. (2007). Biogas: Can it be an important source of energy? *Environmental Science and Pollution Research*, 14(1), 67-71. 10.1065/espr2006.12.370
- Aguilar-Brenes, E., Segrada-Rodríguez, A., Saberio-Arguello, D., Morales-Gonels, J., Chacín-Lázaro, M., Rodríguez-Rojas, ..., Gómez-Bonilla, Y. (2017). *Manual del cultivo de la yuca*. San José, Costa Rica: INTA. Recuperado de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10918.pdf>
- Alenza García, J. F. (2020). La economía circular en el derecho ambiental. *Actualidad Jurídica Ambiental*, (102), 225-249. Recuperado de <https://hdl.handle.net/2454/39443>
- Almeida Guzmán, M., & Díaz Guevara, C. (2020). Economía circular. Una estrategia para el desarrollo sostenible. Avances en Ecuador. *Estudios de la Gestión: Revista Internacional de Administración*, 8, 34-56. <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.10>
- Álvarez-Suárez, M. G., & Granado-Mongil, D. (2007). Cultivos energéticos. *Ambiencias. Revista de la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, (Cero)*, 15-25. <https://doi.org/10.18002/ambioc.v0i1.4799>
- Álvarez-Rivera, G., Ballesteros-Vivas, D., Ibáñez, E., Parada-Alfonso, F., & Cifuentes, A. (2021). Foodomics of bioactive compounds from tropical fruit by-products. *Comprehensive Foodomics*, 3(51), 672-688. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22882-5>
- Amaya Aguilar, G. (2019). *Economía circular como alternativa sostenible para el desarrollo productivo en las industrias*. (Trabajo de grado inédito). Universidad del Rosario, Colombia. https://doi.org/10.48713/10336_19761
- Anzules Baque, E. E. (2021). *Economía circular como alternativa de desarrollo sostenible en el Ecuador*. (Trabajo de grado inédito). Universidad Estatal del Sur de Manabí-UNESUM, Jipijapa, Manabí, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3176?mode=full>
- Armedo Lasheras, R., Jaca García, C., León Perfecto, C. & Ormazabal-Goenaga, M. (2020). *Guía Práctica para implementar la economía circular en las pymes*. Madrid, España: AENOR Internacional.
- Arteaga-Estrella, Y. (2013). Estudio del desperdicio del mucílago del cacao en el cantón Naranjal (Provincia de Guayas). *Revista Ecosinergia*, 4(1), 49-59. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6197548.pdf>
- Asveld, L. (2019). Towards including social sustainability in green and sustainable chemistry. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 19, 61-65. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2019.06.001>

- Baena, L. M. & García Cardona, N. A. (2012). *Obtención y características de la fibra dietaria a partir de la cascarrilla de las semillas tostadas de Theobroma cacao de una industria chocolatera colombiana*. (Trabajo de grado inédito), Escuela de Química, Universidad Técnica de Pereira-UTP, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.utp.edu.co/items/6d87a5ad-a3e6-4110-861f-066fd76e46fd>
- Ballesteros-Vivas, D., Ibáñez, E., Cifuentes, A., & Parada-Alfonso, A. F. (2020). *Aprovechamiento de subproductos agroalimentarios y de biomásas no convencionales en América Latina*. La Antigua: Centro de Formación de la Cooperación Española. CDU:504(7/8). Recuperado de <https://bibliotecadigital.aecid.es/bibliodig/es/consulta/registro.do?control=ES-MAAEC20210000225>
- Barrios Muñoz, D., Barrios Guerrero, L. U., Cerinza Barrero, A., & Hernández Calvo, L. (2022). Propuesta de mejora en el proceso de almacenamiento de productos perecederos en el programa del banco de alimentos. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 4(2). <https://doi.org/10.17981/bilo.4.2.2022.08>
- Basilico, N. & Figueroa, D. (2021). Los bancos de alimentos y su rol en el contexto de la pandemia del COVID-19. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 30(55), e20965. <https://doi.org/10.24836/es.v30i55.965>
- Braham, J. E., & Bressani, R. (1978). *Pulpa de café. Composición, tecnología y utilización*. Soyapango, Ottawa, Canadá: INCAP-CIID. Recuperado de <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/items/0328c4b6-23dc-48e9-b528-d5b66a895d91>
- Braungart, M., McDonough, W., & Bollinger, A. (2007). Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions: a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*, 15(13-14), 1337-1348. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.08.003>
- Bryant, R. & Bailey, S. (1997). *Third World Political Ecology*. Nueva York, EE.UU.: Routledge.
- Buitrago, J. A., Gil, J. L., & Ospina, B. (2001). La yuca en la alimentación avícola. *Zootecnia Tropical*, 25(1), 43-49. Recuperado de <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/54118>
- Bula, A. O. (2020). Importancia de la agricultura en el desarrollo socioeconómico. *Puente Académico*, (16), 1-28. Recuperado de <http://hdl.handle.net/2133/18616>
- Bustamante-Seme, L. M., & Naranjo-Zambrano, K. J. (2023). *Economía circular: Análisis del mercado para producir biodegradables a base de polímeros naturales de maíz que contribuyan al desarrollo local*. (Trabajo de grado inédito). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/68600>
- Caballero, M., Lozano, S. & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista Digital Universitaria*, 8(10), 1-12.
- Cabrera-Medaglia, J. A. (2003). El impacto de las declaratorias de Río y Estocolmo sobre la legislación y las políticas ambientales en América Latina. *Revista de Ciencias Jurídicas*, (100), 301-331. <https://doi.org/10.15517/rcj.2003.13406>
- Calex, J. A. (2016). *Los enfoques de desarrollo en América Latina, hacia una transformación social y ecológica*. Berlín, Alemania: Friedrich Ebert Stiftung. Recuperado de <https://library.fes.de>
- Calle, V. H. (1977). *Subproductos del café*. Manizales, Colombia: Cenicafé, Boletín Técnico 2. Recuperado de Biblioteca.cnicafe.org/bitstream/10.778/806/2/1/020.introduccion.pdf
- Calvo-Flores, F. G. (2019). Sustainable chemistry metrics. *Chemistry-Sustainability-Energy-Materials*, 2(10), 905-919. <https://doi.org/10.1002/cssc.200900128>
- Calvo-Flores, F. G. & Martín-Martínez, F. J. (2022). Biorefineries: Achievements and challenges for a bio-based economy. *Frontiers in Chemistry*, 10, 10.3389. <https://doi.org/10.3389/fchem.2022.973417>
- Cardoso, F. H. (1970). Impedimentos estructurales e institucionales para el desarrollo. *Revista Mexicana de Sociología*, 32(6), 1461-1482. Recuperado de <http://revistamexicanadesociologia.unam.mx/index.php/rms/article/view/58243>

- Carmona, A., Tapia, M. S., Hernández, P., Mata, C., & Rivas, S. (2022). Una contribución a la transferencia del sistema alimentario venezolano por la vía de acción 2: Modalidades de consumo sostenible. *Agroalimentaria*, 28(55), 119-137. <https://doi.org/10.53766/Agroalim/2023.55.08>
- Capozzi, F. & Bordoni, A. (2013). Foodomics: a new comprehensive approach to food and nutrition. *Genes & Nutrition*, (8), 1-4. <https://doi.org/10.1007/s12263-012-0310-x>
- Cardoso, F. H. (1970). Impedimentos estructurales e institucionales para el desarrollo. *Revista Mexicana de Sociología*, Vol. 32 (6), 1461-1482. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/3540734>
- Cartay, R. (1997). La economía del cacao en Venezuela. *Memorias del I Congreso Venezolano del Cacao y su Industria*, Maracay, 129-146.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2015). *Neoestructuralismo y conceptos heterodoxos en América Latina a inicios del siglo XXI*. Santiago, Chile: Libros de la CEPAL, N° 132. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37648-neoestructuralismo-corrientes-heterodoxas-america-latina-caribe-inicios-siglo>
- Chermat, F., Vian, M. A., & Cravotto, G. (2012). Green education of natural products: Concept, and principles. *International Journal of Molecular Science*, 13(7), 8615-8627. <https://doi.org/10.3390/ijms13078615>
- Cifuentes, A. (2009). Special Number: Food Analysis and Foodomics. *Journal of Chromatography*, (1216), 7109. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.09.018>
- COGERSA (Compañía para la Gestión de los Residuos Sólidos en Asturias). (2011). *Para reducir el impacto ambiental del gas de vertedero se capta y aprovecha energéticamente como biogás, agregando un beneficio económico*. Asturias, España: COGERSA. Recuperado de <https://www.cogersa.es/metas/portal/14498/20317>
- Contreras-Santos, J. L., Martínez-Atencia, J., Raghavan, B., López-Rebolledo, L., & Garrido-Pineda, J. (2021). Sistemas silvopastoriles: mitigación de gases de efecto invernadero, bosque seco tropical, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 901-919. <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.43313>
- Cortés-Tormo, D. (2019). *Explotación de los residuos del café mediante un sistema de producción cíclico*. (Trabajo de grado inédito). Administración y Dirección de Empresas, Universitat Politècnica de València, España. Recuperado de <https://m.riunet.upv.es/handle/10251/129126>
- ECODES (Fundación Ecología y Desarrollo). (2019). *Aumentar el aprovechamiento de los alimentos. Una visión desde el sector agrario* [IV serie del ciclo del ciclo de conferencias sobre el aprovechamiento eléctrico en 2019]. Zaragoza, España: ECODES. Recuperado de <https://ecodes.org/hacemos/produccion-y-consumo-responsable/alimentacion-sostenible>
- Eguilior-Recabarren, P. M. (2019). *Pérdida y desperdicios de alimentos en el sector agrícola. Avances y desafíos*. Santiago, Chile: COEPA-Ministerio de Agricultura. Recuperado de https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/02/articulo-perdida_desperdicios.pdf
- Elías Castells, X. (2003). Uso de combustibles alternativos: tecnologías aplicables. *Residuos: Revista Técnica*, 13(71), 68-83.
- Encalada, M., Fernández, P., Jumbo, N., & Quichimbo, A. (2017). Ensilaje de pulpa de café en la aplicación de aditivos en el cantón Loja. *Bosques Latitud Cero*, 7(2), 71-82. Recuperado de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/322>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2012). *Pérdida y desperdicios de alimentos en el mundo. Alcance, causas y prevención*. Roma, Italia: FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/3/i2697s/i2697s.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2014). *Pérdidas y desperdicios de Alimentos en América Latina y el Caribe*. Roma, Italia: FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/3/i3942s/i3942s.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2017a). *Pérdida y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe: alianzas e institucionalidad para construir nuevas políticas*. Roma, Italia: FAO, Boletín No. 4. Recuperado de <https://www.fao.org/publications/card/es/c/64d64217-88c3-450e-88fa-e670d5b19e2c/>

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2017b). *Huella en el desperdicio alimentario. Impacto en los recursos naturales*. Roma, Italia: FAO. Recuperado de <https://www.fao.org>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (S/f). *Seeking end to loss and waste of food along production chain*. Roma, Italia: FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/in-action/seeking-end-to-loss-and-waste-of-food-along-production-chain/en/>
- FAO-FIDA-OMS-PMA-UNICEF (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola-Organización Mundial de la Salud-Programa Mundial de Alimentos-United Nations International Children's Emergency Fund). (2022). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022. Adaptación de las políticas alimentarias y agrícolas para hacer las dietas saludables más asequibles*. Roma, Italia: FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0640es>
- Faura-Martínez, U., La Fuente-Lechuga, M., & García-Luque, O. (2016). Riesgo de pobreza o exclusión social: evolución durante la crisis y perspectiva territorial. *Reis. Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, (156), 59-74. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12424/1488552>
- Farooq, S. A., Kozinski, J. A., Khan, M. A., & Athar, M. (2010). Bisorption of heavy metals ion using wheat based bisorbents. Review of recent literature. *Bioresource Technology*, 10(14), 5043-5059. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.02.030>
- Fernández de Gatta Sánchez, D. (2021). Avances en la economía circular: Nueva legislación sobre residuos y plásticos. *Actualidad Jurídica Ambiental*, (108), 5-60. Recuperado de <https://www.actualidadjuridicaambiental.com/wp-content/uploads/2021/01/2021-01-11-Fernandez-Econom%C3%ADa-circular-pl%C3%A1sticos-residuos.pdf>
- Flores Aguilar, A., Aguilar Robledo, M., Reyes Hernández, H., & Guzmán Chávez, M. G. (2018). Gobernanza ambiental y pagos por servicios ambientales en América Latina. *Sociedad y Ambiente*, (16), 7-31. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-65762018000100007
- Franco-Armedo, G., Buelvas-Puello, M., Miranda-Lasprilla, D., Martínez-Correa, H. A., & Parada-Alfonso, F. (2020). Obtaining antioxidants extract from tangerine peels by modified supercritical CO₂ and their use as productive agent against the lipid oxidation of a mayonnaise. *Journal of Supercritical Fluids*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2020.104957>
- Galanakis, C. M. (2020). The food system in the era of corona virus (COVID-19). Pandemic crisis. *Foods*, 9(4), 523-528. <https://doi.org/10.3390/foods9040523>
- Garnica, J. A. S. (2016). Modelos de desarrollo y organización del espacio en Venezuela. *Línea Imaginaria, Revista de investigación, de Estudios Sociales y de Fronteras*, (9), 15-30. Recuperado de https://revistas-historico.upel.edu.ve/index.php/linea_imaginaria/article/download/4302/2195
- Gatani, M., Arguello, R., & Sesuín, S. (2010). Materiales compuestos de cáscara de maní y cemento. *Materiales de Construcción*, 60(298), 137-147. <https://doi.org/10.3989/mc.2010.46908>
- Global Food Banking Network. (S.f). *Food banking*. Chicago, EE.UU.: Global Food Banking Network. Recuperado de <https://www.foodbanking.org.es>
- Gómez-Baggethun, E., de Groot, R., Lomas, P. & Montes, C. (2010). The History of Ecosystem Services in Economic theory and Practice: From Early Notions to Markets and Payment Schemes. *Ecological Economics*, 69(6), 1209-1218. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.007>
- Gómez-Soto, J. A., Sánchez-Toro, O. J., & Matallana-Pérez, L. G. (2019). Residuos urbanos, agrícolas e pecuarios no contexto das biorrefinerías. *Biorrefinerías. Facultad de Ingeniería*. Vol. 28 (53), 7-32. <https://doi.org/10.19053/01211129.v28.n53.2019.9705>
- Graciani de Fariñas, L., Ortiz de Bertorelli, L., Angulo, J., & Parra, P. (2002). Características físicas del fruto de cacao tipos criollos, forastero y trinitario de seis localidades de Cumboto, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 52(3), 343-362. Recuperado de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2002000300006

- Greyson, J. (2007). An economic instrument for zero waste economic growth and sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 15(13-14), 1382-1390. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.07.019>
- Greengly Institute. (2022). *News blog ecology*. Paris, Francia: Greengly Institute. Recuperado de <https://greengly.earth/en-us/blog/ecology-news/global.food-waste-im-2022>
- Guanga-Molina, S. N. (2018). *Estudio y aprovechamiento de los residuos del cacao de la compañía Nestlé como estrategia comercial*. (Tesis de grado inédita). Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.ug.edu.ec/items/5c08b200-6cedd-41f7-b3a1-4d681730a7b6>
- Gudynas, E. (2015). *Extractivismos. Ecología, economía y política de un modo de entender el desarrollo y la naturaleza*. Cochabamba, Bolivia: CLAES/CEDIB. Recuperado de <https://gudynas.com/wp-content/uploads/GudynasExtractivismosEcologiaPoliticaBo15Anunciopdf>
- Guerrero, G. E., Suárez, D. L., & Orozco, & D. M. (2017). Implementación de un método de extracción obtenido del subproducto agroindustrial cascarilla de cacao. *Temas Agrarios*, 22(1), 87-92. <https://doi.org/10.21897/rta.v22i1.919>
- Gustavsson, G. J., Cederberg, C., & Sonesson, U. (2012). *Pérdida y desperdicios de alimentos en el mundo*. Alcances, causas y prevención. Roma, Italia: FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/3/i2697s/i2697s00.pdf>
- Gutiérrez-Garza, E. (2008). De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable. Historia de la constitución de un enfoque multidisciplinario. *Ingenierías*, 11(39), 21-35. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/607/60715120006.pdf>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2013). *Climate change 2013. The Physical Science Basis*. Summary for policymakers, technical summary and frequently asked questions. En T. F. Stocker, D. Qin, M. Plattner, S. K. Tignor, I. Allen, A. Boschung,.... P. M. Higley (Eds.). Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. Recuperado de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf
- Kalangole, C. B., Bareeba, F. N., Sabiiti, E. N., & Ledin I. (2008). Nutritional characterization of some tropical urban market crop wastes. *Animal Feed Science and Technology*, 41, 329-336. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9193-7>
- Kasseva, M. R. (2013). Sources, characterization, and composition of industry wastes. En M. R. Kasseva & C. Webb (Eds.), *Food industry wastes*. Oxford, Reino Unido: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-391921-2.00003-2>
- Kechichian, E., & Mahmoud, L. (2020). *The circular economy can support Covid-19 response and build resilience*. Washington, EE.UU.: World Bank Blogs. Recuperado de <https://blogs.worldbank.org/psd/circular-economy-can-support-covid-19-response-and-build-resilience>
- Leff, E. (2003a). La ecología política en América Latina. Un campo en construcción. *POLIS. Revista Latinoamericana*, 5. Recuperado de <https://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20101002070402/3Leff.pdf>
- Leff, E. (2003b). La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable: economización del mundo. Racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza. *Revista Líder*, 11(11), 21-35. Recuperado de <https://ru.iis.sociales.unam.mx/bitstream/IIS/4942/1/La%20geopol%C3%ADtica%20de%20la%20biodiversidad%20y%20el%20desarrollo%20sustentable.pdf>
- Leff, E. (2010). *Globalización, ambiente y sustentabilidad*. (6a. ed.). México, D.F.: Siglo XXI Editores.
- Leff, E. (2012). Pensamiento ambiental latinoamericano. Patrimonio de un saber para la sustentabilidad. *Environmental Ethics*, 34(supplement), 97-112. Recuperado de https://www.pdcnet.org/enviroethics/content/enviroethics_2012_0034Supplement_0097_0112
- León, A., Martínez, R., Espíndola, & Schejtman, A. (2004). *Pobreza, hambre y seguridad alimentaria en Centroamérica y Panamá*. Santiago, Chile: CEPAL/WPF. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6077-pobreza-hambre-seguridad-alimentaria-centroamerica-panama>

- Lorente, J., Valero, M., de Ancos, B., Martí, N., García, B., López, N.,..., Esturo, A. (2011). Aspectos industriales, Cap. 5. En CSIC (Ed.), *El libro del zumo* (pp. 79-116). Madrid, España: CSIC. Recuperado de https://digital.csic.es/bitstream/10261/89988/4/Aspectos_industriales.pdf
- Lozano Rodríguez, C., Sierra Garavito, D.A. & Rubio Contreras, C.A. (2023). Modelo de desarrollo sostenible de una empresa de curtumbres en la ciudad de Bogotá. D.C. *Revista CIEG*, (59), 176-190. Recuperado de <https://revista.grupociieg.org/wp-content/uploads/2022/12/Ed.59176-190-Lozano-et-al.pdf>
- Lucatello, S. (2012). Los mercados voluntarios de carbono en Norteamérica y su gobernanza: ¿qué reglas aplican para el comercio internacional de emisiones en la región? *Norteamérica*, Vol. 7, Ciudad de México.
- Manrique-Waldo, R. J. (2018). *Estudio de la combustión de pélet de cisco de café*. (Tesis de maestría inédita). Maestría en Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional, Medellín, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/68662>
- Marcet, X., Marcet Vila, M., & Vergés, F. (2018). Que es l'economia circular i per que es important per el territori. *Papers del Pacte Industrial*, 4. Barcelona, España: Pacto Industrial de la Región Metropolitana de Barcelona. Recuperado de <https://pacteindustrial.org/home/publicaciones>
- Martín-Coello Juárez, E. (2022). *Economía circular del cultivo del tabaco en una explotación agrícola de 100 ha en Pueblonuevo de Miramontes (Cáceres)*. (Trabajo de grado inédito). Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Martindale, W., & Schriebl, W. (2017). The impact of food preservation on food waste. *British Food Journal*, 119(12), 2510-2518. <https://doi.org/10.1108%2FBFJ-02-2017-0114>
- Martín-Moreno A. D. (2013). *Reducciones voluntarias de emisiones de CO₂ en el ámbito local ante el cambio climático*. (Trabajo de grado inédito). Departament de Ciències Agràries i del Medi Natural, Universitat Jaume I, Castellón, España.
- Martínez-Anaya, M. M., & Quintero-Pachane, J. C. (2018). Estado actual de los desperdicios en frutas y verduras en Colombia. [Anales del] *IV Congreso Internacional AM/TIC*. Popayán, Colombia, 6-8 septiembre, 194-201.
- Mejía-Villafuerte, D. A. (2017). *Pérdidas post cosecha en la cadena de valor del rubro papa. Un estudio de caso en la provincia del Carchi*. (Trabajo de grado inédito). PUCE, Quito, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14224>
- Melo-Delgado, C. M., Castillo-Mutis, G. C., & García-Noguera, J. C. (2022). De la economía lineal a la economía circular. Transformaciones en el manejo de los residuos sólidos. *Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 52-82. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2516
- Mercado, L. & Rivera, D. (2021). *Guía paso a paso para facilitar la transición hacia una economía circular desde los gobiernos locales. Caso de Costa Rica*. San José, Costa Rica: CATIE. Recuperado de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/11166>
- Murphy, S., & Pincetl, S. (2013). Zero Waste in Los Angeles, is the emperor wearing any clothes? *Environmental Science. Resources Conservation and Recycling*, 81(c), 40-51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.09.012>
- Muso-Santo, M. A., Salazar-Castro, H. A., & Narváez-Morán, J. C. (2016). *Utilización de pinzonte de plátano para la producción de papel*. Informe. Ecuador, Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- OEA (Organización de los Estados Americanos). (2 de noviembre de 2005). *Pagos por servicios ambientales*. San José, Costa Rica: OEA. Recuperado de <https://www.oas.org/dsd/Documents/Lospagosperserviciosambientales.pdf>
- Panfitt, J., Barthel, M., & MacNaughton, S. (2010). Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 365, 3065-3081. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0126>
- Parra, N., Henríquez, M., & Villanueva, S. (2018). Utilización de los subproductos del cultivo y del procesamiento del cacao. Ambiente, Infraestructura y Servicios. *JIF 12018. Jornada de Investigación Encuentro Académico Industrial*, Escuela de Ingeniería, UCV, Caracas.

- Pássaro-Carvalho, C. P., & Londoño-Londoño, J. A. (2012). Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización. En L. F. Garcés Giraldo (Ed.), *Industrialización de cítricos y valor agregado* (pp. 307-348). Caldas, Colombia: Corporación Universitaria Lasallista. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10567/559>
- Pengue, W. A. (2004). Producción agroexportadora e (in) seguridad alimentarias: el caso de la soja en Argentina. *REVIVEC: Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica*, 1, 46-55. Recuperado de <https://raco.cat/index.php/Revibec/article/view/38280/38154>
- Peñalosa-Bernal, J. P. & Ossa-Carrasquilla, L. C. (2023). Estimación de gases de efecto invernadero emitidos por la paca biodigestora durante el tratamiento de residuos orgánicos. *Revista Chapingo. Serie Agricultura Tropical*, 3(1), 55-69. <https://doi.org/10.5154/r.rchsagt.2023.03.05>
- Pérez de Armiño, K. (2000). *Ayuda alimentaria y desarrollo: modalidades, criterios y tendencias*. Bilbao, España: HEGOA, Universidad del País Vasco.
- Peters, I. (2003). Optimización del aprovechamiento energético de biogás de vertederos. *Residuos: Revista técnica*, 13(70), 34-37.
- PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2010). *Perspectivas del Medio Ambiente. América Latina y el Caribe*. Ciudad de Panamá, Panamá: PNUMA. Recuperado de http://centro.paot.org.mx/documentos/pnuma/GEO_ALC_3_WEB_VERSION_C.pdf
- Porcelli, A. M. & Martínez, A. N. (2018). Análisis legislativo del paradigma de la economía circular. *Revista Direito*, 14(3), 1067-1105. <https://doi.org/10.1590/2317-6172201840>
- Quintana-Crespo, E., Kreiker, J., Gatani, M., & Sable, L. (2016). Utilización de residuos agroindustriales en ligantes puzolánicos para uso vial. *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 3(2). Recuperado de <https://revistavial.com/utilizacion-de-residuos-de-la-agroindustria-en-obras-viales/>
- Rodríguez-Becerra, M. & Espinoza, G. (2002). *Gestión ambiental en América Latina y el Caribe: Evolución, tendencias y principales prácticas*. Bogotá, Colombia: Editorial UNIANDES. Recuperado de <http://hdl.handle.net/1992/46.544>
- Rodríguez-Valencia, N. (1999). *Manejo de residuos en la industria cafetalera*. Bogotá, Colombia: Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental BVSDS / Organización Panamericana de la Salud OPS. Recuperado de Infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/6/XXX./documents/eed.1967c.pdf
- Rubio, B. (1995). *La vía agroexportadora en América Latina y el nuevo orden agrícola internacional en el campo mexicano en el umbral del siglo XXI*. México, DF: Espasa Calpe.
- Salinas Callejas, E., & Gasca Quezada, V. (2009). Los biocombustibles. *El Cotidiano*, (157), 75-82. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32512739009>
- Salmerón Ruiz, K. V. (2021). *Implementación de un modelo de economía circular en la unidad educativa bilingüe particular Tejar*. (Tesis de grado inédita). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Salmer%C3%B3n+Ruiz%2C+Karen+Vanessa>
- Sánchez-Camargo, A. P., Gutiérrez, L. F., Vargas, S. M., Martínez-Correa, H. A., Parada-Alfonso, F., & Narváez-Cuenca, C.E. (2019). Valorización de la concha de mango: composición proximal, extracción de carotenoides en fluidos supercríticos y aplicación como aditivo antioxidante para un aceite comestible. *The Journal of Supercritical Fluids*, 152, 104574. <https://doi.org/10.1016/J.SUPFLU.2019.104574>
- Sánchez-Martínez, J. D., Ballesteros-Vivas D., Socas-Rodríguez, B., Mendiola, J. A., Cifuentes, A., & Ibáñez, E. (2022). Alimentómica verde y sostenibilidad. [Anales de la] *XXIII Reunión de la Sociedad Española de Química Analítica (SEQA)*, Oviedo, España. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10261/279447>
- Sánchez-Peña, L. (2015). Integrando la sustentabilidad a las metas de desarrollo. *Coyuntura Demográfica*, 8, 81-89. Recuperado de <http://www.somede.org/coyuntura-demografica/index.php/numero-8/item/integrando-sustentabilidad-metas-desarrollo>

- Sánchez-Silva, J. M., González-Estrada, R. R., Blancas-Benítez, F. J., & Fonseca-Cantabrana, A. (2020). Utilización de subproductos agroindustriales para la bioadsorción de metales pesados. *TIP. Revista Especializada en Ciencias Químicas-Biológicas*, 23, 11-18. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.261>
- Saval, S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: Pasado, presente y futuro. *Biotecnología*, 16(2), 14-46. Recuperado de https://smbb.mx/wp-content/uploads/2017/10/Revista_2012_V16_n2.pdf
- Saynes Santillán, V. Etchevers Barra, J. D., Paz Pellat, F. & Alvarado Cárdenas, L. O. (2016). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. *Terra Latinoamericana*, 34(1), 88-96. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57344471006>
- Schroeder P, Albaladejo, M., Alonso Ribas, P., MacEwen, M., & Tilkänen, J. (Septiembre de 2020). *La economía circular en América Latina y el Caribe. Oportunidades para fomentar la resiliencia*. Londres, Reino Unido: Chatam House. Recuperado de <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-01/2021-01-13-spanish-circular-economy-schroeder-et-al.pdf>
- Segrelles Serrano, J. A. (2007). El mito de la multifuncionalidad rural en América Latina. *Actas Latinoamericanas de Varsovia*, 29, 159-177. Recuperado de <https://web.ua.es/es/giecryal/documentos/documentos839/docs/mitomultifuncionalidad.pdf>
- Song, Q., Li, J., & Zeng, X. (2015). Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy. *Journal of Cleaner Production*, 104, 199-210. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.027>
- Sosa Fuentes, S. (2012). Otro mundo es posible: crítica del pensamiento neoliberal y su visión universalista y lineal de las relaciones internacionales y el sistema mundial. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 57(214), 57-86. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/421/42124556003.pdf>
- Stolowicz, B. (2012). El «posneoliberalismo» y la reconfiguración del capitalismo en América Latina. En B. Stolowicz W. (Ed.), *A contracorriente de la hegemonía conservadora*. Bogotá, Colombia: Espacio Crítico Ediciones. Recuperado de https://www.quehacer.com.uy/images/stories/Posneolib_y_reconfiguracin_capitalismo_AL_Bogot.pdf
- Stuart, T. (2009). *Despilfarro. El escándalo global de la comida*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Suárez-Agudelo, J. M. (2012). *Aprovechamiento de los residuos sólidos provenientes del beneficio del café en el Municipio Betania, Antioquia: usos y aplicaciones*. (Trabajo de grado inédito). Caldas, Colombia: Corporación Universitaria Lasallista. Recuperado de <https://hdl.handle.net/10567/627>
- Suárez Eiroa, B (2021). *Integración de la economía circular en el marco del desarrollo sostenible*. (Tesis doctoral inédita). Escola Internacional de Doutoramento, Universidade de Vigo. España. Recuperado de https://www.investigobiblioteca.uvigo.es/xmlui/bitstream/handle/11093/2414/SuarezEiroa_Brais_TD_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sumaya-Martínez, M. T., Medina-Carrillo, R. E., González-Ocegueda, E., Jiménez Ruiz, M., Baloiss-Morales, R., Sánchez-Herrera, L. M., & López-Nahuatt, G. (2019). Subproductos del despulpado del mango (*Mangifera indica*): actividad antioxidante y compuestos bioactivos de tres cultivares de mango. *Revista Bio Ciencias*, 16. <https://doi.org/10.15741/revbio.06.e560>
- Tapia, M. S. & López, S. (2020). Bancos de alimentos: un modelo que funciona mundialmente n la lucha contra el hambre. *Agroalimentaria*, 26(50), 167-187. <https://doi.org/10.53766/Agroalim/2020.26.50.10>
- Tejada-Tovar, C, Villabona-Ortiz, A., & Garcés-Jaraba, L. (2015). Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *Tecnológicas*, 18(34), 109-123. <https://doi.org/10.22430/22565337.209>

United Nations Climate Change. (6 de noviembre de 2021). *Nations and businesses commit to create sustainable agriculture and land use*. Nueva York, EE.UU.: UN. Recuperado de <https://unfccc.int/news/nations-and-businesses-commit-to-create-sustainable-agriculture-and-land-use>

World Economic Forum. (2023). *Reducing waste is critical for building a circular economy: Here's how local solutions can get us there*. Ginebra, Suiza: WEF. Recuperado de <https://www.weforum.org/agenda/2023/02/tackling-waste-is-critical-for-building-a-circular-economy-and-the-solution-is-local>

Worm, D., Lotze, H. K., Jubinville, I., Wilcox, C., & Jambeck, J. (2018). Plastic as persistent marine pollutant. *Annual Review of Environment and Resources*, 12, 1-26. <https://doi.org/10.1146/annurev-enviro-10.2016-060700>

Yepes, S. L., Montoya, L., & Orozco, F. (2008). Valorización de residuos agroindustriales-frutas- en Medellín y el sur del Valle del Aburrá, Colombia. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía*, 61(1), 4422-4431. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179914077018.pdf>

Zaman, A. U. (2014). Identification of key assessment indicators of the zero waste management system. *Ecological Indicators*, 36,, 682-693. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.09.024>