

ECONOMÍA CIRCULAR EN EL VALLE DE ABURRÁ:  
UNA PROPUESTA ALTERNATIVA DE SISTEMA ALIMENTARIO

NATALIA OSORIO SIERRA  
SARA ZAPATA RIGOL

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
MAESTRÍA EN SOSTENIBILIDAD  
MEDELLÍN  
2023

ECONOMÍA CIRCULAR EN EL VALLE DE ABURRÁ:  
UNA PROPUESTA ALTERNATIVA DE SISTEMA ALIMENTARIO

NATALIA OSORIO SIERRA  
SARA ZAPATA RIGOL

Trabajo de grado para optar por el título de  
Magíster en Sostenibilidad

Asesor  
MAURICIO ZENTENO CASAS  
Ingeniero civil y magíster en Ingeniería

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
MAESTRÍA EN SOSTENIBILIDAD  
MEDELLÍN  
2023

26 de febrero de 2023

Natalia Osorio Sierra y Sara Zapata Rigol

“Declaramos que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, párrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada

  
Natalia Osorio Sierra

  
Sara Zapata Rigol

Dedico esta tesis a הוה, mi fuente de inspiración y guía en cada paso de mi camino. También quiero expresar mi gratitud, a todas las personas que, como yo, creen en la necesidad de cambios estructurales en nuestro mundo actual. Este trabajo está dedicado a ustedes, quienes luchan por un futuro más justo, sostenible y equitativo para todos.

Natalia Osorio Sierra (febrero, 2023)

A mi papá y mi mamá que siempre me apoyan y contribuyen con el cumplimiento de mis sueños, a mi esposo que es mi polo a tierra y me invita todos los días a seguir luchando, ser disciplinada y hacer todo con pasión.

Sara Zapata Rigol (febrero, 2023)

## Tabla de contenido

1	Glosario	8
2	Resumen	11
3	Introducción	12
4	Antecedentes	14
4.1	¿Por qué el sistema alimentario actual es insostenible bajo un modelo económico lineal?	16
4.1.1	Sobreproducción de alimentos y desperdicios: pérdidas económicas	20
4.1.2	Sin igualdad social, no hay soberanía alimentaria	20
4.1.3	Producción insostenible de alimentos y desperdicio de recursos naturales	21
4.1.4	Cambio climático como consecuencia de un sistema alimentario ineficiente	22
4.1.5	Maneras de comer hoy, bajo los principios del sobreconsumo y la generación de PDA	24
4.2	Los impactos más críticos del sistema alimentario en Colombia	25
4.3	Primeros pasos para la reducción de las PDA en el Valle de Aburrá	27
5	El sistema alimentario actual = economía lineal	28
5.1	Principales desafíos del sistema alimentario actual	29
5.1.1	¿Por qué transitar hacia un modelo alimentario basado en la economía circular?	29
5.1.2	¿Por qué transformar el sistema alimentario actual en un mecanismo para la soberanía alimentaria?	31
5.1.3	¿Por qué adoptar un sistema alimentario bajo en emisiones de GEI?	32
5.1.4	¿Por qué repensar el estilo de vida y adoptar modelos de consumo consciente?	32

5.1.5	¿Por qué transitar hacia un sistema alimentario que usa los recursos naturales de forma sostenible?	33
5.2	Principales desafíos globales que inciden sobre el sistema alimentario del Valle de Aburrá	33
5.2.1	La crisis de los fertilizantes	34
5.2.2	El control de semillas	35
5.2.3	Los monocultivos	35
5.2.4	Residuos orgánicos y no orgánicos	35
5.2.5	La crisis hídrica y el cambio climático	36
5.2.6	Un mercado que produce PDA	37
5.3	Diagramas Sankey: una aproximación al sistema alimentario de Colombia y el Valle de Aburrá	37
5.3.1	La ruta de los alimentos, las pérdidas y los desperdicios en Colombia	37
5.3.2	El Valle de Aburrá y su sistema alimentario	39
6	Sistema alimentario sostenible para el Valle de Aburrá: de lo lineal a lo circular	43
6.1	Eslabón 1: Producción de alimentos	44
6.1.1	Agroecología	45
6.1.2	Agricultura orgánica	46
6.1.3	Agricultura orgánica regenerativa	47
6.1.4	Diferencias entre alternativas sostenibles de agricultura	47
6.1.5	Investigación y Desarrollo (I+D)	48
6.2	Eslabón 2: distribución, comercialización y rescate de alimentos	49
6.2.1	Siembra Viva: nuevos mercados para el consumidor consciente	50
6.2.2	Eatcloud: Tecnología e impacto social	51
6.2.3	Transformación de alimentos en productos de alto valor agregado	51
6.2.4	El sector minorista (5252)	
6.3	Eslabón 3: Bioeconomía circular como oportunidad de negocio para el cierre de ciclo del sistema alimentario	53
6.3.1	Compostaje como mecanismo de retorno	53
6.3.2	Digestión anaerobia y producción de bioenergía	55
6.3.3	Biofertilizantes y glocalización de cadenas de suministro	56
6.3.4	Biorefinación para una economía carbono neutral	57

6.3.5	Power Compost: proyecto piloto de la cuna a la cuna	58
6.3.6	Flujos de insumos, productos y residuos en un ejemplo de circuito	58
6.4	Reconfigurando el sistema alimentario para acelerar la transición de la linealidad a la economía circular	59
7	Mecanismos para acelerar la transición hacia un sistema alimentario circular	60
7.1	Tecnología para un futuro sostenible	60
7.1.1	Cosecha y producción agropecuaria	61
7.1.2	Postcosecha y almacenamiento	62
7.1.3	Producción sostenible en la industria de alimentos	62
7.1.4	Distribución y logística inversa inteligente	63
7.1.5	I+D+I aplicada a la producción de alimentos sostenibles y saludables	65
7.1.6	Datos, métricas y trazabilidad de los impactos en la cadena de valor	66
7.2	Alimentación saludable y responsable	67
7.2.1	Responsabilidad ambiental y social en la cadena de abastecimiento	69
7.2.2	La huella de los alimentos	69
7.2.3	Certificaciones y ecoetiquetado	70
7.2.4	El consumidor consciente: la dieta para un futuro sostenible	71
7.3	El marco estructural para un sistema alimentario circular	72
7.3.1	Infraestructura de la calidad para la economía circular	72
7.4	Responsabilidad extendida del productor	73
7.5	Marco regulatorio para la circularidad de los alimentos y la revalorización de los flujos de materiales y residuales	77
7.5.1	Digitalización y regulación de los modelos de negocio circulares	77
7.5.2	Fin de vida de alimentos y su transferencia a nuevos circuitos productivos	78
8	Conclusiones	80
8.1	Principales oportunidades para la transición del sistema alimentario de Colombia	80
8.2	Sistema alimentario circular del Valle de Aburrá: paso a paso	83
9	Bibliografía	87

# ECONOMÍA CIRCULAR EN EL VALLE DE ABURRÁ: UNA PROPUESTA ALTERNATIVA DE SISTEMA ALIMENTARIO

## 1 Glosario

**ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV):** “es una herramienta de gestión medioambiental cuya finalidad es analizar de forma objetiva, metódica, sistemática y científica, el impacto ambiental originado por un proceso/producto durante su ciclo de vida completo (esto es, de la cuna a la tumba)” (Escuela de Organización Industrial, 2016).

**CAMBIO CLIMÁTICO:** la definición acotada por la Organización de las Naciones Unidas, menciona que “se refiere a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Estos cambios pueden ser naturales, por ejemplo, a través de las variaciones del ciclo solar. Pero desde el siglo XIX, las actividades humanas han sido el principal motor del cambio climático, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas” (Organización de las Naciones Unidas, n.d.).

**CONVENCIÓN MARCO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (CMCC):** “la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Hoy en día, tiene una membresía casi universal. Los 197 países que han ratificado la Convención se denominan Partes en la Convención. [...] El objetivo del Convenio es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático” (ONU, n.d.) y establecer un marco general para los esfuerzos intergubernamentales para hacer frente los desafíos provocados por el cambio climático.

**DESPERDICIO DE ALIMENTOS:** se hace referencia a los productos que son descartados en las ventas al por menor debido a que no cumplen normas de calidad estrictas o por su fecha de caducidad. Aunque la medición del desperdicio de alimentos sea compleja, se tiene en cuenta que los productos que no llegan a consumirse representan un desperdicio de recursos, entre ellos, la mano de obra, la tierra, el agua, el suelo y las semillas, y aumentan en vano las emisiones de GEI (FAO, 2020b).

**ECONOMÍA CIRCULAR:** es una alternativa atractiva que busca redefinir qué es el crecimiento, con énfasis en los beneficios para toda la sociedad. Esto implica disociar la actividad económica del consumo de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño. Respaldada por una transición a fuentes renovables de energía, el modelo circular crea capital económico, natural y social y



se basa en tres principios: eliminar residuos y contaminación desde el diseño, mantener productos y materiales en uso, regenerar sistemas naturales (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

**FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE MOVIMIENTOS DE AGRICULTURA ORGÁNICA (IFOAM):** es una organización mundial con 700 afiliados en más de 100 países. A través de su trabajo, crean capacidad para facilitar la transición de los agricultores a la agricultura ecológica, concientizando sobre la necesidad de una producción y un consumo sostenibles, y abogan por un entorno político que favorezca las prácticas agrícolas agroecológicas y el desarrollo sostenible (*Our Story - Rodale Institute*, n.d.).

**GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI):** “son gases que provocan que la radiación infrarroja se detenga en la atmósfera, por lo que se calientan la superficie de la Tierra y la parte inferior de la atmósfera. [Estos gases] han estado presentes en la atmósfera en cantidades residuales en gran parte de la historia de la Tierra [...], [sin embargo] una buena parte de las emisiones de gases de efecto invernadero, particularmente de dióxido de carbono, son producto de las actividades humanas” (Echeverri Londoño, 2006).

**OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS):** los ODS son un conjunto de metas globales aprobadas por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015, con el objetivo de abordar las principales amenazas a la humanidad y mejorar la vida de todas las personas en el planeta. Estos objetivos incluyen la eliminación de la pobreza extrema y el hambre, la promoción de la educación de calidad, la igualdad de género y la reducción de la mortalidad infantil, entre otros. Se espera que se alcancen estos objetivos en los próximos 15 años, hasta 2030 (ONU & FAO, 2015).

**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO):** organismo especializado de las Naciones Unidas que trabaja en más de 130 países de todo el mundo liderando los esfuerzos internacionales para vencer el hambre, su objetivo es lograr la seguridad alimentaria para todos y garantizar que las personas tengan acceso regular a suficientes alimentos de alta calidad para llevar una vida activa y saludable (Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura, n.d.).

**PANEL INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC):** es el principal órgano científico internacional para la examinación y evaluación de la más reciente bibliografía científica, técnica y socioeconómica relacionada con la comprensión del cambio climático y producida en todo el mundo. Fue creado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en 1988 para ofrecer al mundo una visión científica clara del estado actual de los

conocimientos sobre el cambio climático y sus posibles repercusiones medioambientales y socioeconómicas (IPCC, n.d.).

**PÉRDIDA DE ALIMENTOS:** se considera pérdida de alimentos cuando éstos “se estropean o se derraman antes de llegar al producto final o la etapa de venta al por menor. Por ejemplo, los productos lácteos, la carne y el pescado pueden estropearse durante el transporte debido a servicios de transporte refrigerado y de almacenamiento en frío inadecuados. La FAO estima que el 14 % de los alimentos se pierden de esta manera, representando el equivalente a 1,5 gigatoneladas aproximadamente de CO<sub>2</sub>” (FAO, 2020b).

**POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL:** el Potencial de calentamiento global (GWP por sus siglas en inglés) es una medida que permite la comparación de diferentes gases y su impacto en el calentamiento global. Los GWP proporcionan una unidad de medida común que permite a los analistas sumar las estimaciones de las emisiones de diferentes gases (por ejemplo, para elaborar un inventario nacional de GEI), y permite a los responsables políticos comparar las oportunidades de reducción de emisiones entre sectores y gases (EPA, n.d.-a).

**SISTEMA ALIMENTARIO:** “es la suma de los diversos elementos, actividades y actores que, mediante sus interrelaciones, hacen posible la producción, transformación, distribución y consumo de alimentos” (FAO, 2017b).

**VALLE DE ABURRÁ:** demarcación geográfica de la zona urbana donde se está focalizando el análisis del sistema alimentario, debido a que los territorios que componen esta área tienen características compartidas respecto a dinámicas alimentarias, ambientales, económicas, sociales, demográficas, viales, culturales y tecnológicas. Está compuesto por Medellín como distrito núcleo (380.64 km<sup>2</sup>), alrededor de la cual están los conurbos de Barbosa (206 km<sup>2</sup>), Girardota (78 km<sup>2</sup>), Copacabana (70 km<sup>2</sup>), Bello (149 km<sup>2</sup>), Itagüí (21.09 km<sup>2</sup>), Sabaneta (15), Envigado (78.78 km<sup>2</sup>), La Estrella (35 km<sup>2</sup>) y Caldas (133.4 km<sup>2</sup>) (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, n.d.).

## 2 Resumen

Durante las últimas décadas, la producción de alimentos ha tenido cambios que responden a las necesidades poblacionales, económicas, políticas y sociales. Sin embargo, los avances que ha tenido este sistema se han dado a expensas del deterioro del ambiente debido al uso inadecuado de los recursos, la pérdida de la biodiversidad y, una de las problemáticas más graves, la generación de pérdidas y desperdicios de alimentos, de ahora en adelante mencionada como PDA. Alrededor del mundo, los sistemas alimentarios cuentan con las mismas dificultades, en especial la generación de PDA, esto debido a que los procesos están basados en un sistema lineal, de escala industrial globalizada, que en un futuro podría poner en riesgo la supervivencia de las poblaciones. El Valle de Aburrá es un territorio compuesto por varios municipios, los cuales dependen de otras regiones para el abastecimiento de alimentos debido a sus características geográficas, climáticas, económicas y poblacionales. Aun así, esa situación y dependencia alimentaria podría cambiar, al transformar el sistema alimentario desde el enfoque de la economía circular el cual permite realizar modificaciones en el diseño de los diferentes eslabones de la cadena agroalimentaria, desde la optimización de recursos, disminución y reutilización de residuos, empleo de diversos métodos de producción, formas de fertilización del suelo, protección de las especies, alternativas de transporte rural-urbano, distribución en los diversos comercios y también maneras de consumo. La propuesta de un sistema alimentario circular en el Valle de Aburrá contribuye a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero de la región, aprovechar los residuos orgánicos para generación de energía, biofertilizantes, bioplásticos, biocombustibles y productos químicos renovables, generar un cambio de consciencia en los consumidores, mejorar de los hábitos alimentarios y por ende la calidad de vida para la comunidad.

**PALABRAS CLAVE:** sistema alimentario, economía circular, cambio climático, pérdidas de alimentos, desperdicios de alimentos.

### 3 Introducción

Los sistemas alimentarios han sido esenciales para el desarrollo de las sociedades, durante siglos han avanzado de acuerdo con las necesidades de la especie humana. En las últimas décadas este sistema ha tenido modificaciones con el objetivo de responder a lo requerido, es así como gracias a la investigación, ciencia, tecnología, economía y demás, se ha convertido en un sistema globalizado de carácter industrial. Los métodos de producción cambiaron haciendo un mayor uso de agroquímicos tóxicos, se implementan otro tipo de herramientas para la cosecha, se transportan a los centros urbanos, se hacen importaciones y exportaciones, se distribuye en diferentes espacios comerciales y se consume en diversos escenarios.

Gracias a la evolución del sistema alimentario la producción de alimentos logra llegar a la mayoría de la población, a pesar de ello, sigue teniendo insostenibilidades que ponen en riesgo la misma supervivencia de la especie humana. Los modelos de producción, cosecha, transporte, distribución y consumo de alimentos, los cuales en la actualidad son lineales, siguen sin solucionar la problemática del hambre, la inseguridad alimentaria y los problemas de salud pública asociados con la nutrición; sumado a ello, generan fuertes externalidades de carácter negativo en los sistemas ambientales, económicos, geopolíticos, sociales, entre otros.

Este trabajo busca identificar las oportunidades que tiene la aplicación de modelos basados en economía circular para el sistema alimentario del Valle de Aburrá, realizar una comparación entre los modelos convencionales insostenibles, conocer las alternativas que se tienen actualmente en la ciudad y señalar algunas propuestas en los diferentes eslabones de la cadena para lograr la circularización, e incluso definir los mecanismos que permitirían acelerar la transición de la región a la economía circular.

Los sistemas alimentarios actuales deben ser mejorados con el fin de proporcionar de manera sostenible alimentos de calidad que contribuyan con la salud de las personas y al mismo tiempo alivien la presión que está ejerciendo sobre los recursos naturales, permitiendo el crecimiento y desarrollo económico. Esto es especialmente importante en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Rodríguez, 2017).

El consumo de alimentos es un factor relacionado de manera directa con la situación de insostenibilidad por la que el mundo está atravesando, debido a que las dietas poco variadas, deficientes en nutrientes, altas en alimentos ultraprocesados, con exceso de ingredientes como conservantes, azúcar y sal, y abundantes en productos de origen animal son el resultado de los modelos de producción actuales que ponen en riesgo la calidad de los alimentos, el uso de los recursos y la salud de las poblaciones.

Ahora bien, se puede decir que el consumo actual de alimentos, que va acorde a los modelos de producción, repercute en la salud de las personas ya que contribuyen con la perpetuación de la malnutrición y lo descrito como triple carga de la malnutrición, en la que se encuentra el sobrepeso, la obesidad y las enfermedades crónicas no transmisibles, de la misma manera la desnutrición y las deficiencias de micronutrientes en la población. Igualmente, las dietas son un vínculo básico entre los sistemas alimentarios y sus efectos en la nutrición y la salud (FAO, 2020a).

Así pues, este trabajo se concibe como una forma de identificar barreras, desafíos, riesgos, impactos e ineficiencias del actual sistema alimentario del Valle de Aburrá, establecer oportunidades de solución implementadas hoy en día, así como plantear la transición a un modelo circular a través de las diversas estrategias a implementar en los procesos que se llevan a cabo en los diferentes eslabones del sistema.

Este análisis se realiza con el ánimo de visibilizar la circularidad como una solución replicable que puede contribuir con la generación de datos del sistema, los cuales puedan tomarse como línea base para la innovación y el planteamiento de políticas públicas que lleven a la transición de los modelos alimentarios convencionales hacia sistemas alimentarios circulares y sostenibles.

## 4 Antecedentes

El sistema alimentario en la actualidad tiene la característica de ser insostenible, despiadado con el entorno y con objetivos enmarcados en el poder y el beneficio económico de unos pocos, esto debido a su actual estructura lineal que lo ha llevado a percibirse como un problema para el ambiente, causante de contaminación del aire, suelos y fuentes hídricas, pérdida de la biodiversidad, detonante de crisis económicas, responsable de problemas de salud pública y generación de grandes cantidades de desechos orgánicos e inorgánicos.

De acuerdo con datos oficiales, al año se producen 2010 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos y se espera que para el 2050 crezca a 3400 millones de toneladas, de los cuales se estima que el 50% correspondan a residuos generados por el sistema alimentario y otro tipo de residuos orgánicos como césped, hierba, plantas, ramas de árboles, entre otros. Cabe resaltar que, debido a su poder adquisitivo, los países con ingresos altos producen otro tipo de residuos como envases y no orgánicos, por lo que la fracción de desechos orgánicos es menor, aproximadamente del 32% en comparación a los residuos generados en regiones de ingresos bajos (Kaza et al., 2018).

Las diversas problemáticas del sistema requieren la atención urgente de todos los actores involucrados en sus diferentes niveles, aun así, la problemática alrededor de la generación de residuos, especialmente los denominados pérdidas y desperdicios de alimentos – PDA podría considerarse la más grave y en la que todos tienen incidencia directa. La generación de PDA trae consigo consecuencias para la seguridad y soberanía alimentaria de los pueblos, por ejemplo, en el modelo convencional de producción de alimentos se ha cuantificado aproximadamente un desperdicio de alimento anual de 1,3 billones<sup>1</sup> de toneladas de comida (FAO, 2014a), de los cuales Latinoamérica aporta el 30% de las pérdidas y 3,7% del desperdicio, con un índice de pérdida de aproximadamente el 12% (ver la Figura 2) (FAO, 2012).

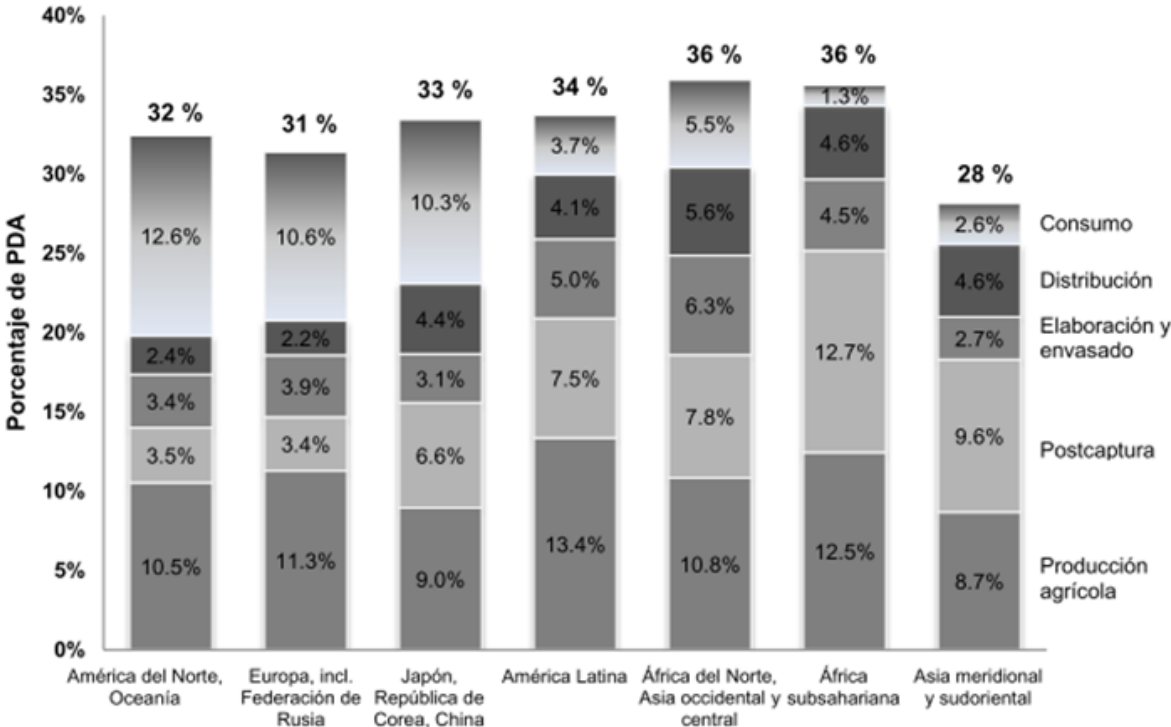
Asimismo, es de conocimiento público que los principales generadores de residuos domésticos orgánicos son los distribuidores y el *retail* con 20,6%, así como los hogares con 15,6%, hecho que los convierte en una de las principales causas de degradación de recursos ambientales y en una de las problemáticas sociales que requieren atención por parte de los gobiernos y las comunidades (FAO, 2019a).

Para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, el 6% de las pérdidas de alimentos a escala mundial se generan en la zona de América Latina y el Caribe (FAO, 2016), sin embargo, al observar de manera general se evidencia que anualmente se desperdician alrededor del 15% de los

---

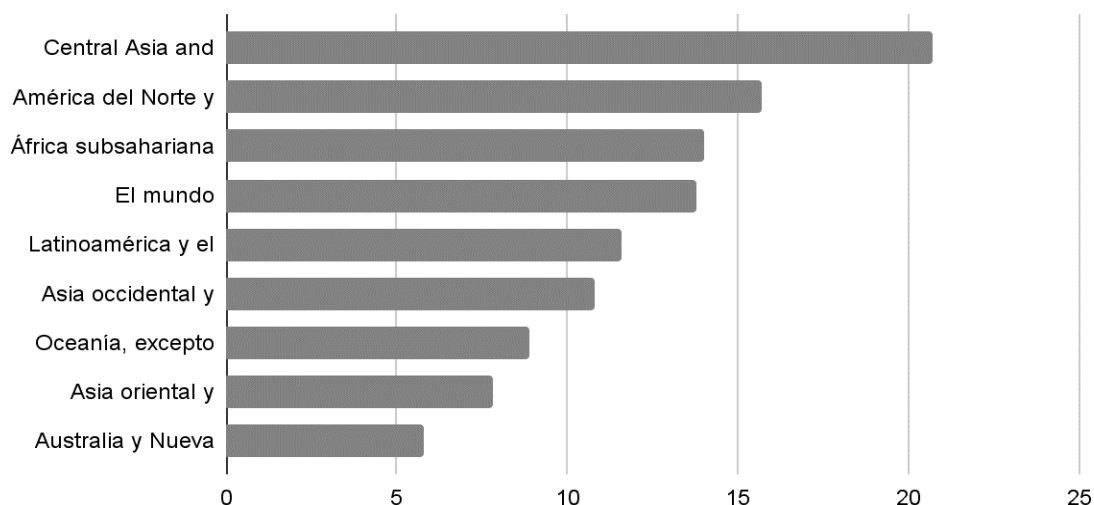
<sup>1</sup> Miles de millones.

alimentos disponibles, porcentaje que corresponde principalmente a la pérdida de alimentos que se da en la etapa de producción. De igual forma, en el periodo de consumo se evidencia un desperdicio del 28% seguido de la fase de manipulación de alimentos con un 22%. Con respecto a otras etapas relevantes dentro del sistema alimentario, se identifica que durante el *retail*/mercado y distribución se genera un 17% de desperdicio de alimentos y el 5% restante es causado en los ciclos de manufactura y de procesamiento de alimentos (FAO, 2014a).



**Figura 1** Distribución de las PDA a lo largo de la cadena alimentaria en las distintas regiones del mundo (FAO, 2014b)

## Índice de pérdida de alimentos desde la post-cosecha hasta la distribución, 2016



**Figura 2** Índice de pérdida de alimentos por continentes (FAO, 2014b)

Las prácticas agrícolas convencionales abarcan actividades como labranza intensiva, monocultivos, irrigación, aplicación de fertilizantes inorgánicos, control químico de plagas y manipulación genética de los cultivos, todas estas prácticas ponen en riesgo la vida de las especies, la calidad de los suelos y las fuentes hídricas, siendo prácticas que responden a un modelo creado por el ser humano que discrepa de los procesos innatos de la naturaleza (Gliessman et al., 1998).

Según la FAO, en los últimos 20 años, ha cambiado la forma en la cual los alimentos se producen, distribuyen, comercializan y consumen, esto como resultado de la globalización, los procesos de urbanización, el desarrollo tecnológico, la apertura de mercados internacionales y la liberación del comercio.

De esta manera, la sociedad ha transformado su relación con el ambiente, cambiando la forma de administrar los recursos naturales que se requieren para satisfacer sus necesidades, propiciando de manera directa la degradación de estos y la concentración de tierras y de mercados, fenómenos que ha creado una agricultura sin agricultores y una competencia por recursos y espacio entre la producción agrícola y ganadera (Fao, 2017).



#### 4.1 ¿Por qué el sistema alimentario actual es insostenible bajo un modelo económico lineal?

Los sistemas alimentarios, son estructuras que contienen factores impulsores, agentes y elementos que no existen de forma aislada, sino que interactúan entre sí y con otros sistemas como un engranaje. Los sistemas están integrados en ciclos adaptables continuos de crecimiento, reestructuración y renovación (HLPE 2014).

El sistema alimentario convencional, como se conoce hoy en día, nació con el objetivo de ser altamente productivo y, en su momento, contribuir con la erradicación del hambre en el mundo a través de estrategias como el aumento de la disponibilidad de alimentos y reducción de su valor económico. Teniendo en mira dichos objetivos, en los años sesenta surge la Revolución Verde<sup>2</sup> la cual favoreció la industrialización del sistema alimentario, tanto en la producción como en la distribución, hecho que generó impacto en las poblaciones y cambios en los hábitos de consumo, entre otras consecuencias (Rodríguez-González et al., 2015).

Se considera el sistema alimentario convencional muy importante para el desarrollo de las sociedades, dicha relevancia ha hecho que los modelos económicos giren alrededor de éste, generando prácticas como la centralización y la concentración de los diversos procesos en corporaciones internacionales o grandes empresas debido a su capacidad para producir alimentos en cadenas largas, con procesos de estandarización rigurosos y con un control de la calidad, permitiendo de esta manera una mayor oferta de alimentos a precios más asequibles para las personas.

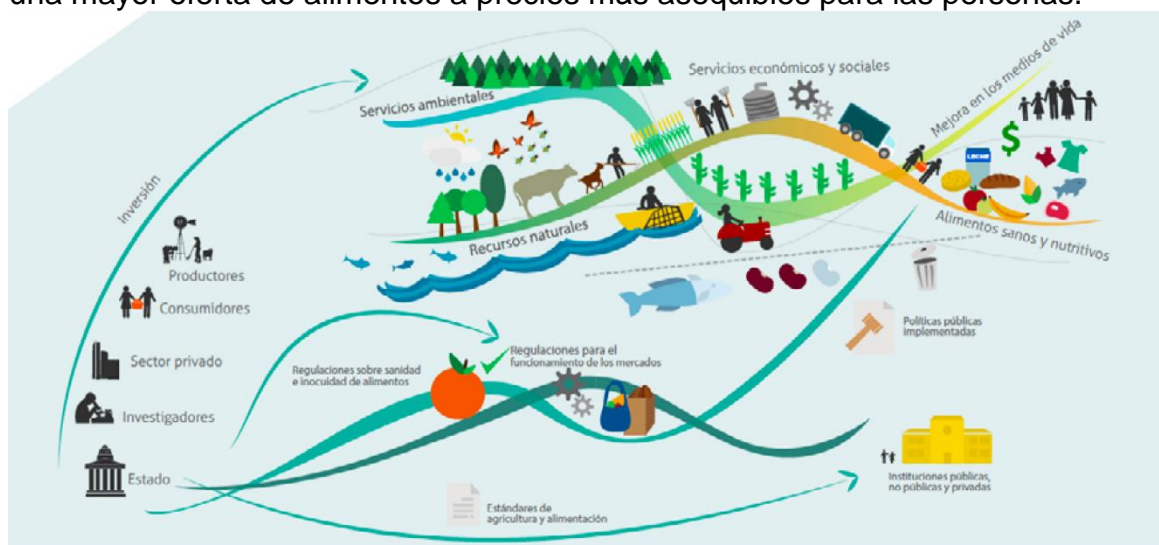


Figura 3. Sistema alimentario (FAO, 2017b)

<sup>2</sup> Nombre con el que se conoce al importante incremento de la productividad agrícola entre 1960 – 1980 en EEUU y que luego se extendió a otros países.

A pesar de los grandes beneficios que el sistema alimentario puede traer, el modelo bajo el que se desarrollan sus procesos lo convierte en insostenible al depender de combustibles fósiles no renovables, deteriorar el ambiente, hacer uso inadecuado de recursos, contribuir con la pérdida de biodiversidad, afectar a las comunidades que consumen sus productos, entre otros aspectos relacionados de manera directa con el cambio climático.

Desde hace varias décadas, en el marco global, se vienen presentando las consecuencias de la crisis climática, la cual ha sido producto de las diferentes decisiones que se han tomado para preservar la economía y el *status quo* de un grupo reducido de la población, por ello se han presentado dificultades como la pérdida de diversidad, la contaminación de las fuentes hídricas, el deshielo de los polos, el aumento de las mareas, el calentamiento de los océanos, los terremotos y otros desastres naturales, la contaminación del aire, la afectación del ciclo del nitrógeno y el fósforo en los suelos, y problemas sin precedentes que ponen en riesgo la vida de todas las especies que habitan la Tierra (Kennedy & Lindsey, 2018).

Esta situación ha dejado graves secuelas que incluso afectarán en el futuro de formas que no se han dimensionado. Las consecuencias del deterioro del planeta se han hecho presentes en la vida de los humanos de una manera acelerada después de las propuestas de desarrollo y los modelos de producción implementados desde la Primera Revolución Industrial (1760-1840) pues la manufactura de todo tipo de productos y necesidades humanas se desbordó y masificó (Gerten et al., 2020). Sumado a esto, se dio un manejo inadecuado de recursos, resultado de varios fenómenos sociales en los que influyó la falta de conciencia colectiva y educación ambiental generados por la forma de desarrollo de la época, la cual se mantiene vigente e insostenible (EPA, n.d.-b).

Además, en los últimos 25 años se han desarrollado modernas formas de vivir, haciendo que se den cambios desde la urbanización hasta el consumo de alimentos, así como el surgimiento de nuevas maneras de acceder a la comida, por todo el avance que ha tenido el *retail*, el comercio mayorista y la misma logística que hay alrededor del comercio de alimentos en todo el mundo (Intini et al., 2019).

Las conclusiones a las que se ha llegado luego de indagar en las acciones que contribuyen con la problemática ambiental, mencionan que si los modelos de producción de alimentos no se modifican los daños en el mundo podrían ser mayores, por ejemplo, niveles excesivos de dióxido de carbono en la atmósfera que

provocarían una elevación de la temperatura en 6 °C, trayendo como consecuencia la amenaza de los sistemas ecológicos y poniendo en peligro la viabilidad de las sociedades humanas contemporáneas (Gerten et al., 2020).

Como se ha mencionado, la agricultura convencional es una de las principales causantes de la contaminación ambiental, debido a varias prácticas que se llevan a cabo en los procesos, como, por ejemplo, el uso de fertilizantes químicos tóxicos para la producción de alimentos, los cuales son fabricados con nitrógeno y fósforo. Este tipo de productos químicos afectan significativamente los ciclos naturales de ambos elementos en los suelos, por lo que se convierten alrededor de 120 millones de toneladas de nitrógeno - N<sub>2</sub> de la atmósfera al año en formas reactivas, lo que es más que los efectos combinados de todos los procesos terrestres (Gerten et al., 2020); gran parte de este nuevo nitrógeno reactivo termina siendo depositado en el ambiente, contaminando el agua y las zonas costeras, se acumula en los sistemas terrestres y se añade una serie de gases a la atmósfera que aportan al calentamiento global, como el óxido nitroso que es uno de los más importantes gases de efecto invernadero distintos del dióxido de carbono (Gerten et al., 2020).

Otra de las problemáticas asociadas con el calentamiento global, y en general con la crisis ambiental actual, son los residuos que se generan, dado que el consumismo y el crecimiento demográfico han hecho que los desechos se produzcan en grandes cantidades y que no se les dé un tratamiento adecuado, desencadenando problemáticas mayores por las emisiones de gases de efecto invernadero que producen, el espacio que ocupan y el daño que hacen al interferir con los ecosistemas y las especies en general (Onyanta, 2016). Sin embargo, a pesar de estas interrelaciones presentadas por la ciencia entre la producción de alimentos y la pérdida de biodiversidad por el cambio climático, son tratadas de formas diferentes por los diversos actores de la sociedad, los responsables políticos, los servicios de comunicación y el público en general, quienes asumen que estas situaciones complejas para la vida misma no están relacionadas entre sí (Zaccai & Adams, 2012).

Al centrarnos en la problemática de residuos, específicamente residuos orgánicos producidos por alimentos, los datos se quedan cortos, en especial cuando se indaga por información enfocada en un territorio como el Valle de Aburrá. Esta carencia de datos es común, no sólo en la zona seleccionada sino en toda Colombia, lamentablemente no se encuentran referencias representativas que muestren un panorama, al menos general, de lo que ocurre con este tipo de residuos en nuestro territorio. Esta falta de datos ocasiona que no se pueda cuantificar y modificar las

estrategias implementadas lo que conlleva a perpetuar el sistema tradicional insostenible (United Nations Environment Programme, 2021).

#### 4.1.1 Sobreproducción de alimentos y desperdicios: pérdidas económicas

El enfoque bajo el cual se desarrolla el sistema alimentario prioriza la productividad, el rendimiento y las ganancias monetarias. Desde esa mirada, se evidencia reducción del precio de los alimentos, sin embargo, no se cuantifican los elevados costos que ocasiona al agotar los recursos naturales, ya que provoca externalidades negativas en ámbitos sociales, ambientales, económicos, políticos, entre otros, que dejan en evidencia la crisis de este modelo (FAO, 2019c).

El sistema alimentario en el que se llevan a cabo prácticas de producción convencional está enfocado en el rendimiento del cultivo sin importar los costos que esto implique, este modelo se encuentra enmarcado en una sociedad con un desarrollo económico capitalista en el cual lo importante es la rentabilidad y el rendimiento en la producción, sin tener en cuenta los costos ocultos que se puedan generar, así como tampoco se consideran otros actores importantes en la cadena como lo son comerciantes, consumidores y otros (FAO, 2017b).

En una revisión realizada por el Observatorio del Hambre de la Universidad Externado de Colombia, mencionan que, según la agencia de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, al año se desperdician 1300 millones de toneladas de alimentos alrededor del mundo, lo que genera grandes pérdidas económicas, estimadas en 750000 millones de dólares (Universidad Externado de Colombia, 2016).

#### 4.1.2 Sin igualdad social, no hay soberanía alimentaria

Durante varias décadas se generaron discusiones respecto a la igualdad y justicia alimentaria, dando como resultado en el 2003 la definición del término soberanía alimentaria acotado por la organización social Vía Campesina: “[es] el derecho de los pueblos, comunidades y países a definir sus propias políticas agrícolas, pastoriles, laborales, de pesca, alimentarias y agrarias que sean ecológica, social, económica y culturalmente apropiados, así como la capacidad de mantenerse a sí mismos y a sus sociedades” (Vía Campesina, 2002).

La necesidad de acotar un término se dio debido al modelo de producción de alimentos convencional que tiene prioridades ajenas a las comunidades y a los consumidores, contrarias en muchas ocasiones al bienestar colectivo y de igualdad social. Las problemáticas que en su momento llevaron a la lucha de campesinos

para lograr el reconocimiento de su papel en el sistema alimentario y el reclamo del respeto por la labor agrícola actualmente aún existen.

Un sistema alimentario que prioriza las exportaciones, obliga a los agricultores a usar semillas genéticamente modificadas en favor de las grandes multinacionales, promueve y capacita sobre el uso de fertilizantes tóxicos, desestimula la producción de alimentos endémicos, aprueba licencias mineras en territorios con fuentes hídricas importantes, prohíbe el uso de semillas nativas, no realiza mantenimiento ni crea vías de conexión con las zonas rurales, no reconoce la labor de los campesinos, entre otros, es un sistema insostenible, desigual y no soberano, que pone en riesgo la seguridad alimentaria y nutricional de la población (Vía Campesina, 2002).

La soberanía alimentaria promueve unas prácticas dentro de los procesos del sistema alimentario que de ser aplicadas contribuirían con la mitigación o abolición de las dificultades que en la actualidad se enfrentan. El modelo actual está centrado en la explotación, una forma diferente, bajo la sombra de la soberanía alimentaria, se enfocaría en una producción limpia, un consumo consciente y un mejor uso de los recursos (T. Altieri et al., 2011).

Según Paul Nicholson, agricultor miembro del sindicato EHNE (Unión de Agricultores Vascos) y miembro fundador de la Comisión Coordinadora Internacional de Vía Campesina, la soberanía logra con un modelo agroecológico, “una agricultura pequeña, familiar”, alimentar a más del 70% de la población, que hasta ahora se alimenta con el sistema lineal de monocultivo (del Viso, 2009).

#### 4.1.3 Producción insostenible de alimentos y desperdicio de recursos naturales

Un gran porcentaje del planeta es ahora usado para la producción de alimentos a gran escala, con extensiones de tierra dedicada al crecimiento de una misma especie bajo el modelo de monocultivo, todo ello para “prevenir la escasez y el hambre en el mundo” según algunas organizaciones, gobiernos e industrias. La FAO menciona que para el 2050 la población mundial será de 9000 millones de personas y alimentar dicha cantidad de humanos representa un gran desafío global (FAO, 2017a).

Las grandes empresas e instituciones con ayuda del avance tecnológico han desarrollado herramientas que se enfocan en la producción de alimentos para dar respuesta al crecimiento demográfico, de ahí han surgido prácticas como la introducción de especies genéticamente modificadas, el uso de fertilizantes, la utilización de maquinaria y sistemas de riego, entre otros. Sin embargo, no se ha

erradicado el hambre, incluso podría decirse que las cifras cada año van en aumento (ONU, 2022).

Mientras 2000 millones de personas sufren sobrepeso u obesidad, 821 millones viven con desnutrición crónica. Se ha instaurado en el mundo un modelo de producción de alimentos altamente insostenible que es responsable del injusto reparto de los alimentos y también del deterioro del planeta en aspectos como la desaparición del 75% de la diversidad de cultivos, el 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso del 70% del agua dulce disponible, la contaminación por la utilización abusiva de abonos químicos y pesticidas, y gran parte de la deforestación o de la erosión de un tercio de las tierras cultivables causada por el monocultivo. Los ecosistemas marinos también sufren las consecuencias de este modelo con un 33% de especies sobreexplotadas, la contaminación por plásticos o la acidificación de las aguas (Gallo Aponte, 2019).

A partir de lo evidenciado y descrito por la FAO se identifica también como una de las deficiencias del sistema la pérdida y el desperdicio de alimento – PDA, la cual se genera en todos los eslabones de la cadena alimentaria, desde las zonas rurales donde se producen los alimentos, en las carreteras o vías de acceso al campo, en los establecimientos comerciales encargados del *retail*, en las instituciones en las que se brinda alimentación a grandes cantidades de personas como hospitales, entidades públicas y privadas, establecimiento de educación, en los hogares, las industrias de transformación y en los espacios donde se realiza distribución de alimentos, entre otros (Myer et al., 1999).

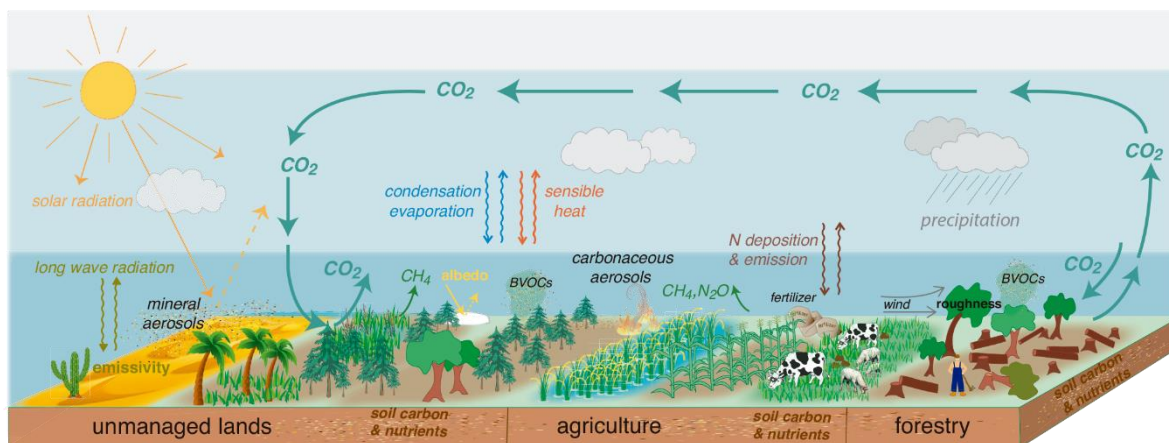
Adicionalmente, las pérdidas y desperdicios tienen un impacto negativo sobre los recursos naturales finitos como el agua y la tierra, ya que la producción de alimentos ocupa el 25% de la superficie habitable, requiere el 70% del consumo de agua, ocasiona un 80% de la deforestación y un 30% de la producción de gases efecto invernadero (Buzby & Hyman, 2012).

#### 4.1.4 Cambio climático como consecuencia de un sistema alimentario ineficiente

Se pueden encontrar numerosos estudios en los que se reconoce el actual sistema alimentario, en su mayoría industrializado, como un sistema insostenible y por ello se establece como uno de los detonantes del cambio climático. No obstante, son reducidas las propuestas viables que apunten a disminuir la problemática, que apliquen y evalúen estrategias en comunidades o expongan estrategias confiables para el registro de información del sistema, como, por ejemplo, cuantificación de las pérdidas y desperdicios generadas en cada uno de los eslabones (World Wildlife Fund for Nature, 2017).

La agricultura es una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso. Estas emisiones proceden de diversas fuentes, como el uso de combustibles fósiles para el transporte y la maquinaria, la producción de fertilizantes químicos y pesticidas, y el sector ganadero. El informe especial del IPCC (Jia et al., 2022) concluye que el 23% de las emisiones globales de GEI son atribuibles a los sistemas alimentarios. En gran parte son emisiones indirectas debidas a la producción y transporte de insumos o productos de consumo, incluyendo las asociadas a cambios de uso del suelo, sobre todo para la implementación de monocultivos de exportación.

Para el 2017, según la Organización de las Naciones Unidas, el sistema alimentario representaba el 30% del consumo total de energía y contribuía al 22% de las emisiones contaminantes (Suárez Álvarez, 2017). Además, la interacción entre la tierra y el clima es permanente, donde se realizan intercambios de GEI (dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso), agua, energía o precursores de forzadores climáticos de vida corta (por ejemplo, compuestos orgánicos volátiles biogénicos, polvo, carbono negro) (ver Figura 4).



**Figura 4.** La estructura y el funcionamiento de los ecosistemas gestionados y no gestionados que afectan al clima local, regional y mundial (Agus et al., 2022)

Esta interacción hace que la agricultura sea especialmente vulnerable al cambio climático, ya que el calentamiento de origen antropogénico ha provocado cambios en las zonas climáticas, principalmente un aumento de los climas secos y una disminución de los polares, por lo que se prevé que el calentamiento continuado dé lugar a nuevas temperaturas cálidas en las regiones tropicales y desplace las zonas climáticas a los polos en las altitudes medias y altas, siendo los ecosistemas de estas regiones cada vez más expuestos a estados y precipitaciones extremas diferentes a los que están adaptados actualmente, lo que puede afectar su

estructura, composición y funcionamiento, y en últimas supone un riesgo físico para la producción de alimentos (*Cambio Climático Antropogénico*, n.d.).

Estos climas cálidos emergentes afectan negativamente al uso de la tierra, debido a cambios en la productividad de los cultivos, las necesidades de riego y las prácticas de gestión; y a la cubierta terrestre a través de la pérdida de productividad de la vegetación en muchas partes del mundo; además de facilitar la aparición de vectores de enfermedades y plagas, por lo que se anularían cualquier beneficio para el uso de la tierra y los ecosistemas (Masson-Delmotte et al., 2020).

#### 4.1.5 Maneras de comer hoy, bajo los principios del sobreconsumo y la generación de PDA

Las formas de producción de alimentos y en general todo el sistema alimentario convencional cuenta con varios problemas. Los alimentos producidos no logran llegar a la totalidad de los habitantes que habita el planeta a pesar de que se produce la cantidad suficiente para alimentar a toda la población, las dificultades para acceder a los alimentos hacen que las comunidades se vean obligadas a consumir productos que no son tan nutritivos, especialmente las personas vulnerables, de bajos ingresos, haciendo entonces que se conviertan en poblaciones con altos índices de inseguridad alimentaria y nutricional.

Aunado a lo anterior, los modelos de producción convencionales suelen dar prioridad a los alimentos que generen menores costos para las empresas agricultoras, los cuales se cultivan en tierras que han sido tratadas por mucho tiempo con químicos que desnaturalizan los suelos y trae como consecuencia la cosecha de alimentos menos nutritivos (Rembiakowska et al., 2012).

La falta de oferta de alimentos saludables y ricos en nutrientes hace que se prefiera un tipo de productos, por lo regular, de menor costo para el consumidor como los ultraprocesados, que contribuyen con el aumento de enfermedades relacionadas con el consumo de alimentos como la desnutrición, el sobrepeso, la obesidad, el déficit de nutrientes, la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, entre otros (Peña et al., 2000).

Los patrones alimentarios o dietas son influenciados hoy en día por los sistemas alimentarios y sus eslabones como la producción y distribución. Desde los gobiernos se debe procurar la oferta de alimentos inocuos y nutritivos, que sean accesibles para la comunidad y generen lo mínimo de costos en ámbitos ambientales, económicos, sociales, políticos, entre otros. También es clave promover dentro de la población, desde diversos escenarios, la educación alimentaria con un enfoque en la sostenibilidad, así se esperaría que el consumidor de manera voluntaria y



paulatina comience a optar por alimentos locales y elija productos con procesos que sean amigables con el ambiente (Intini et al., 2019).

Los sistemas alimentarios se encuentran en constante transformación, han evolucionado con los seres humanos y por ello han sido moldeados según contextos históricos, religiosos, sociales, culturales y económicos. Se podría decir entonces que el aumento del consumo de alimentos ultraprocesados, exportados e importados, también ha sido la respuesta a estas condiciones humanas y ha significado el deterioro de los sistemas naturales e incluso la misma salud de las comunidades (Intini et al., 2019).

La producción de alimentos de origen animal, como los realizados mediante la sobreexplotación de peces o la ganadería intensiva, puede tener efectos negativos sobre el ambiente y el bienestar de los animales. Estas prácticas requieren grandes cantidades de recursos, como tierra, agua y pisos, y generan importantes emisiones de gases de efecto invernadero (FAO, 2018).

El consumo de alimentos en la actualidad es producto de la evolución que se ha dado a la par con el avance de los sistemas alimentarios en general. Los cambios en las maneras de alimentarse son complejos, se ha aumentado la ingesta de bebidas azucaradas y alimentos con baja densidad nutricional, quiere decir menos saludables, se ha incrementado consumo de alimentos y snacks/refrigerios fuera de casa, que desencadenan en el estado nutricional cambios rápidos hacia niveles muy altos de sobrepeso y obesidad, así como prevalencia de retraso en el crecimiento de la población infantil, estas situaciones a largo plazo afectan el desarrollo general de los países (Graziano da Silva et al., 2021).

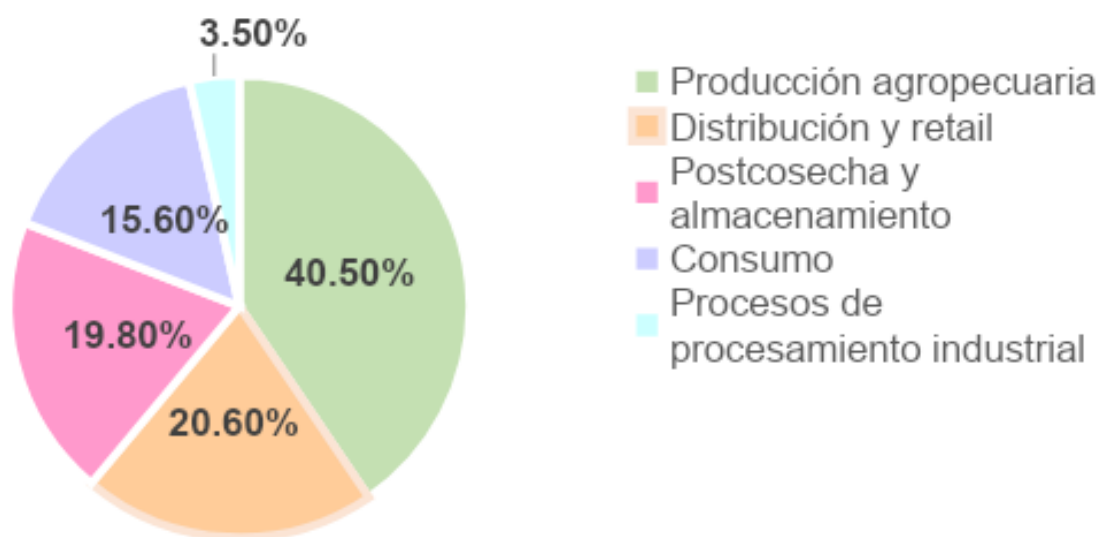
Adicionalmente, el sobreconsumo de alimentos en ciertas poblaciones mantiene la problemática del sistema que desencadena situaciones como la pérdida y desperdicio de alimentos. Para el 2021 la ONU presentó el informe UNEP Food Waste Index Report, en el cual se identifica que la mayor parte del desperdicio de alimentos proviene de los hogares con un 61%, un 26% pertenece a servicios de alimentación, por ejemplo, de restaurantes, hoteles o establecimientos educativos y un 13% se origina del comercio, como supermercados o pequeños almacenes (United Nations Environment Programme, 2021).

#### 4.2 Los impactos más críticos del sistema alimentario en Colombia

La situación del sistema alimentario de Colombia no es diferente a lo que se presenta en otras partes del mundo, nada más en lo relacionado con pérdida y desperdicio de alimentos, según datos del Departamento Nacional de Planeación (DNP), anualmente se pierden y desperdician 9.76 millones de toneladas de

alimentos, la pérdida de alimentos corresponde al 63,8% y el desperdicio al 36,2% (S.Gaviria, L.Mejia, M.Castro, E.Gómez, 2016a).

En dicho estudio se expuso que las mayores pérdidas fueron registradas en las cadenas de frutas y vegetales (62%) y de raíces y tubérculos (25%), con estas cantidades, en el país, se podría alimentar aproximadamente a 8 millones de personas al año. El mayor foco de pérdidas se da en la etapa de producción (ver Figura 5) con la generación de un 40,5% (3,95 millones toneladas), seguido por el 19,8% (1,93 millones de toneladas) que se pierde en el proceso de postcosecha y almacenamiento y el 3,5% (342 mil toneladas) en la fase de procesamiento industrial (FAO, 2019b).



**Figura 5** Pérdidas y desperdicios en la cadena de alimentos. Elaboración propia con datos de (S.Gaviria, L.Mejia, M.Castro, E.Gómez, 2016b)

La investigación mencionada anteriormente se considera, hasta la fecha, el referente nacional para reconocer la situación de las PDA. Allí se describe que los territorios en los que hay mayor generación de pérdida de alimentos están ubicados en el Eje Cafetero (ver Figura 6), región conformada por los departamentos de Antioquia, Quindío, Caldas y Risaralda. El departamento antioqueño ocupó el tercer lugar respecto a la generación de PDA en el país con un 1.05 millones de toneladas/año, correspondiente para aquel entonces al 17,1% del total nacional (S.Gaviria, L.Mejia, M.Castro, E.Gómez, 2016c).



**Figura 6.** Eje cafetero de Colombia. Elaboración propia con base a (Mapas interactivos, n.d.)

#### 4.3 Primeros pasos para la reducción de las PDA en el Valle de Aburrá

En lo que se refiere a la zona territorial del Valle de Aburrá, la generación de desperdicios de alimentos que se presentó para el año 2016 mostró la cifra de 16,3% de residuos, lo que significa la alarmante cifra de 646.000 toneladas de desperdicio de alimentos al año. Dicha información es general ya que no se encuentran datos específicos que permitan esclarecer los flujos de pérdida y desperdicio de alimentos de cada uno de los municipios que conforman esta región (S.Gaviria, L.Mejia, M.Castro, E.Gómez, 2016c).

A pesar de la falta de información respecto a cantidades concretas de generación de PDA en el Valle de Aburrá, sí se hallan estrategias para el manejo de esta problemática del sistema, algunas de ellas publicadas en el documento “Análisis del sistema de abastecimiento alimentario Medellín” (Zuluaga Orrego et al., 2018):

- Realización de campañas en las que se involucren diferentes actores del sector alimentario y se dé un mejor manejo de los residuos orgánicos.
- Creación de asociaciones con diferentes grupos para dar un mejor manejo y aprovechamiento de los residuos.

- Transformar los residuos en subproductos como compostaje, fibras, materias primas, nutrición animal, entre otros.
- Elaboración de campañas en las comunas con el fin de educar respecto al manejo de los residuos de alimentos.
- Implementar sistemas de aprovechamiento residual en comunas, barrios, corregimientos y veredas.
- Promover la creación de empresas que se dediquen al manejo de residuos orgánicos.
- Socializar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS 2016 - 2027 con las empresas encargadas del manejo de residuos y la comunidad.
- Producir otro tipo de productos a partir de los residuos de alimentos, como licuados, papel, entre otros.

También se han encontrado iniciativas que pretenden mejorar la situación de los residuos en el eslabón de consumo del sistema alimentario, como el emprendimiento Power Compost el cual opera en el Valle de Aburrá. Su contribución con el mejoramiento de las dificultades del sistema va encaminado al aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en los hogares, se hacen cargo de ellos al recogerlos, procesarlos y convertirlos en compost, producto que posteriormente es usado en cultivos (*Power Compost - Medellín*, n.d.).

Otra iniciativa es la propuesta por la empresa Eatcloud, que busca disminuir los desperdicios en los diferentes canales de comercialización por medio de una “plataforma digital [que] conecta el ecosistema alimentario (industria de alimentos, supermercados, restaurantes, hoteles, y productores agrícolas) con el ecosistema social (bancos de alimentos y fundaciones que atienden población vulnerable), actuando como un puente entre los excedentes de alimentos que no se logran vender o consumir y las personas que más los necesitan” (*Eatcloud*, n.d.).

## 5 El sistema alimentario actual = economía lineal

El desarrollo del sistema alimentario actual se ha dado desde un enfoque de economía lineal, en el que el modelo de producción emplea materias primas, las transforma, las oferta y finalmente son consumidas. Durante todo el proceso se generan subproductos, denominados bajo este enfoque como residuos, los cuales simplemente se desechan. Esta forma de producción alimentaria está basada en la extracción y desperdicio de recursos, característica que está haciendo que este sistema se acerque más a la insostenibilidad y con el pasar del tiempo al límite (Marín Herreño & Torres Barriaga, 2021).

## 5.1 Principales desafíos del sistema alimentario actual

Es clara la necesidad de un cambio en el actual sistema alimentario el cual presenta grandes desafíos como la concentración del poder en su producción y todo lo que esto conlleva, el mal uso de los recursos naturales implicados en el proceso, la contaminación que genera en fuentes hídricas, suelos y aire, la amenaza que representa para otros seres vivos el uso de fertilizantes tóxicos, la generación de pérdidas y desperdicios en todos los eslabones de la cadena, la problemática asociada con el transporte de los productos cosechados de lo rural a lo urbano e incluso la misma distribución dentro de las ciudades, entornos alimentarios con población vulnerable y empobrecida, el consumo de dietas globalizadas poco diversas que impactan la salud y el ambiente, entre otros (Graziano da Silva et al., 2021).

### 5.1.1 ¿Por qué transitar hacia un modelo alimentario basado en la economía circular?

No solamente los procesos que se realizan en los eslabones de producción y distribución deberían elaborarse bajo la sombrilla de la economía circular, sino que los consumidores también deberían adoptar comportamientos y estrategias de este modelo para aportar en el último eslabón y contribuir con un verdadero cambio del sistema.

En términos generales, para lograr que la alimentación vaya acorde con lo planteado desde la economía circular y cumpla con los criterios de ser también saludable y sostenible es importante identificar que según la Organización Mundial de la Salud - OMS, el ser humano se encuentra en un estado óptimo de salud cuando tiene: “completo bienestar físico, mental y social y no simplemente la ausencia de enfermedad”. Es por ello que para plantear una dieta que cumpla con esto y que asimismo sea amigable con el planeta se deben tener en cuenta aspectos relacionados con los programas sociales, la legislación, la producción de alimentos, la oferta de alimentos, el acceso económico, la cultura alimentaria, la educación, el estado de salud general, la edad, las preferencias, entre otras características que son transversales a la alimentación del ser humano en comunidad (ONU, 2017).

Se entiende que los modelos de producción de alimentos y otros eslabones del sistema alimentario, que han estado operando hasta el momento, no son los adecuados. Un caso claro de ello es la producción de alimentos de origen animal, especialmente la carne de vacuno, que se produce a expensas de recursos naturales finitos como el agua y el suelo, sumado a ello se encuentra la generación de metano que ocasiona este mercado. Es por ello que siempre que se habla de

dieta sostenible, se habla de disminución del consumo de carne, especialmente carnes rojas (FAO, 2020c).

Un sistema alimentario sostenible implica, no sólo el cambio en los procesos de producción sino también de consumo, así como lograr alimentar a toda la población de manera saludable. Sin ser conscientes, es claro que los hábitos alimentarios generan una huella ambiental, por lo que una transformación en la manera en la que se percibe como simples actos del sistema alimentario es necesaria (Suárez Álvarez, 2017).

Se plantea que una dieta saludable y sostenible cuente con la cantidad de calorías requeridas, así como diversidad de alimentos especialmente los de origen vegetal, disminuyendo el consumo de alimentos de origen animal, grasas saturadas, así como las cantidades limitadas de granos refinados, alimentos altamente procesados y altos en azúcares añadidos (EAT Lancet, n.d.).

La alternativa sostenible es una alimentación rica en frutas, verduras, legumbres, nueces y semillas, que en su mayoría sean producidas de manera local. Es importante mencionar que alrededor de la producción de alimentos, en especial el de las carnes, los pequeños productores deben dividir su producto entre el autoconsumo y la venta, especialmente en los campesinos de las zonas rurales de los países en desarrollo. Es por ello por lo que el cambio de dieta va de la mano con un cambio estructural, en el que se espera todos sean beneficiados. La producción de carne juega un papel social importante, especialmente en un país como Colombia, por ello, se deben revisar los procesos de producción, las nuevas alternativas de ganadería y considerar cada contexto dentro de las realidades locales y regionales (Soares et al., 2020).

Si se logra una ingesta de alimentos más consciente y la disminución en el consumo excesivo de carne de rumiantes, podría conducir a un decrecimiento de las emisiones de GEI y consecuente a ello una reducción de las enfermedades relacionadas con la alimentación. Aun así, no sólo basta con aminorar el consumo de carnes rojas, también es necesario identificar la procedencia de los alimentos con el fin de procurar que en su producción se generen las mínimas emisiones de GEI (Fundación Ellen MacArthur, 2021).

Paralelamente, el reto de la alimentación sostenible, se podría ver desde la arista de la industria alimentaria, que es un importante aliado a la hora de pensar en un bien para el planeta y las especies que lo habitan. Es por ello que desde el desarrollo de productos se abre una ventana de oportunidades para contribuir con el cambio de dicho sistema. Por ejemplo, las herramientas relacionadas con la circularidad y su innovación aplicativa, tal es el caso del uso de los ingredientes producidos de forma regenerativa, el empleo de alimentos endémicos autóctonos de los territorios y el desarrollo de alimentos más densos en nutrientes (Fundación Ellen MacArthur, 2021).

### 5.1.2 ¿Por qué transformar el sistema alimentario actual en un mecanismo para la soberanía alimentaria?

La soberanía alimentaria es un enfoque que busca garantizar el derecho de las personas a una alimentación saludable y culturalmente apropiada, producida de manera sostenible y que no perjudique a la naturaleza. El sistema alimentario actual, en cambio, está dominado por grandes corporaciones que buscan maximizar sus ganancias, lo que a menudo resulta en prácticas agrícolas insostenibles, la concentración del poder en unas pocas manos y la marginación de los pequeños productores y comunidades rurales (del Viso, 2009).

Hay varias razones por las que es importante que el sistema agroalimentario obtenga la soberanía alimentaria de los pueblos. En primera instancia, porque promueve la producción y distribución local de alimentos, lo que reduce la dependencia de la importación y fomenta el desarrollo rural disminuyendo las emisiones de GEI. Además, permite que los pequeños agricultores tengan un papel importante en la producción de alimentos, se reconozca su labor, se vele por sus derechos y por su dignidad (T. Altieri et al., 2011).

En segundo lugar, debido a que se centra en la producción de alimentos saludables y sostenibles, lo que ayuda a reducir el impacto ambiental evitando y/o limitando el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes, la deforestación y la erosión del suelo. Asimismo, al promover la diversidad de cultivos y la producción local de alimentos, se reduce la dependencia de la agricultura industrial y se fomenta una mayor resiliencia en el sistema alimentario (Ley Marco Derecho a La Alimentación, Seguridad y Soberanía Alimentaria, 2012).

Finalmente, impulsa el acceso a alimentos saludables y culturalmente apropiados para todas las personas, independientemente de su estatus socioeconómico. Esto es especialmente importante en las comunidades que han sido marginadas puesto que a menudo tienen acceso limitado a alimentos de calidad.

Cabe destacar que la soberanía alimentaria en los territorios también considera los procesos de comercio internacional, siempre y cuando se realice bajo la equidad y la justicia. Reconoce que dichos intercambios deben darse bajo otros acuerdos como la priorización de la producción y consumo local antes que el producto de exportación, la generación de leyes que permitan la protección contra las importaciones y los precios excesivamente bajos, y la contribución a la estabilidad de los precios agrícolas a gran escala mediante acuerdos internacionales de control de producción (Vía Campesina, 2002).

### 5.1.3 ¿Por qué adoptar un sistema alimentario bajo en emisiones de GEI?

Adoptar un sistema alimentario bajo en emisiones GEI es fundamental para combatir el cambio climático debido a que la producción y distribución de alimentos es responsable de una parte importante de todas las emisiones de GEI, con la generación de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, los cuales contribuyen al aumento del calentamiento global.

Al adoptar un sistema alimentario bajo en emisiones de GEI, se puede reducir significativamente la huella de carbono del sector y contribuir a la mitigación del cambio climático; pero más importante aún, se logra aumentar la adaptabilidad de los sistemas agrícolas y alimentarios a los impactos severos del cambio climático, como sequías, inundaciones y olas de calor, los cuales tienen repercusiones sobre los cultivos generando pérdidas significativas tanto económicas como ambientales.

### 5.1.4 ¿Por qué repensar el estilo de vida y adoptar modelos de consumo consciente?

Actualmente las formas de vivir están centradas en acaparar bienes, existiendo una estrecha relación entre un consumo desmedido y un deterioro ambiental sin precedentes, estos modelos de vida se enmarcan en la globalización neoliberal desde hace varias décadas (Rodríguez Díaz, 2013).

Se habla de consumo como un proceso que hace parte del modelo económico actual, incluso socialmente se percibe como la manera de relacionarse y de construir identidad. Este consumo inconsciente es reconocido y destacado, promoviendo procesos de producción en masa para lograr en las personas un gasto desmedido, incluso se ha llegado a crear el término “sociedad consumista” (Rodríguez Díaz, 2013).

La sociedad de consumo está inmersa en el sistema alimentario como actor implicado en el último eslabón de la cadena, que se conoce como el consumidor final. Éste, en la mayoría de los casos, desconoce los procesos que ocurrieron antes de tener el alimento en su mesa, así mismo ignora completamente los riesgos que genera su dieta y las consecuencias que sus prácticas alimentarias acarrearán para el ambiente.

Se hace necesario entonces repensar la forma cómo percibimos los bienes y servicios que hay disponibles. Un consumo desmedido repercute socioambientalmente generando sistemas degradados que afectan a millones de



personas vulnerables, contribuye con la contaminación del aire, el agua, los suelos, la extinción de especies y demás.

El mal uso de los recursos y la capacidad de acaparar también se reconoce en el sistema alimentario actual. El modelo de consumo moderno a menudo se basa en productos altamente procesados y envasados que generan contaminación del ambiente y una mayor producción de residuos, tanto orgánicos como inorgánicos. Proponer un cambio en la manera de consumir alimentos de forma consciente mejoraría la salud de las poblaciones, gracias a los alimentos frescos, y minimizaría el impacto ambiental de la producción y distribución de alimentos.

#### 5.1.5 ¿Por qué transitar hacia un sistema alimentario que usa los recursos naturales de forma sostenible?

El uso sostenible de los recursos naturales en la producción de alimentos protege el ambiente, sin comprometer la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que son esenciales para la vida a largo plazo en el planeta.

La producción sostenible de alimentos preserva los recursos naturales, lo que a su vez aumenta la capacidad de producción de alimentos en el futuro. Un sistema alimentario sostenible asegura la disponibilidad de materias primas para la producción de alimentos, teniendo en cuenta, que a medida que pasan los años, el crecimiento poblacional es exponencial y cada vez se requieren más recursos para alimentar a la población con equidad social y, por lo tanto, se estaría garantizando la seguridad alimentaria de todos.

Un sistema alimentario sostenible también promueve la justicia social al garantizar que los recursos naturales estén disponibles y sean accesibles para todas las personas. Además, la gestión sostenible de los recursos naturales puede generar empleos y oportunidades económicas en las comunidades rurales.

## 5.2 Principales desafíos globales que inciden sobre el sistema alimentario del Valle de Aburrá

Para el 2017 se adelantó una medición de huella de carbono del Valle de Aburrá por parte de la Universidad Nacional de Colombia y Corantioquia. Para entonces se identificó en términos generales que dicho territorio cuenta con grandes problemas que lo hacen dependiente en un 97% de otras regiones, especialmente en lo relacionado con el acceso al agua y a los alimentos (Agudelo Patiño et al., 2017).

Teniendo en cuenta la disponibilidad de espacios para la agricultura, se encuentra que el Valle de Aburrá en el año 2017 sólo estaba en capacidad de producir un 11% del total de alimentos requeridos para la población de entonces, el 89% restante era originado así (Agudelo Patiño et al., 2017):

- 45% en subregiones del centro de Antioquia.
- 44% en otros departamentos.

Esto evidencia que las problemáticas respecto al sistema agroalimentario a nivel global se encuentran también en el Valle de Aburrá, debido a las dificultades relacionadas con el consumo, la generación de pérdida y desperdicio de alimentos, la falta de apoyo a los pocos productores locales, falta de políticas que favorezcan los procesos de producción de alimentos, poca vocación agrícola en las zonas rurales, aumento de la demografía y urbanización, entre otros.

### 5.2.1 La crisis de los fertilizantes

Las técnicas de producción de alimentos empleadas en el Valle de Aburrá en un gran porcentaje responden a los principios del sistema alimentario convencional, de ahí que sean ampliamente usados los fertilizantes químicos. Se debe tener en cuenta entonces que una de las principales repercusiones que estos productos químicos pueden tener en el ambiente es que contribuyen a la contaminación del agua, ya que pueden filtrarse en los cursos hídricos y dañar los ecosistemas acuáticos.

El uso de los plaguicidas también consigue tener efectos negativos en especies no objetivo, como aves e insectos beneficiosos; asimismo, pueden contaminar el suelo y el agua, situación compleja si se tiene presente la deficiencia de agua que hay en el Valle de Aburrá y las especies que lo habitan (ONU, 2020).

Además, el uso excesivo de fertilizantes químicos y plaguicidas puede provocar la degradación del suelo, debido a que dichos productos pueden dañar la estructura del suelo y a futuro reducir su fertilidad. Esto reduce el rendimiento de los cultivos y hace necesarios el uso de insumos químicos, creando un ciclo de dependencia que sólo genera mayor degradación con el tiempo, problemática que complejiza mucho más la falta de cultivos que hay en el Valle (Rojas Encina & Ibarra, 2003).

Los productos como fertilizantes y pesticidas químicos que se usan en el pequeño sistema alimentario del Valle de Aburrá no se producen en el país, eso hace que aumente la huella de carbono al tener que ser importados de lugares donde los producen usando grandes cantidades de energía y recursos, lo que lleva a generar

más emisiones de gases de efecto invernadero (Muñoz Montoya & Nieto López, 2016).

### 5.2.2 El control de semillas

El control de las semillas por parte de unas pocas multinacionales también puede tener repercusiones negativas sobre la seguridad alimentaria de los pobladores y los medios de vida de los pocos agricultores que se encuentran en el Valle de Aburrá. El dominio de las semillas hace que se limite la disponibilidad de una gama diversa y dificulta su acceso a los agricultores, conduce a la privatización de los conocimientos y prácticas tradicionales y a la erosión de los sistemas locales de semillas.

### 5.2.3 Los monocultivos

En los sistemas alimentarios convencionales, como el del Valle de Aburrá, es común encontrar prácticas como el control de semillas y los monocultivos, lo que genera grandes impactos tanto en el ámbito social como en el ambiental.

El monocultivo es la práctica de cultivar una sola planta en una gran extensión de superficie, provocando la pérdida de otras especies vegetales y el declive de los ecosistemas, ya que esa planta siempre va a requerir los mismos nutrientes, generando consecuencias negativas en el ambiente, como la pérdida de hábitat para la fauna y la reducción de recursos naturales como los polinizadores y depredadores que ayudan a controlar las plagas.

Por ello, el monocultivo puede hacer que los sembrados sean más vulnerables a plagas y enfermedades, ya que la falta de diversidad facilita la propagación de estos problemas. Lo que conlleva, por añadidura, al uso excesivo de pesticidas químicos, generando impactos anteriormente mencionados.

### 5.2.4 Residuos orgánicos y no orgánicos

En el Valle de Aburrá existe la problemática en el sistema alimentario de la ineficiencia en el uso de los recursos, entendiéndose que la producción de alimentos requiere importantes insumos de tierra, agua, energía, entre otros, de los cuales carece este territorio. De ahí que la mayoría de los alimentos que se consumen en

la región vienen de otras zonas del país, generando mayores cantidades de remanentes si se presentan problemas con las cadenas de frío, e incluso residuos no orgánicos debido a la necesidad del embalaje para el transporte.

Igualmente, se identificaron dificultades de manejo de los residuos en general, los cuales supone una carga para el ambiente y contribuye al cambio climático, pues todos estos residuos terminan en rellenos sanitarios. Respecto al sistema alimentario, se identifica una generación de remanentes descontrolada, generando emisiones de gases de efecto invernadero en todas las fases de la cadena alimentaria, desde la producción y el transporte hasta el almacenamiento y la eliminación (FAO et al., 2021).

Se vive entonces dentro del Valle una situación compleja con las PDA, que también tiene repercusiones sociales y económicas, ya que un adecuado uso de estas podría ser una oportunidad para alimentar a comunidades vulnerables y disminuir los índices de inseguridad alimentaria, el desperdicio de alimentos podría considerarse un recurso valioso y principalmente insostenible (FAO, 2014a).

#### 5.2.5 La crisis hídrica y el cambio climático

Otro de los principales desafíos en el Valle de Aburrá es el manejo adecuado del recurso hídrico, ya que este es clave en los sistemas alimentarios, dado que de él depende el idóneo crecimiento de los alimentos. Sin embargo, la gestión actual de éste presenta grandes insostenibilidades como el uso excesivo del riego en la agricultura, que puede llevar al agotamiento de las reservas de aguas subterráneas y de las fuentes de aguas superficiales. Esto podría causar problemas como la escasez de agua y la disminución de su calidad acarreando consecuencias negativas tanto para las comunidades humanas como para el ambiente.

La ganadería intensiva, que es el principal uso de la tierra en el Valle de Aburrá, también requiere grandes cantidades de agua para la producción de piensos y el mantenimiento de los animales. Esto puede suponer una presión adicional sobre los recursos hídricos y contribuir a la contaminación del agua debido a los residuos generados por los hatos.

Además, el uso de fertilizantes y pesticidas químicos en las pocas zonas donde se cultiva en el Valle, causa activamente contaminación del agua, ya que estos productos pueden filtrarse en los cursos de agua y dañar los ecosistemas acuáticos, con impactos socioambientales permanentes que aún no se han medido a largo plazo.

### 5.2.6 Un mercado que produce PDA

En la dinámica del mercado interno del Valle de Aburrá se genera PDA de manera sistemática, teniendo un impacto negativo, no sólo en la seguridad alimentaria, el ambiente y la equidad social, sino también de manera importante en la economía.

Las PDA tienen un costo económico significativo, ya que implica la pérdida de recursos y dinero invertidos en la producción, transporte y almacenamiento de los alimentos. Esto puede ser especialmente perjudicial para los pequeños agricultores y productores locales que tienen menos recursos para hacer frente a las pérdidas, teniendo que asumir la no compra de sus productos.

Incluso para el Valle de Aburrá esto tiene muchas más implicaciones en términos de impacto, pues al ser un territorio donde la mayoría de los alimentos se adquieren de otras regiones del país, se generan mayores pérdidas económicas, emisiones por cuenta del transporte y más residuos, no sólo orgánicos, que deben ser llevados a rellenos sanitarios.

## 5.3 Diagramas Sankey: una aproximación al sistema alimentario de Colombia y el Valle de Aburrá

Los datos del sistema alimentario del país como de la región son escasos o desactualizados y describir el panorama general de este se vuelve una tarea compleja. Aun así, se tomó en cuenta información aislada y se realizaron algunas proyecciones para tener un diagrama de Sankey que permitiera visualizar los flujos, los recursos que entran y los que salen en el modelo lineal que tiene el sistema alimentario tanto de Colombia como del Valle de Aburrá hasta el día de hoy.

### 5.3.1 La ruta de los alimentos, las pérdidas y los desperdicios en Colombia

Todo este planteamiento de insostenibilidad se vive actualmente en el sistema alimentario de Colombia, el cual se caracteriza por su baja eficiencia, con una cantidad significativa de alimentos que se pierden o desperdician en las distintas fases de producción, procesamiento y distribución.

Esto puede deberse a diversos factores, como una infraestructura de almacenamiento y transporte deficiente, un envasado inadecuado y la falta de coordinación entre los distintos actores de la cadena de suministro. Ello se puede

evidenciar en la Figura 7, en la cual se presenta la línea base del sistema alimentario en Colombia en sus diferentes etapas.

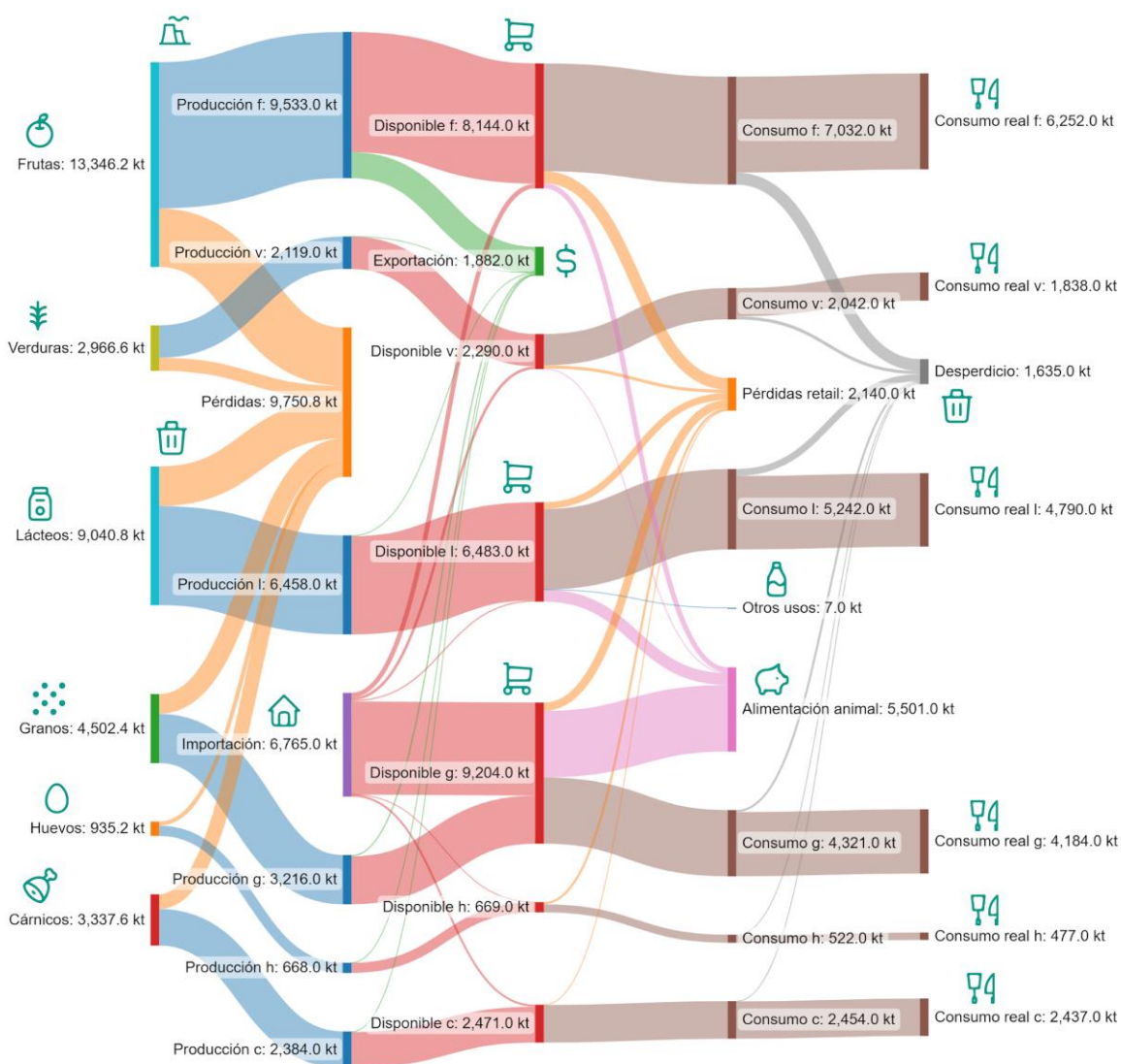
Es importante resaltar que la información presentada en el gráfico es del 2013, dado que no se encuentran estudios actualizados sobre el sistema alimentario general en Colombia con énfasis en la pérdida y el desperdicio por los diferentes flujos de alimentos.

Las pérdidas y desperdicios de alimentos estimadas equivaldrían a 13.525,8 kt/año lo que supondría 1.776,2 kt CO<sub>2</sub> eq/año<sup>3</sup> que se estaría emitiendo a la atmósfera si todos estos desperdicios terminan en los rellenos sanitarios.

Las mayores pérdidas se dan en la producción con un aproximado de 9.750 kt/año, mientras que el *retail* representa 2.140 kt/año y el desperdicio de lo que no se consume es de 1.635 kt/año. Sin embargo, es probable que los datos no reflejen completamente la realidad, dada la precariedad de la información, aun así, cabe resaltar que es un punto de partida importante a la hora de identificar qué medidas se deben tomar.

---

<sup>3</sup> Estimación realizada con base a las emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por toneladas de PDA y una estimación gruesa de la gasolina necesaria para el transporte al relleno.



**Figura 7.** Diagrama de Sankey de algunos flujos alimentarios basados en el consumo de Colombia con datos de la FAO 2013.

### 5.3.2 El Valle de Aburrá y su sistema alimentario

Desde los inicios del Valle de Aburrá, el abastecimiento de alimentos a los habitantes se daba en centros de comercio organizados por la sociedad civil. Los productos comercializados eran traídos de zonas aledañas a la región, así como de otros territorios fronterizos con el departamento de Antioquia. Posteriormente, surgieron otros importantes espacios de comercialización de alimentos como las

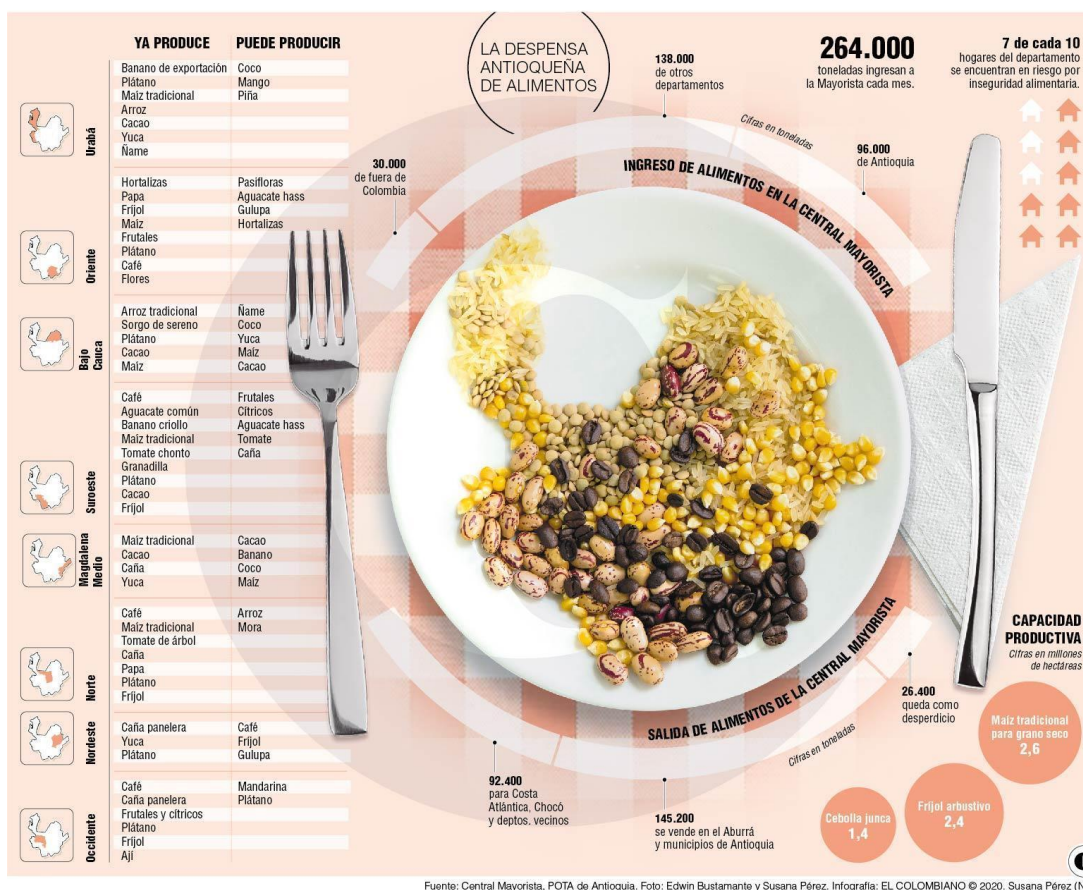
actualmente conocidas plazas de mercado, con el pasar de los años se crearon otros modelos de comercialización de alimentos como los almacenes de cadena, entre otros (Zuluaga & de Paoli, 2016).

Respecto a la producción de alimentos en el territorio del Valle de Aburrá, se encuentra que en algunas de las zonas rurales y corregimientos se produce un pequeño porcentaje de alimentos para autoconsumo, por ejemplo, en los corregimientos de San Cristóbal y San Antonio de Prado cosechan ciertos alimentos como cebolla de rama, algunos cítricos, caña de azúcar y cerdos; a pesar de ello, no logra cubrir con la demanda requerida en todo el Valle.

En el 2017 se mencionó en el estudio de Corantioquia y la UNAL que en el Valle sólo se producía el 11% de los alimentos consumidos por los habitantes (Agudelo Patiño et al., 2017), ya para el 2020, se publicó un artículo en uno de los periódicos más vistos en la región, en el que mencionaba que dentro del Valle de Aburrá se producía únicamente el 3% de los alimentos consumidos por los habitantes de este territorio, lo que indica que a pesar de los diferentes pisos térmicos con lo que cuenta la región la vocación agrícola no es fuerte, se priorizan las tierras para temas de vivienda y se pone en riesgo la soberanía alimentaria del territorio (Restrepo, 2020).

Se podría entonces concluir que el sistema alimentario del Valle de Aburrá está conectado con otras regiones, además depende de éstas para garantizar alimento a la población que allí habita. Lastimosamente la zona que se pretende describir no es la única en el departamento que vive esta situación de inseguridad y falta de soberanía alimentaria, ya que en el departamento antioqueño no se logra producir la cantidad de alimentos que se requieren (Restrepo, 2020).





**Figura 8.** Infográfico sobre la producción de alimentos en Antioquia (Restrepo, 2020)

El Valle de Aburrá al ser un territorio no soberano a nivel alimentario, como se mencionó anteriormente, depende de otras regiones para obtener alimentos, es así como participa en la cadena agroalimentaria desde los últimos eslabones, partiendo del transporte, la distribución, la comercialización y el consumo. Debido a esta particularidad los desperdicios generados en la región responden a estos procesos, teniendo como principal foco de pérdida y desperdicio de alimentos el transporte (FAO, 2012).

En la figura 9 se presenta una estimación de la línea base del sistema alimentario en el Valle de Aburrá teniendo en cuenta la producción de los diferentes municipios que conforman el área metropolitana, excepto Medellín, la importación, la exportación, el consumo de alimentos y la generación de pérdidas y desperdicios estimadas. Este gráfico presenta varias limitaciones que se van a describir a continuación:

- No se tiene en cuenta la producción de Medellín, ya que del estudio de “Sistemas de Abastecimiento Alimentario” realizado por la FAO para cada una de las subregiones del Valle de Aburrá no incluía a Medellín (FAO, 2013), justificando que en dicha ciudad se había realizado el estudio de manera reciente del “Plan de Abastecimiento y Distribución de Alimentos de Medellín PADAM” (Universidad Nacional de Colombia sede Medellín & Alcaldía de Medellín, 2010). Sin embargo, este estudio contaba con una generalización en la producción de todo el Valle de Aburrá por lo que si se tomaban en cuenta estos datos se tendría una doble contabilidad en la producción.
- En el gráfico se considera la importación y la exportación, como todo lo que entra y sale de las fronteras de los 10 municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá; además fue estimada por la resta entre los datos de consumo de cada tipo de alimento a nivel nacional y la producción local.
- El consumo de alimentos se estimó con el consumo per cápita de cada tipo de alimento según lo informado en la base de datos de la FAO.
- Se realizó una correlación entre la generación obtenida de la base de datos de la FAO a nivel nacional con los habitantes del Valle de Aburrá.

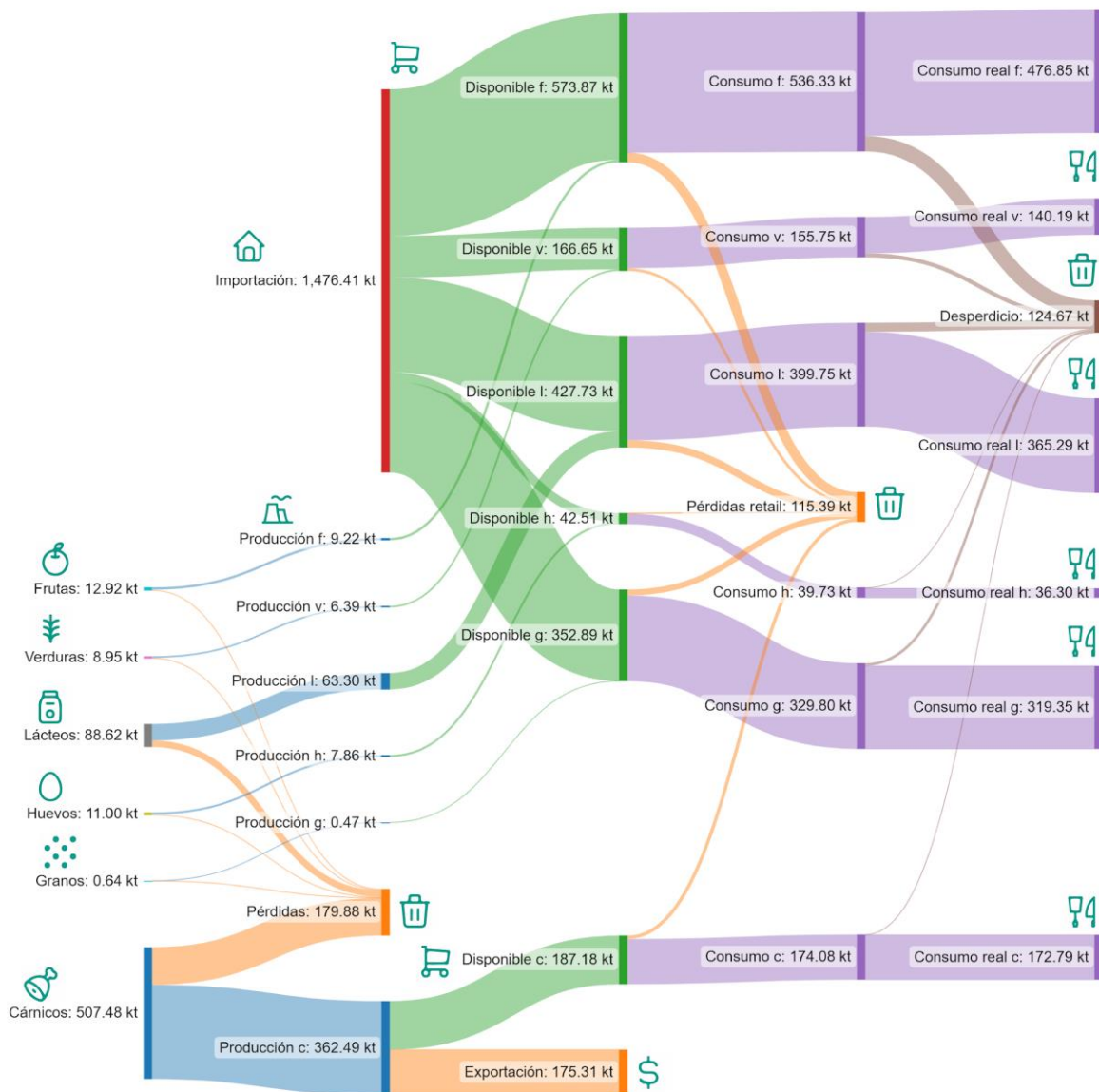
Las pérdidas y desperdicios de alimentos estimadas equivaldrían a 419,9 kt/año lo que supondría 55,2 kt CO<sub>2</sub> eq/año<sup>4</sup> que se estaría emitiendo a la atmósfera si todos estos desperdicios terminan en los rellenos sanitarios.

Las mayores pérdidas se dan en la producción, sobre todo en la de cárnicos que es la principal fuente de industria que tiene el Valle, con un aproximado de 180 kt/año, seguido del desperdicio de lo que no se consume por 125 kt/año, mientras que el *retail* figura con un 115 kt/año. No obstante, es probable que la información no refleje completamente la realidad, debido a la precariedad de la información y las estimaciones que fueron necesarias realizar.

De igual manera, consideramos que este puede ser un punto de partida interesante para replantear de forma completa el sistema agroalimentario de la región y empezar a tomar mejores decisiones desde la política pública.

---

<sup>4</sup> Estimación realizada con base a las emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por toneladas de PDA y estimación gruesa de la gasolina necesaria para el transporte al relleno.



**Figura 9.** Diagrama de Sankey de algunos flujos alimentarios basados en el consumo del Valle de Aburrá con datos de SADA y estimaciones en el consumo según lo encontrado la FAO a nivel nacional

## 6 Sistema alimentario sostenible para el Valle de Aburrá: de lo lineal a lo circular

La economía circular brinda la oportunidad de hacer transformaciones innovadoras en el diseño de los sistemas, generan beneficios para el ambiente y por ende para las poblaciones; por ello para los sistemas alimentarios implica la disminución

sistemática de las insostenibilidades que presenta.

A continuación, se exponen algunas de las estrategias que podrían aplicarse en los diferentes eslabones de la cadena alimentaria en el Valle de Aburrá, en busca de modificar el sistema que hasta ahora es lineal por un sistema circular, que propenda por el uso adecuado de los recursos, disminución de la generación de PDA, reutilización de excedentes para cierre de ciclos, promoción del consumo responsable, comunidades responsables con el consumo y más.

La circularidad se refiere al concepto de diseñar sistemas, procesos y productos que sean regenerativos y restaurativos por intención y diseño, en contraste con el modelo lineal tradicional de "tomar, fabricar, usar y tirar". Un sistema circular pretende eliminar los residuos y la contaminación manteniendo los recursos en uso el mayor tiempo posible, recuperándolos y regenerándolos al final de su ciclo de vida.

En el contexto de la economía, la circularidad se refiere a los principios de una economía circular, que es un modelo de crecimiento económico basado en la eficiencia de los recursos, la reducción de los residuos y la conservación del capital natural. En una economía circular, la actividad económica está diseñada para minimizar la extracción de materias primas, optimizar el uso de los recursos y ampliar el ciclo de vida de los productos y materiales (EMF, 2015).

La circularidad suele contraponerse al modelo lineal tradicional de crecimiento económico, el cual se asocia a menudo con impactos ambientales y sociales negativos, como la contaminación, el agotamiento de los recursos y los residuos. Por el contrario, el modelo circular busca minimizar estos impactos y promover un crecimiento económico sostenible.

Es por ello, que si aplicamos el concepto de circularidad en los sistemas alimentarios podemos identificar algunas consideraciones que se deben tener en cuenta a la hora de buscar que toda la cadena sea circular.

## 6.1 Eslabón 1: Producción de alimentos

En los últimos años, las empresas líderes han reconocido los beneficios ambientales de la producción regenerativa, que puede llevar a mayores rendimientos y aumentos en la rentabilidad para los agricultores. No existe un enfoque único para todos y es importante revisar las prácticas utilizadas con el tiempo y tener un enfoque iterativo.

El estudio El Gran Rediseño de los Alimentos (Ellen MacArthur Foundation, 2022) realizó una modelación con diferentes ingredientes e identificó un conjunto de

prácticas dependientes del contexto que, en promedio y después de un período de transición, aumentan la producción total de alimentos y proporcionan una rentabilidad adicional para los agricultores mientras generan beneficios importantes para el clima y la biodiversidad.

### 6.1.1 Agroecología

La agroecología aporta de manera significativa a repensar el sistema agroalimentario, una de las definiciones más conocida de la disciplina de la agroecología es la del autor Altieri, quién en 1999 en su libro “Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable” escribió que la práctica agroecológica “provee los principios ecológicos básicos para estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que sean productivos y conservadores del recurso natural” (M. A. Altieri & Hecht, 1999).

Con respecto a las diversas alternativas de producción de alimentos se cuenta con posturas que mencionan que sus teorías son la solución a los problemas del sistema alimentario. Es así como desde la teoría agroecológica tienen como objetivo ir más allá que otras de esas propuestas. Dicha iniciativa está planteada desde la creación de ecosistemas que requieran la mínima cantidad de agentes químicos e insumos o recursos energéticos para la producción de alimentos (T. Altieri et al., 2011).

Existen desde la agroecología algunos principios para su práctica, estos mencionan aspectos como la soberanía alimentaria en la que tanto los productores como los consumidores tengan el control de la producción, que sean entonces los encargados de la producción alimentaria de sus territorios. Otra de las bases está relacionada con el reconocimiento de la vida en la ruralidad, ya que se plantea que el enfoque agroecológico de producción de alimentos contribuye con el desarrollo de las sociedades en el campo y la generación de empleo con características dignas y justas, lo que contribuye a la lucha contra la pobreza, todo en pro a mejorar la calidad de vida de las poblaciones que viven en la ruralidad.

Otro principio tiene que ver con los periodos de producción de los alimentos, ya que propone que se respeten los ciclos de la naturaleza y de cada una de las especies cultivadas. Asimismo, se busca proteger la biodiversidad de los territorios trayendo a colación temas como el manejo y protección de las semillas nativas y autóctonas, lo que desde la agroecología contribuye con el discurso de la protección de la naturaleza, la diversificación de la dieta, el respeto por la cultura alimentaria y demás (Gliessman et al., 1998).

Otros fundamentos que la agroecología abarca están relacionados con el control de plagas desde el equilibrio de los ecosistemas, es así como se espera la aplicación

de medidas que contribuyan con la protección de los cultivos de una manera adecuada, teniendo presente las necesidades de las plantas y el entorno en el que se está dando el crecimiento de las mismas, así como también lo relacionado con la cría de animales como gallinas, cerdos, entre otros.

Además, se espera que quien tenga prácticas agroecológicas dentro de sus cultivos mantenga los suelos en adecuadas condiciones, es decir, suelos sanos en los que se evite al máximo su erosión, la acidificación, el desequilibrio químico, la basicidad inadecuada y en los que se encuentre riqueza de nutrientes y microorganismos ya que son agentes importantes para el desarrollo de los cultivos (Gliessman et al., 1998).

El conjunto de principios, los cuales son pilares de la práctica agroecológica pretende que los ecosistemas sean productivos y continúen teniendo la capacidad de adaptarse a los diferentes cambios que se van presentando, como las crisis climáticas y los desastres ambientales (Gliessman et al., 1998).

### 6.1.2 Agricultura orgánica

La agricultura orgánica por su parte también presenta opciones para la producción de alimentos y la reducción de externalidades. La Asamblea General de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM por sus siglas en inglés) definió la agricultura orgánica como “un sistema de producción que mantiene la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa en procesos ecológicos, biodiversidad y ciclos adaptados a las condiciones locales, en lugar de utilizar insumos con efectos adversos. La agricultura ecológica combina tradición, innovación y ciencia para beneficiar al medio ambiente compartido y promover unas relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los implicados” (*Definition of Organic Agriculture | IFOAM*, n.d.).

Por lo que podemos concluir que la agricultura orgánica se basa en técnicas como la rotación de cultivos, el compostaje y el uso de plaguicidas naturales para controlar plagas y enfermedades. Estas técnicas pueden contribuir a mejorar la salud y la fertilidad del suelo y a reducir el impacto negativo de los insumos químicos sobre el ambiente. Los sistemas de agricultura orgánica también dan prioridad al uso de variedades de semillas adaptadas a la zona, lo que puede ayudar a aumentar la resistencia de los cultivos y mejorar la seguridad alimentaria.

### 6.1.3 Agricultura orgánica regenerativa

La agricultura orgánica regenerativa es otro de los enfoques que puede aportar sustancialmente a un cambio estructural en la forma como producimos alimentos, este tipo de agricultura fue introducida por Robert Rodale, el cual indicaba que el concepto no era una simple propuesta técnica, sino que más bien, lo considera un proyecto de vida social, encaminado a una visión de vida personal.

En 1983, Robert Rodale definió la agricultura regenerativa como “una práctica que al aumentar la productividad se da proporcionalmente un aumento de la base de producción biológica en la tierra y el suelo, es decir tiene un alto nivel de estabilidad económica y biológica incorporada con un impacto mínimo en el ambiente, además prevé una transición hacia una dependencia mínima de los recursos no renovables” (Rhodale Institute, 2014).

La agricultura orgánica regenerativa es un enfoque holístico de la agricultura y la producción de alimentos que busca restaurar y revitalizar el suelo, apoyar la salud y el bienestar de las plantas y los animales, y crear un impacto positivo en el ambiente y las comunidades locales. Se basa en los principios de la agricultura regenerativa, cuyo objetivo es crear un sistema agrícola más resistente y sostenible mediante el uso de prácticas como el cultivo de cobertura, el compostaje y el pastoreo rotativo.

En la agricultura ecológica regenerativa, los agricultores utilizan diversas técnicas para mejorar la salud del suelo, como el cultivo de cobertura, el compostaje y el laboreo reducido. Estas técnicas ayudan a aumentar la cantidad de materia orgánica en el suelo, lo que a su vez aumenta su capacidad para retener agua y nutrientes, y para mantener un ecosistema diverso de microbios y otros organismos vivos.

Además de centrarse en la salud del suelo, la agricultura orgánica regenerativa también hace hincapié en el bienestar animal, utilizando prácticas como el pastoreo rotativo para promover la salud y el bienestar del ganado. También busca crear un sistema agrícola más diverso y resistente a través de la incorporación de una variedad de cultivos y animales.

### 6.1.4 Diferencias entre alternativas sostenibles de agricultura

La agroecología, la agricultura orgánica y la agricultura orgánica regenerativa son enfoques de la agricultura que pretenden crear un sistema de producción de alimentos más sostenible y respetuoso con el ambiente. Sin embargo, difieren en su enfoque específico y en las prácticas que emplean.

La agroecología es un campo científico que estudia las interacciones entre las plantas, los animales y el ambiente en los sistemas agrícolas. Su objetivo es crear un sistema de producción de alimentos más sostenible y resistente mediante un enfoque holístico e interdisciplinario que tenga en cuenta los factores ecológicos, sociales y económicos que influyen en la agricultura. Los agroecólogos utilizan diversas prácticas, como la agrosilvicultura<sup>5</sup>, la rotación de cultivos y la gestión natural de plagas, para crear un sistema agrícola más diverso y equilibrado.

La agricultura ecológica, por otra parte, es un tipo de agricultura que se basa en el uso de fertilizantes naturales, como el compost y el estiércol, y evita el uso de pesticidas y fertilizantes sintéticos. Se basa en los principios de sostenibilidad, biodiversidad y salud, y busca crear un sistema agrícola que esté en armonía con la naturaleza.

Por su parte, la agricultura ecológica regenerativa no sólo trata de evitar el uso de insumos y prácticas sintéticas, sino que también pretende restaurar y mejorar activamente la salud y la fertilidad del suelo, así como favorecer el bienestar de plantas y animales. Además de utilizar fertilizantes naturales y evitar los insumos sintéticos, la agricultura orgánica regenerativa emplea diversas técnicas, como el cultivo de cobertura y el pastoreo rotativo, para crear un sistema de producción agrícola más diverso y resistente.

En general, aunque la agroecología, la agricultura orgánica y la agricultura orgánica regenerativa buscan crear un sistema de producción de alimentos sostenible y respetuoso con el medio ambiente, difieren en su enfoque específico y en las prácticas que emplean. La agroecología adopta un enfoque holístico e interdisciplinario de la agricultura, mientras que la agricultura orgánica se centra en el uso de insumos naturales y en evitar los insumos sintéticos. Por su parte, la agricultura ecológica regenerativa trata de restaurar y mejorar activamente la salud y la fertilidad del suelo, así como de favorecer el bienestar de plantas y animales.

#### 6.1.5 Investigación y Desarrollo (I+D)

Plantear un sistema alimentario circular en el Valle de Aburrá también debe generar oportunidades de investigación y desarrollo en el sector, es así como se da un crecimiento de la mano de la ciencia y las nuevas tecnologías.

En el sistema se requiere la implementación de estrategias innovadoras en cada uno de los procesos que se desarrollan, desde iniciativas que contribuyan con la

---

<sup>5</sup> Combinación entre el cultivo de especies forestales y agrícolas.



mejoría de la calidad de los suelos, los productos e incluso la biodiversidad en los cultivos, todo esto mediante un trabajo en equipo de personas con habilidades técnicas que se complementen y fortalezcan la producción de alimentos en el Valle.

En los procesos de investigación también se debería velar por crear e implementar sistemas de información para cuantificar datos que se pueden recolectar desde el cultivo hasta el consumo de los alimentos. Teniendo un adecuado sistema de información se generaría la oportunidad de realizar más investigación en el sistema e innovar para mejorar los procesos.

Se genera la oportunidad de fortalecer laboratorios relacionados con la agricultura en la región, así como crear nuevas propuestas de espacios de investigación que permitan el avance en temas como la identificación de microorganismos en la tierra, el agua, los productos cosechados, desarrollo de técnicas de fertilización no química y optimización de recursos, entre otros.

Se requiere fortalecer los procesos de asesorías y acompañamiento a quienes se encargan de la producción de alimentos, para ello las tecnologías de información y comunicación podrían significar un avance en el sector de la producción de los alimentos, ya que servirían como herramienta para hacer acompañamientos con el fin de resolver inquietudes, solicitar asesorías virtuales o presenciales, reportar avances en los procesos e incluso dar a conocer resultados de las cosechas. Además, también podría servir para validar el conocimiento ancestral de los agricultores.

## 6.2 Eslabón 2: distribución, comercialización y rescate de alimentos

Una de las etapas más importantes dentro del sistema alimentario es la cadena de abastecimiento, dado que de esta depende que los alimentos lleguen de los productores al *retail*, sin embargo, normalmente esta cadena no está pensada para ser sostenible. A continuación, se presentan hitos que se deben ejecutar por parte de todos los actores involucrados en aras de lograr una cadena de abastecimiento circular y sostenible aplicables al Valle de Aburrá:

- Identificar los objetivos de la cadena de abastecimiento: definir la finalidad que queremos que la cadena de abastecimiento cumpla, lo que nos permite diseñar una solución eficiente. Estos propósitos pueden incluir reducir el impacto ambiental y/o social, reducir costos, mejorar la calidad de los productos, minimizar el tiempo de entrega, entre otros.
- Analizar el flujo de materiales e información: entender cómo fluyen los materiales y la información a lo largo de la cadena de abastecimiento para

poder optimizar el proceso. Se pueden utilizar herramientas de *lean manufacturing* como el análisis de flujo de valor para identificar las áreas de oportunidad en la cadena.

- Seleccionar los proveedores adecuados: una vez se tenga identificado el flujo de materiales y la información, es importante seleccionar los proveedores adecuados para asegurar la calidad de los productos y minimizar los riesgos. Se deben considerar factores como la calidad de los productos, el precio, la flexibilidad, la cercanía geográfica, entre otros.
- Diseñar la logística: luego de seleccionar los proveedores, es importante diseñar la logística de la cadena de abastecimiento para minimizar los costos y el tiempo de entrega. Se deben considerar factores como el tipo de transporte, el número de intermediarios, la ubicación de los almacenes, entre otros.
- Implementar sistemas de control y monitoreo: esto se hace con el fin de asegurar que la cadena de abastecimiento esté funcionando de manera eficiente y efectiva. Estos sistemas pueden incluir esquemas de trazabilidad, sistemas de gestión de la calidad, sistemas de gestión de inventarios, entre otros.

### 6.2.1 Siembra Viva: nuevos mercados para el consumidor consciente

Es un modelo de negocio que opera en el Valle de Aburrá, busca ofrecer una oferta saludable a los consumidores mientras generan en los productores estabilidad. Su visión es lograr la configuración de un proceso sólido en el que los precios no sean tan variables, se dé por un sólo canal la comercialización y en el que exista únicamente una intermediación del productor con el consumidor.

Con el pasar del tiempo el negocio se ha ido enriqueciendo de procesos para continuar fortaleciendo la oferta y la calidad, por ello, han ido desarrollando actividades como la producción de insumos biológicos y la estandarización de los procesos en el marco de la agricultura regenerativa. En el caso del cliente se genera un *e-commerce* para garantizar la estabilidad de adquisición y fidelización del cliente, en el marco de un plan de negocio *Farm to table*.

En la última milla, en la que es esencial la garantía de la calidad del producto que recibe el consumidor entra *mercaviva.com*, quien es un cliente adicional, un cliente intermedio que tiene relación con el cliente final, se abre un negocio al *retail* tradicional pero no vendiendo el producto convencional sino orgánico, saludable, empacado, listo para el consumo, y al productor se le continúa haciendo énfasis en

la capacidad de estabilizar la demanda y el precio a partir de una oferta de calidad orgánica.

Siembra Viva entrega parte del proceso a un tercero y los clientes o la fuerza de ventas pasa a ser un vendedor, el negocio permite enfocarse entonces en creación de insumos biológicos, trabajo de laboratorio para garantizar la biomasa hongo-bacteria, pruebas de estabilización de nuevos productos, un negocio que va más hacia el desarrollo de productos y productores. Teniendo en cuenta el enfoque en la producción y el acompañamiento a los agricultores, una de las actividades más importantes es un *chatbot* que desarrollaron a través de *WhatsApp* para poder comunicarse eficientemente con el productor y garantizar que la oferta la tienen a tiempo con una calidad estandarizada.

### 6.2.2 Eatcloud: Tecnología e impacto social

En el Valle de Aburrá también han surgido otros emprendimientos que están buscando reducir las PDA en la región, este es el caso de Eatcloud, que ha surgido como un puente innovador entre los excedentes de alimentos en perfecto estado que no logran venderse o consumirse en los canales convencionales y las instituciones y comunidades que más los necesitan en cualquier parte del mundo (*Eatcloud*, n.d.).

La empresa se dedica a recolectar y distribuir alimentos excedentes de alta calidad, por medio de inteligencia artificial usando una plataforma propia, trabajando en colaboración con empresas y proveedores de alimentos locales para reducir el desperdicio de alimentos y abordar la creciente crisis de inseguridad alimentaria en todo el mundo.

Con un enfoque en la sostenibilidad y la responsabilidad social, Eatcloud se ha convertido en un líder en el campo de la redistribución de alimentos, para evitar su pérdida, ayudando así a las comunidades más necesitadas a tener acceso a estos alimentos en perfecto estado, mientras promueve la reducción del desperdicio de alimentos y el cuidado del ambiente.

### 6.2.3 Transformación de alimentos en productos de alto valor agregado

Otra alternativa para aplicar en este eslabón está asociada con el procesamiento y la transformación de las pérdidas y desperdicios de alimentos, teniendo en cuenta que alrededor del mundo se han desarrollado iniciativas para evitar que estos

alimentos terminen en los rellenos sanitarios generando más gases de efecto invernadero.

Apeel es una empresa que en su interés por el aprovechamiento de productos considerados desperdicio creó una sustancia comestible para recubrir las frutas y las verduras, dicha sustancia permite que los alimentos duren por más tiempo y se disminuya su pérdida (Apeel | Food Gone Good, n.d.).

Otro ejemplo de procesamiento o transformación que podría ser replicable en el sistema alimentarios del Valle de Aburrá es lo que realiza la plataforma Full Harvest, que tiene como objetivo comercializar frutas y verduras que tengan imperfecciones y no cumplan con los exigentes criterios de calidad para ser comercializados en supermercados o grandes superficies pero que aún pueden consumirse (Full Harvest - Buy or Sell Imperfect and Surplus Produce, n.d.).

Por último, cabe mencionar como estrategia, la utilización de las sobras de comidas generadas en los hogares durante el proceso de cocinar, con el fin de realizar técnicas básicas que contribuyan en el aprovechamiento máximo de los productos. Así, podría realizarse métodos caseros de fermentación para encurtidos, salsas, mermeladas e incluso usar los desperdicios como abonos para las plantas (ONU, 2018).

#### 6.2.4 El sector minorista (*retail*) y HORECA (hoteles, restaurantes y cafeterías) como sistemas de consumo responsable

El sector minorista, los hoteles, restaurantes y cafeterías son responsables de gran cantidad de las pérdidas y desperdicios de alimentos que se producen en el mundo. Según cifras de la ONU el 26% de las PDA se generan en los servicios de alimentación, que incluyen todo el sector Horeca (United Nations Environment Programme, 2021).

Desde este sector, estrategias como la donación de alimentos no consumidos a fundaciones u otros, el envío de residuos de alimentos a fincas o zonas donde producen alimentos para ser procesados y usados como fertilizantes amigables con el ambiente y capacitación a empleados sobre el manejo de los residuos podrían contribuir con el objetivo de disminuir las PDA (ONU, 2018).

Otra estrategia podría ser la utilización de los sobrantes o ingredientes no usados que están a punto de vencerse para crear platos de autor y ofrecerlos el mismo día a los comensales o para brindar alimentación al personal (ONU, 2018).

### 6.3 Eslabón 3: Bioeconomía circular como oportunidad de negocio para el cierre de ciclo del sistema alimentario

El último eslabón que se debe tener en cuenta a la hora de buscar un sistema alimentario sostenible para el Valle de Aburrá es lograr el cierre de ciclo de los residuos que se generan y que puedan ingresar como insumos para otras industrias o procesos.

Desde esta perspectiva, la bioeconomía circular se presenta como una oportunidad de negocio para el cierre de ciclo del sistema alimentario, ya que busca maximizar el uso de los recursos naturales y minimizar los impactos ambientales mediante la transformación de los residuos orgánicos en productos de valor agregado como biofertilizantes, bioplásticos, biocombustibles, entre otros. Además, impulsa la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías sostenibles para la producción y el procesamiento de alimentos, promoviendo una economía circular y resiliente.

Las PDA siempre se van a tener por más que se pueda reducir la cantidad de residuos que terminan en los rellenos sanitarios, es por ello por lo que se deben implementar sistemas de recuperación que permitan transformar estos residuos en materia prima para otros procesos. A continuación, se presentan las oportunidades más relevantes que puedan ser implementadas por el Valle de Aburrá.

#### 6.3.1 Compostaje como mecanismo de retorno

Una de las primeras oportunidades y la más evidente es la generación de compost. El compost es un tipo de materia orgánica descompuesta y reciclada como fertilizante para los suelos. Se fabrica normalmente descomponiendo materiales vegetales, como hojas, recortes de hierba y restos de comida, mediante microorganismos como bacterias, hongos y lombrices. El proceso de compostaje implica la descomposición de la materia orgánica por parte de estos microorganismos, que convierten el material en una sustancia rica y desmenuzable parecida a la tierra (US EPA, n.d.).

El compost se utiliza a menudo en jardinería y agricultura para mejorar la estructura y fertilidad del suelo, por lo que cumple un papel fundamental para ayudar a aumentar la cantidad de materia orgánica de la tierra, lo que puede mejorar su estructura y su capacidad de retención de agua. El compost también contiene nutrientes que las plantas pueden utilizar, como nitrógeno, fósforo y potasio.

El compostaje puede realizarse a pequeña escala, como en un cubo doméstico, o a mayor proporción en una instalación comercial. Además de utilizarse para mejorar

el suelo, el compost también puede emplearse como alternativa natural a los fertilizantes sintéticos, y puede ayudar a reducir la cantidad de residuos que acaban en los rellenos sanitarios.

Existen varios métodos para fabricar compost, y el más adecuado dependerá de los objetivos específicos de la operación de compostaje y de los materiales que se vayan a compostar. A continuación, se presentan algunos métodos comunes para la fabricación de compost:

1. Método de pila estática aireada (ASP): los materiales de compostaje se juntan en una pila estacionaria y el aire circula a través de esta mediante tuberías u otros medios. El método ASP es relativamente sencillo y puede utilizarse con diversos materiales, como restos de comida, residuos de jardinería y estiércol (Dentel & Qi, 2014).
2. Compostaje en recipiente: los materiales de compostaje se colocan en un contenedor sellado, como un bidón o un túnel, y el proceso se gestiona mediante el control de la temperatura, la humedad y el oxígeno. El compostaje en recipiente suele ser más caro que el método ASP, pero puede producir compost más rápidamente y con una calidad más constante (Dentel & Qi, 2014).
3. Compostaje en pilas: los materiales de compostaje se colocan en pilas largas y estrechas llamadas hileras, que se voltean y airean con maquinaria. Esta técnica suele utilizarse en operaciones a gran escala y puede tratar una amplia gama de materiales (Dentel & Qi, 2014).
4. Vermicultura: se utilizan lombrices para descomponer la materia orgánica y producir compost. La vermicultura puede realizarse a escala doméstica o de forma industrial y es adecuada para una gran variedad de materiales, incluidos los residuos de alimentos y de jardín (Planet Natural, n.d.).
5. Mosca Soldado Negra (BSF): es un método de compostaje que utiliza las larvas de la mosca soldado-negra (*hermetia illucens*) para descomponer los residuos orgánicos. Las larvas de la BSF son compostadoras eficaces porque tienen un apetito voraz y son capaces de descomponer una amplia gama de materiales orgánicos, incluidos los residuos de alimentos, el estiércol y los remanentes de jardinería. En un sistema de compostaje BSF, los residuos orgánicos se colocan en un contenedor diseñado para atraer a las moscas. Las moscas ponen sus huevos en los residuos, y los huevos eclosionan en larvas que empiezan a consumir la materia orgánica. A medida que las larvas consumen los residuos, los descomponen en trozos más pequeños y producen un compost rico en nutrientes (Direct Compost Solutions, n.d.).

### 6.3.2 Digestión anaerobia y producción de bioenergía

El tratamiento mecánico biológico (MBT) es uno de los métodos más populares y que se suelen implementar en los rellenos sanitarios para recuperar a nivel industrial residuos reciclables y residuos orgánicos. Este tratamiento comprende un conjunto de tecnologías que procesan parcialmente flujos de residuos mixtos mediante la clasificación y separación mecánica de los remanentes inorgánicos y el procesamiento biológico de la fracción orgánica del flujo de residuos (Gallardo Izquierdo, 2014). Esta tecnología suele reducir la cantidad de residuos, haciéndolos más estables y aptos para varios usos potenciales.

El propósito de adoptar sistemas MBT en la gestión de residuos mixtos es reducir el impacto ambiental asociado a la eliminación de residuos orgánicos en los rellenos sanitarios, así como recuperar valor adicional de los materiales de desecho reciclables recuperados, como plásticos, papeles, metal y vidrio. Otros productos valiosos del proceso MBT son el compost y, en algunos casos, el biogás y/o un combustible derivado de los residuos, dependiendo de la complejidad de la solución preferida y de los mercados que impulsen la tecnología de recuperación, por lo que se implementa según el contexto y las necesidades requeridas.

En muchos casos, los sistemas MBT están diseñados para producir más de un producto, como compost y combustible derivado de residuos. Si un sistema MBT se diseña con el objetivo de producir biogás, combustible derivado de residuos, compost y/o residuos bioestabilizados, el sistema suele producir otros flujos de salida como:

- Materiales reciclables secos, como plásticos, papel, metal y vidrio.
- Materiales rechazados en la fase de tratamiento mecánico, que suelen ir a parar al vertedero.
- Aguas residuales y residuos de los equipos de reducción ambiental, dependiendo del diseño del sistema y de los requisitos del regulador.

Otra tecnología, que incluso normalmente está acoplada al MBT, es la digestión anaerobia (AD). Es un sistema de gestión de residuos orgánicos que implica el uso de microorganismos para descomponer los residuos biodegradables en ausencia de oxígeno (Lorenzo & Obaya, 2005).

El proceso de digestión anaerobia genera un gas rico en metano, el biogás a partir de la digestión anaerobia controlada es una de las principales ventajas del proceso: se trata de una fuente de energía renovable que puede utilizarse para producir energía eléctrica o para cocinar. El material restante, conocido como digestato, es rico en nutrientes y puede utilizarse como acondicionador del suelo. Los sistemas AD mejorados pueden utilizarse para procesar diversos residuos orgánicos,

incluidos los fecales. El componente de la materia prima varía significativamente, y la tecnología utilizada en una instalación determinará aspectos como el contenido de humedad y la diferencia entre alto contenido en sólidos y bajo contenido en sólidos.

### 6.3.3 Biofertilizantes y glocalización de cadenas de suministro

El sistema agroalimentario se ha centrado, principalmente, en el aumento de la productividad en lugar de una integración de la gestión de los recursos naturales junto con la seguridad alimentaria y nutricional.

Es por ello que la bioeconomía circular se presenta como una oportunidad para promover el cierre de los ciclos biológicos como requisito clave para una economía sostenible. En este sentido, es importante aprender de la naturaleza y promover prácticas que permitan el uso responsable y eficiente de los recursos naturales, garantizando así la seguridad alimentaria y nutricional de la población y el bienestar de las comunidades locales (Aguilar et al., 2018).

Los biofertilizantes producidos a partir de residuos orgánicos y subproductos agroindustriales, representan una alternativa sostenible y rentable a los fertilizantes químicos convencionales, proveyendo alternativas tanto al productor como al consumidor con el fin de disminuir la dependencia de productos tóxicos.

Un concepto poderoso que permite potenciar el cierre de ciclo biológico y hacerlo más eficiente, es la glocalización de cadenas de suministro de alimentos, siendo un concepto que combina la globalización y la localización en la gestión de las cadenas de suministro de alimentos (Navarro Langreo, 2005).

Esto implica tener en cuenta tanto la producción local y sostenible de alimentos como la posibilidad de comercializarlos en mercados internacionales. La glocalización busca establecer una cadena de valor más corta y eficiente, donde los productos son producidos y comercializados localmente en la medida de lo posible, reduciendo así la huella de carbono y apoyando a los productores locales. Aun así, esto no sólo aplica para los alimentos como producto terminado, sino también para los residuos orgánicos y los subproductos que pueden ser aprovechados.

Al mismo tiempo, se considera la posibilidad de exportar productos alimentarios sostenibles y de alta calidad, generando oportunidades de negocio para los productores y empresas locales y contribuyendo a la seguridad alimentaria global.



#### 6.3.4 Biorefinación para una economía carbono neutral

Una de las estrategias clave de la bioeconomía circular es la biorefinación, que consiste en la transformación de los residuos orgánicos y subproductos de la industria alimentaria en productos de valor añadido, no sólo biofertilizantes que son los más comunes, sino también en bioplásticos, biocombustibles y productos químicos renovables.

Un ejemplo claro de esto es que se pueden usar los residuos orgánicos de alimentos cítricos, como las cáscaras de naranjas y limones, ya que son una fuente rica de pectina, un polisacárido utilizado en la industria alimentaria como agente gelificante y espesante (el precio aproximado es de 15 – 20 dólares por kg). La pectina se extrae de los residuos cítricos mediante un proceso de extracción en el que se separa la pectina de la pulpa y la piel.

En la actualidad, hay diversas empresas y organizaciones que han desarrollado tecnologías para la producción de pectina a partir de residuos orgánicos de alimentos cítricos. Por ejemplo, la empresa alemana Herbstreith & Fox produce pectina a partir de residuos de naranja y limón, y cuenta con un proceso de producción en el que se utilizan tecnologías sostenibles y eficientes que permiten la recuperación de más del 90% de la pectina presente en los residuos cítricos (*Die Pektin Spezialisten - Herbstreith & Fox*, n.d.).

Este proceso de producción de pectina a partir de residuos cítricos no sólo permite la valorización de los residuos orgánicos, reduciendo la cantidad de remanentes que se envían a los rellenos sanitarios, sino que también contribuye a la generación de ingresos y empleo en las comunidades locales. Además, el uso de pectina producida a partir de residuos cítricos puede contribuir a la reducción de la dependencia de fuentes no renovables y de origen fósil, ya que se trata de un recurso renovable y sostenible.

De ahí que la biorefinación se presenta como una oportunidad de negocio para el cierre de ciclo del sistema agroalimentario, ya que permite la creación de una economía carbono neutral, en la cual los residuos se convierten en recursos y se reduce la dependencia de los combustibles fósiles, por supuesto impactando la generación de GEI.

#### 6.3.5 Power Compost: proyecto piloto de la cuna a la cuna

Power Compost busca construir modelos genuinamente circulares para los residuos orgánicos de algunos hogares del Valle de Aburrá, los cuales no se conciben como

“basura” a ser dispuesta sino como nutrientes de nuevos ciclos que deben dejar externalidades ambientales y sociales positivas. Los residuos orgánicos pueden transformarse en compost y otros productos que nutren los suelos y apoyan su regeneración, mediante procesos que contribuyen a la acción climática reduciendo emisiones y capturando carbono. Siendo un modelo de cierre de ciclo en el sistema alimentario del Valle de Aburrá.

Compostar y transformar residuos orgánicos en el hogar o en instalaciones propias es posible, pero no es fácil: se requiere dedicar espacio, tiempo y disciplina. Además, con frecuencia es necesario gestionar grandes cantidades de residuos y de compost resultante. Por esta razón, Power Compost se encarga de facilitar la recolección y gestión de los residuos orgánicos de las personas y organizaciones suscritas por un precio mensual, ayudándoles a reducir su huella ecológica y disminuyendo la cantidad que llega a rellenos sanitarios o botaderos a cielo abierto.

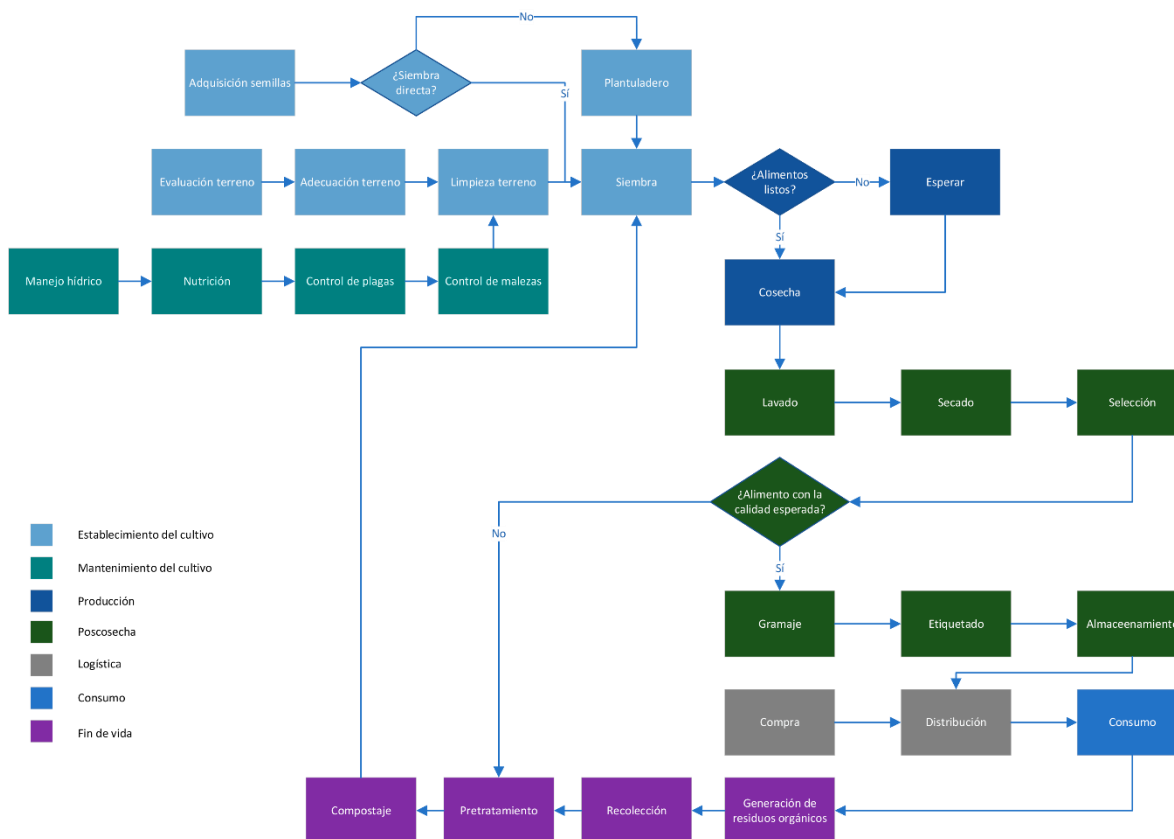
#### 6.3.6 Flujos de insumos, productos y residuos en un ejemplo de circuito

Siembra Viva y Power Compost tuvieron una sinergia de trabajo en la cual tenían un circuito corto de cierre de ciclo, donde los residuos que Power Compost recogía de los hogares eran el insumo para producir compost en las instalaciones de Siembra Viva, que posteriormente se utilizaba como fertilizante orgánico para producir nuevamente alimento y entregarlo a los hogares.

En la figura 10 se presenta el diagrama de flujos de insumos, productos y residuos en el ciclo cerrado que se tenía entre Siembra Viva y Power Compost (actualmente ambas compañías rompieron su alianza y están trabajando con otros actores clave del sector), donde los recursos empleados en un sistema fueron reutilizados de manera eficiente y sostenible.

En un ciclo cerrado, los residuos se reciclan y se vuelven a utilizar como insumos, lo que reduce la necesidad de extraer nuevos recursos y disminuye el impacto ambiental. Los residuos se pueden reciclar o usar para generar energía. Esto aumenta la eficiencia en el empleo de recursos y disminuye el gasto de energía.

Por tanto, en un sistema cerrado, los flujos de insumos, productos y residuos se organizan de tal forma que los residuos se vuelven a utilizar como insumos y los productos se reciclan al final de su vida.



**Figura 10.** Diagrama integrado del circuito SiembraViva – Power Compost (elaboración propia)

#### 6.4 Reconfigurando el sistema alimentario para acelerar la transición de la linealidad a la economía circular

Para lograr que el sistema alimentario sea circular se requiere rediseñar y repensar todo el modelo de la cadena de los alimentos, por lo que presentamos como parte de nuestro estudio lo que consideramos, a grandes rasgos, que se debe realizar para hacer un verdadero *hack* al sistema y señalar a cada uno de los actores clave que participan:

- Promover el uso de insumos circulares: teniendo en cuenta que existen suministros de materiales reciclados y subproductos los insumos circulares pueden ayudar a reducir la extracción de materias primas, minimizar los residuos y cerrar el ciclo de nutrientes en el sistema alimentario.
- Implantar procesos de fabricación de circuito cerrado: con el fin de minimizar los residuos y permitir la recuperación y reutilización de materiales. Por

ejemplo, las instalaciones de procesamiento de alimentos podrían aplicar mecanismos que recuperen y reciclen el agua, la energía y otros recursos, y que reduzcan la generación de residuos.

- Reducir las pérdidas: reducir las pérdidas de alimentos en la producción cuando se presentan averías en los productos y cerrar el ciclo. Esto puede lograrse con medidas como entregar las averías a los bancos de alimentos o alimentación animal, lo cual depende del estado de los alimentos y las razones por las que no se pueden vender, por lo que esto disminuiría la cantidad de comida que terminan en relleno sanitario.
- Informar a los consumidores: esto parte de la necesidad de comunicar sobre los esfuerzos que se vienen realizando dentro de las empresas para reducir los impactos ambientales y sociales de los procesos productivos.

De igual manera, en el capítulo 7 presentaremos los mecanismos que consideramos importantes para acelerar la transición del sistema alimentario convencional a uno circular en el Valle de Aburrá, que por supuesto puede ser replicado en el resto del país.

## 7 Mecanismos para acelerar la transición hacia un sistema alimentario circular

Hacer la transición de un sistema lineal a uno circular implica el compromiso de los diversos actores, la voluntad política, la inversión en procesos de innovación e investigación y la apertura al cambio. Asimismo, desde el paso a paso se debe tener una visión clara de los recursos, fortalecer vínculos con todos los asociados y repensar las metodologías y el diseño de los procesos, entre otros procesos.

### 7.1 Tecnología para un futuro sostenible

Para tener sistemas circulares y sostenibles se debe contar con diferentes aliados en el proceso, entre ellos las herramientas tecnológicas que podrían desempeñar un papel importante dentro de las actividades, la inteligencia artificial, la analítica de datos, el metaverso, entre otros que contribuyen a la gestión energética óptima, ayudan con la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y la optimización de los sistemas de suministro.

### 7.1.1 Cosecha y producción agropecuaria

La cosecha y producción de alimentos es una de las partes vitales en todo el sistema agroalimentario, además es uno de los eslabones de la cadena más ineficientes en términos de generación de pérdidas e ineficiencias, por lo que se requieren diferentes mecanismos que permitan acelerar la transición a la economía circular, a continuación, se presentan algunas ideas al respecto:

- Aplicar técnicas de agricultura de precisión: la agricultura de precisión es un conjunto de tecnologías y prácticas que permiten a los agricultores optimizar el uso de insumos, como agua, fertilizantes y pesticidas, y aumentar el rendimiento de los cultivos. Mediante el uso de técnicas de agricultura de precisión, los agricultores pueden reducir la cantidad de insumos utilizados y minimizar los residuos, ayudando a cerrar el ciclo de los nutrientes y a promover la circularidad en el sistema alimentario.
- Utilizar compost y otros insumos circulares: el compost es una enmienda del suelo rica en nutrientes que se produce al descomponer la materia orgánica y puede ayudar a mejorar la estructura y la fertilidad del suelo. Utilizando compost y otros insumos circulares, los agricultores pueden reducir su dependencia de los fertilizantes sintéticos.
- Adoptar prácticas de agricultura regenerativa: el objetivo es reconstruir y mejorar la salud del suelo, reducir la erosión y capturar carbono. Las prácticas agrícolas regenerativas incluyen técnicas como el cultivo de cobertura, el compostaje y el pastoreo rotativo. Adoptando estas prácticas, los agricultores pueden mejorar la salud y la fertilidad de la tierra y reducir su dependencia de los insumos sintéticos.
- Promover el uso de sistemas de recuperación de residuos de alimentos: existen diversas alternativas para la recuperación de residuos alimentarios, como la digestión anaeróbica, que convierte los residuos alimentarios en biogás y compost. Mediante el uso de sistemas de recuperación de residuos alimentarios, los agricultores pueden convertir los residuos en un recurso valioso y cerrar el ciclo de nutrientes en el sistema alimentario.

### 7.1.2 Postcosecha y almacenamiento

En cuanto a la postcosecha y el almacenamiento posterior al cultivo también se tienen mecanismos que permitan acelerar la transición a la economía circular que

no son difíciles de adoptar e incluso reducirían sustancialmente los costos de producción:

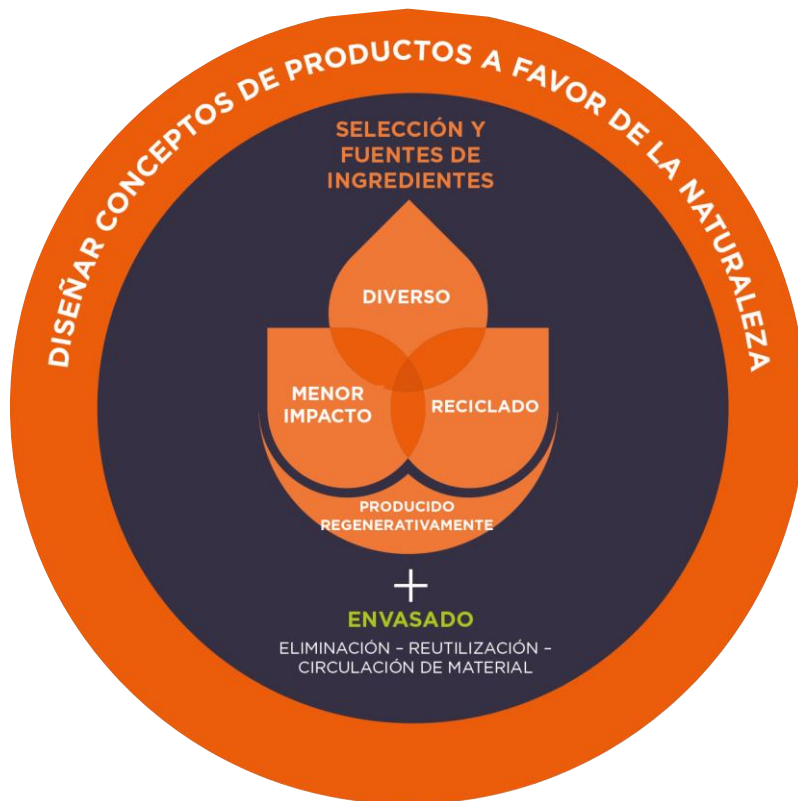
- Mejorar las técnicas de almacenamiento y manipulación: dentro del sistema alimentario se podrían mejorar las técnicas de almacenamiento y manipulación con el objetivo de reducir el desperdicio de alimentos. Esto puede lograrse con medidas como la optimización de las condiciones de almacenamiento, el uso de envases protectores y la aplicación de las mejores prácticas de manipulación y almacenamiento de productos frescos.
- Implantar sistemas de trazabilidad: la trazabilidad dentro del sistema ayudaría a identificar y rastrear el origen, el movimiento y la manipulación de los productos alimentarios. Los sistemas de trazabilidad contribuyen a mejorar la seguridad alimentaria, reducir el desperdicio de alimentos y promover la sostenibilidad del sistema alimentario.

### 7.1.3 Producción sostenible en la industria de alimentos

Los alimentos deben ser producidos en una lógica de cierre de ciclo y regeneración, en la cual los residuos que se presentan durante el proceso productivo puedan ser utilizados como materia prima para fertilizar el suelo sin necesidad de utilizar ningún tipo de fertilizante sintético y en el caso de los envases y empaques se permita la circulación del material.

Sin embargo, el diseño circular de alimentos va mucho más allá, significa que se debe dar forma a aquello que se come y a qué ingredientes se cultivan para lograrlo, pensémoslo de esta manera, la mayoría de los alimentos que consumimos, desde los cereales para el desayuno hasta la pasta, han sido diseñados de manera intencional para tener un sabor, textura, contenido nutricional y apariencia específicos. Por ello, el diseño de alimentos incluye la creación del concepto de un producto, la selección de ingredientes, el abastecimiento, el empaquetado y el envase (Ellen MacArthur Foundation, 2022).

Según el informe presentado por Ellen MacArthur Foundation, el diseño circular de alimentos se basa en la combinación del diseño de alimentos y los principios de la economía circular, lo que permite replantear la forma en que se crean y empaquetan los productos de manera más sostenible conforme a lo mostrado en la Figura 12. Según el estudio El Gran Rediseño de los Alimentos (Ellen MacArthur Foundation, 2022), la combinación adecuada de ingredientes y oportunidades de abastecimiento puede proporcionar beneficios ambientales, económicos y de rendimiento significativos, a continuación, se presentan los lineamientos dados por este estudio para lograr el diseño circular de alimentos.



**Figura 11.** Diseño circular de alimentos (Ellen MacArthur Foundation, 2022)

Diseñar conceptos de productos que permitan que la naturaleza prospere e incluir objetivos positivos para la naturaleza en la descripción del producto puede proporcionar incentivos claros para que los equipos de desarrollo de productos diseñen en aras de lograr resultados regenerativos.

#### 7.1.4 Distribución y logística inversa inteligente

La distribución y toda la logística de los alimentos tiene desafíos importantes a favor de lograr que no sólo el consumidor obtenga los productos que requiere cuando los necesita sino también que cuando termine de consumir un producto, los residuos que se generan, por ejemplo de empaques y envases que son los más comunes, puedan retornar de manera fácil a las industrias para volverse a procesar en otros productos de valor agregado. A continuación, planteamos algunas estrategias que consideramos necesarias implementar en esta parte de la cadena.

- Implantar programas de reducción de residuos dentro del *retail*: se requieren programas que se centren en reducir, reutilizar y reciclar materiales. Estos programas pueden incluir medidas como la optimización de la gestión de

inventarios, la reducción de la cantidad de envases utilizados y el fomento del uso de recipientes reciclados.

- Fomentar el uso de envases reutilizables: el uso de envases reutilizables, como bolsas y recipientes, ayudan a minimizar los residuos generados en el proceso de producción alimentaria y a promover la sostenibilidad del sistema.
- Mejorar las condiciones de almacenamiento: las condiciones adecuadas de almacenamiento en el *retail* para reducir los residuos generados por mal almacenamiento o manipulación disminuyen la generación de residuos y mantienen por más tiempo la calidad de los productos. Esto se puede lograr por medio del mantenimiento preventivo de los sistemas de refrigeración de las neveras industriales y la revisión constante de los inventarios.
- Ofrecer menús y promociones de temporada: la oferta de menús y promociones de temporada en restaurantes y otros establecimientos de alimentación puede ayudar a destacar la disponibilidad y el sabor de los productos y animar a los consumidores a probar nuevos alimentos.
- Educar a los consumidores: la educación de los consumidores respecto a la situación del desperdicio de alimentos es relevante debido a que el consumidor debe ser consciente de las repercusiones ambientales y sociales al rechazar productos basándose únicamente en criterios estéticos. Esto puede ayudar a cambiar la actitud y el comportamiento de los consumidores hacia los suministros imperfectos.
- Promover la disponibilidad de productos imperfectos: los productos que probablemente no cumplan con las características estéticas para los consumidores pero que pueden ser consumidos deberían ser dispuestos para la compra antes de descartarlos. Esto puede lograrse mediante iniciativas como la creación de puntos de venta o secciones dedicadas a los víveres imperfectos como parte de la oferta habitual de los supermercados.
- Ofrecer incentivos para la compra de productos imperfectos: usar estrategias como descuentos o puntos de fidelidad para los consumidores que decidan comprar productos imperfectos. Esto puede ayudar a hacer que los víveres imperfectos resulten más atractivos para los consumidores y así animarlos a elegir estos productos frente a otras opciones.
- Asociarse con productores y minoristas: contribuir con el comercio justo mediante asociaciones con productores o minoristas para promover la disponibilidad y aceptabilidad de los productos imperfectos. Esto puede lograrse mediante iniciativas como campañas de marketing, eventos y programas educativos.



### 7.1.5 I+D+I aplicada a la producción de alimentos sostenibles y saludables

Los equipos de investigación y desarrollo y de compras de las empresas pueden aprovechar el poder del diseño circular de alimentos adoptando un enfoque colaborativo al tomar decisiones conjuntas sobre la selección de ingredientes y el abastecimiento. Esto implica prestar atención a qué ingredientes se incluyen en las formulaciones, cómo se producen y, lo más importante, su papel en la regeneración de los paisajes donde se producen.

Según el estudio de Ellen MacArthur Foundation (2002) se pueden combinar cuatro oportunidades de selección y abastecimiento de ingredientes para aprovechar el poder del diseño circular de los alimentos:

- Diversidad de ingredientes

Para mejorar la resiliencia del suministro de alimentos y aumentar la diversidad genética de los cultivos y el ganado, es importante incorporar una mayor variedad de ingredientes en la cartera de productos. Por ejemplo, esto incluye no sólo utilizar cultivos perennes, como la palmera datilera, el algarrobo y el coco, sino también edulcorantes naturales de alta intensidad como la fruta del monje y la stevia con el fin de obtener el dulzor en lugar de depender solo de la caña de azúcar, la remolacha azucarera o el maíz.

- Ingredientes de menor impacto

Es posible obtener beneficios a corto plazo al cambiar de productos animales producidos de manera convencional a alternativas con menor impacto. Muchas empresas ya están investigando la posibilidad de cambiar a proteínas vegetales en lugar de proteínas animales producidas de manera convencional. Este estudio muestra que las oportunidades no se limitan sólo a la diversificación de las fuentes de proteína. Por ejemplo, cambiar la harina de trigo convencional por harina de guisantes en una caja de cereal para el desayuno puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 40% y la pérdida de biodiversidad en un 5% en las granjas modeladas.

- Ingredientes reciclados

El reciclaje de alimentos puede ayudar a evitar que un tercio de los alimentos se desperdicien o se pierdan, convirtiéndolos en ingredientes valiosos en lugar de enviarlos al vertedero. Se prevé que el mercado de alimentos reciclados, que actualmente tiene un valor de 52.91 billones de dólares, crezca un 4.6% anual

gracias a las nuevas tecnologías (Products from Food Waste Market By Source, End User & Region for 2022 – 2032 | Global Sales Analysis and Opportunity - 2032 | FMI, 2022). Las empresas de consumo de rápido movimiento y los minoristas pueden aprovechar estas soluciones basándose en la creciente oportunidad del mercado. El uso de ingredientes reciclados reduce la presión sobre la Tierra y permite obtener el máximo rendimiento del suelo, la energía y otros recursos utilizados para cultivar alimentos.

- Ingredientes producidos regenerativamente

En los últimos años, las empresas líderes han reconocido los beneficios ambientales de la producción regenerativa, la cual puede llevar a mayores rendimientos y aumentos en la rentabilidad para los agricultores. No existe un enfoque único para todos y es importante revisar las prácticas utilizadas con el tiempo. No obstante, para todos los ingredientes modelados en el estudio realizado por Ellen MacArthur Foundation (trigo, lácteos, patatas y endulzantes), se identificó un conjunto de prácticas dependientes del contexto que, en promedio y después de un período de transición, aumentan la producción total de alimentos y proporcionan una rentabilidad adicional para los agricultores mientras generan beneficios importantes para el clima y la biodiversidad.

#### 7.1.6 Datos, métricas y trazabilidad de los impactos en la cadena de valor

Los sistemas alimentarios se desarrollan alrededor de otros mecanismos como las infraestructuras, el transporte, la tecnología, las instituciones públicas y privadas, los medios de transporte y los servicios financieros. En estos sistemas las comunidades evolucionan, por lo que se ven implicados recursos naturales, económicos, prácticas culturales, políticas públicas y demás.

Para el Comité de Seguridad Alimentaria Mundial en el 2021 el 80% de los pequeños productores de alimentos a nivel mundial producían lo necesario para la población, a pesar de aportar con un porcentaje tan alto, se ven afectados por temas como las dificultades en las vías de acceso, los altos costos de la logística, los inconvenientes con el transporte y el deterioro de los productos por las condiciones precarias de transporte, lo que genera en las urbes la dependencia de alimentos importados transportados por vía fluvial o aérea con mejores condiciones dispuestas por las grandes industrias de alimentos, esto hace que aumente la pobreza en el espacio rural (Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, 2021).

Es claro que las vías, la infraestructura y la logística en general que tienen los sistemas alimentarios requiere unos cambios, por lo que el desarrollo de plataformas digitales que contribuyan a mejorar los diferentes procesos podría

contribuir con la transformación que se requiere en el sistema (Sotomayor et al., 2019).

Desde la planeación de la cosecha se podrían implementar estrategias tecnológicas para mejorar los procesos, en la actualidad el desarrollo que existe en ámbitos como el de la bioeconomía, y en general la tecnología digital, podría contribuir con un desarrollo sostenible en el sistema alimentario.

Con un buen desarrollo tecnológico se buscaría lograr la obtención de datos relacionados con los cultivos, los climas favorables, los tiempos de riego, el monitoreo del crecimiento de las plántulas, posibles plagas que puedan aparecer por medio del análisis de imágenes secuenciales de las siembras, tiempos de cosecha, ciclos de maduración de los alimentos, temperaturas, información de productores y sus cosechas, referencias de los intermediarios entre las zonas rurales y urbanas, bases de datos de los posibles compradores, identificación de otros intermediarios o consumidores directos, plataformas digitales para comercialización sin intermediarios, regulación de costos de los productos en el mercado, entre otros avances que harían el sistema más sostenible, contribuyendo con los objetivos planteados para el 2030 (Sotomayor et al., 2019).

Las diversas herramientas tecnológicas que se podrían implementar en los eslabones de la cadena agroalimentaria podrían ser estrategias que se den dentro del nivel macro del sistema. Sin embargo, existen otras que podrían aplicarse en otros estadios como con los consumidores, un ejemplo de ello es la transformación de los alimentos para prevenir las pérdidas y desperdicios y así se elaboren productos a partir de alimentos que se encuentran en cosecha, están a punto de perderse o no son muy bien aceptados en su forma natural por quien los consumen (Sotomayor et al., 2019).

## 7.2 Alimentación saludable y responsable

En cuanto al rol que cumple la alimentación saludable y responsable es de vital importancia el papel de los consumidores. De ahí que se requiera replantear cómo los gobiernos incentivan los cambios en la población y cómo las personas toman mejores decisiones estando informadas de lo que consumen en su día a día, desde esta perspectiva se plantean varios mecanismos que consideramos puede acelerar la transición.

- Reducir el desperdicio de alimentos en el hogar: la reducción del desperdicio de alimentos a través de la planificación de las comidas, concientizando al comprador de realizar un consumo prudente y responsable, y almacenando los alimentos adecuadamente. Los consumidores también pueden

considerar la posibilidad de comprar productos imperfectos o "feos", que a menudo se desechan debido a defectos estéticos, pero que siguen siendo seguros y nutritivos para el consumo.

- Utilizar envases y embalajes reutilizables: el uso de envases y embalajes reutilizables, como bolsas, botellas de agua y otros recipientes, con el fin de reducir la cantidad de residuos generados. Mediante el uso de envases reutilizables, los consumidores pueden ayudar a minimizar los residuos y promover la sostenibilidad del sistema alimentario.
- Apoyar a las empresas que utilizan insumos circulares: existen empresas que utilizan insumos circulares las cuales deben ser apoyadas por el consumidor ya que al ser secundadas los consumidores pueden ayudar a reducir la extracción de materias primas, minimizar los residuos y cerrar el ciclo de nutrientes en el sistema alimentario.
- Promover dietas basadas en plantas: cambiar la alimentación hacia dietas basadas en plantas, que generalmente son más eficientes en el uso de recursos y tienen un menor impacto ambiental que las dietas basadas en animales. Esto puede lograrse mediante iniciativas como la promoción de fuentes de proteínas vegetales, como las legumbres y los frutos secos, y la reducción del consumo de carne y productos lácteos.
- Educación de los consumidores sobre los beneficios de comer alimentos de temporada: educar sobre las ventajas de consumir alimentos de temporada, lo que ayuda a reducir el impacto ambiental de la producción alimentaria, pues se reduce la necesidad de transportar productos fuera de temporada a largas distancias y además se contribuye a los agricultores locales y a la economía local.
- Fomentar los programas de agricultura apoyada por la comunidad (CSA): a partir de diferentes proyectos se puede enseñar a los consumidores a comprar por adelantado una parte de la cosecha de un agricultor y/o recibir una entrega semanal de productos frescos de temporada. Los programas de CSA pueden ayudar a poner en contacto a los consumidores con los agricultores locales y contribuyen a la promoción del consumo de alimentos de temporada.
- Fomentar la cocina casera y la planificación de las comidas: al planificar las comidas en torno a los productos de temporada, los consumidores pueden tomar decisiones más informadas sobre lo que comen, focalizar su consumo y así apoyar el sistema alimentario local.

- Compostaje de los residuos alimentarios en el hogar: compostar los restos de comida, que pueden convertirse en una enmienda del suelo rica en nutrientes. Al compostar los residuos alimentarios, los consumidores ayudan a cerrar el ciclo de nutrientes en el sistema alimentario y a reducir la cantidad de residuos que se envían a los vertederos.

### 7.2.1 Responsabilidad ambiental y social en la cadena de abastecimiento

Se presenta como un factor clave para promover una alimentación saludable y responsable, dado que la producción y distribución no sólo deben garantizar la calidad y seguridad alimentaria para el consumo humano, sino también debe respetar los derechos humanos, proteger el medio ambiente y promover la equidad social.

Una cadena de abastecimiento responsable se preocupa por promover prácticas justas y éticas en las relaciones con los proveedores, trabajadores y comunidades locales, logrando un gana-gana entre los diferentes actores.

Por supuesto, la cadena de abastecimiento debe tener en cuenta las necesidades y preferencias de los consumidores, promoviendo diversas opciones saludables y sostenibles. Esto puede implicar ofrecer una amplia variedad de productos frescos y naturales, así como opciones vegetarianas o veganas, e impulsar el consumo responsable y la prevención del desperdicio de alimentos.

### 7.2.2 La huella de los alimentos

Tomar mejores decisiones a la hora de comprar y consumir alimentos, va a permitir tener una alimentación saludable y responsable, generando un impacto positivo no sólo en nuestros cuerpos, sino también contribuyendo a la disminución de la huella que tienen los alimentos en el planeta al ser producidos. El consumo de alimentos saludables y sostenibles reducen la huella hídrica, de carbono y ecológica.

La huella hídrica se refiere al volumen total de agua utilizada (captada y vertida) para producir un alimento. Los alimentos frescos y saludables, como frutas y verduras, generalmente tienen una huella hídrica más baja en comparación con los alimentos procesados y de origen animal, como la carne y los productos lácteos. Al elegir alimentos saludables para el consumo, se puede reducir la cantidad de agua necesaria para producir nuestra dieta diaria.

La huella de carbono de los alimentos se refiere a la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se emiten durante la producción, procesamiento, transporte y distribución de los alimentos. Una dieta de origen vegetal puede reducir significativamente la huella de carbono de los alimentos, ya que la producción de carne y otros productos animales es una de las principales causas de emisiones de GEI.

La huella ecológica se refiere al impacto general de la producción de alimentos en el medio ambiente, incluyendo la pérdida de biodiversidad, el uso de energía y recursos naturales, la contaminación y el cambio climático. La elección de alimentos saludables y sostenibles reduce la huella ecológica de la dieta, ya que estos suelen ser producidos de manera sostenible y con menos impacto ambiental en comparación con los alimentos procesados y de origen animal.

### 7.2.3 Certificaciones y ecoetiquetado

En aras de que los consumidores tomen las decisiones adecuadas de compra, las empresas que cuentan con certificaciones y ecoetiquetado para sus productos alimenticios, les proporcionan información valiosa sobre el impacto ambiental que generan sus productos. A través del análisis del ciclo de vida (ACV), las empresas pueden identificar y medir los impactos ambientales de sus productos en cada etapa, desde la producción hasta el final de su ciclo, y con esta información posteriormente certificar y ecoetiquetar los productos.

Las certificaciones y ecoetiquetas, como la etiqueta ecológica de la UE y de la Fairtrade, Rainforest Alliance, entre otras, se otorgan a los productos que cumplen con ciertos estándares ambientales y sociales. Esto incluye diferentes aspectos dependiendo de las exigencias de la certificación, como el uso de materiales sostenibles, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la reducción de residuos (Certification Archives | Rainforest Alliance, n.d.; EU Ecolabel - Home, n.d.; Fairtrade, n.d.).

Al utilizar el ACV, las empresas además logran identificar áreas en las que pueden mejorar la sostenibilidad de sus productos. Por ejemplo, hallar formas de reducir la cantidad de energía utilizada en la producción, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, minimizar los residuos y aminorar el consumo de agua.

La información sobre las certificaciones y ecoetiquetas, así como los resultados del análisis del ciclo de vida del producto, pueden comunicarse a los consumidores a través de rótulos en el producto o mediante informes disponibles en el sitio web de la empresa. Esto permite a los consumidores tomar decisiones informadas y elegir productos acordes a sus necesidades y que generen menos impacto ambiental.

#### 7.2.4 El consumidor consciente: la dieta para un futuro sostenible

La repercusión de tener una dieta basada en alimentos importados, ultraprocesados y otros productos que generan externalidades en el sistema alimentario, va desde los individuos hasta las comunidades. El resultado es el de una alimentación con falta de nutrientes, generadora de gases de efecto invernadero, poco diversa y alta en nutrientes críticos como el sodio, las grasas y los azúcares, los cuales conllevan a problemas de salud pública y por ende a la utilización de recursos económicos por parte de los gobiernos con el fin de investigar, desarrollar e implementar programas para prevenir o mitigar enfermedades de varios tipos (Soares & Davó-Blanes, 2019).

Es claro que la transformación de los sistemas alimentarios convencionales se debe hacer desde todos los eslabones, sin embargo, quienes son consumidores tienen la responsabilidad de informarse acerca de los productos que llegan a su mesa, la manera de transformarlos y fomentar el cierre del ciclo con los desperdicios generados, entre otras actividades que ayudan a mitigar varias de las problemáticas que tiene este sistema (Vinyals i Ros, 2016).

Algunas de las posibles estrategias que se pueden implementar desde instituciones u hogares podrían ir encaminadas a disminuir el consumo de carne, aumentar la ingesta de productos locales, evitar los alimentos importados, reducir el consumo de ultraprocesados, entre otros que se desarrollarán a continuación:

- Elegir alimentos frescos, de temporada, cosechados en la zona: esta estrategia promueve el consumo de frutas y verduras en algunos sectores donde es mínimo, por ende, se lograría una alimentación más variada y nutritiva.
- Reducir al máximo o eliminar por completo el consumo de alimentos ultraprocesados: con el fin de contribuir en la transformación del sistema alimentario, el entorno y mejorar la calidad de vida.
- Apoyar a los pequeños productores, cooperativas y comercio justo: Los consumidores que apoyan los mercados locales secundan las cadenas cortas de comercialización de alimentos y con ello contribuyen al comercio justo, la dignidad campesina, el desarrollo de empleos y la asociación de productores.

### 7.3 El marco estructural para un sistema alimentario circular

El rediseño de los sistemas, como hasta ahora se conocen, es necesario para transitar hacia un modelo circular que beneficie los procesos y no genere problemas a otros mecanismos con los cuales interactúa. Este es el caso del sistema alimentario, que requiere cambios estructurales que le permitan ser eficiente y sostenible como se señala a continuación:

#### 7.3.1 Infraestructura de la calidad para la economía circular

Es necesario que la economía circular empiece a definir una infraestructura de la calidad en la cual las políticas, normas, regulaciones, estándares, procedimientos y herramientas necesarias garanticen que los productos y servicios cumplan con los requisitos de calidad, seguridad y sostenibilidad, desde la producción hasta el consumo, y todo esto sea fácilmente trazable para el comprador, tomando así las mejores decisiones de consumo.

En el ámbito alimentario, esto implica, por ejemplo, establecer estándares de calidad para los alimentos, implementar prácticas agrícolas sostenibles, promover la innovación en tecnologías, procesos de producción más eficientes y respetuosos con el medio ambiente, y desarrollar sistemas de trazabilidad y etiquetado transparentes.

Una infraestructura de calidad sólida y bien desarrollada permite a los actores de la cadena de abastecimiento trabajar en conjunto de manera efectiva para implementar prácticas sustentables y asegurar la calidad y seguridad de los productos agroalimentarios. Además, establece un marco legal y normativo claro que promueve la innovación y la inversión en tecnologías y procesos más eficientes y sostenibles.

### 7.4 Responsabilidad extendida del productor

La Responsabilidad Extendida del Productor (REP) es un concepto que se refiere al compromiso que deben tener los productores durante todo el ciclo de productividad, incluyendo su recolección, transporte, reciclaje y/o eliminación adecuada (Lindhqvist, 2000). Es decir, los productores no sólo son responsables de la calidad y seguridad del producto, sino también del impacto ambiental que este pueda tener durante todo el proceso de producción.

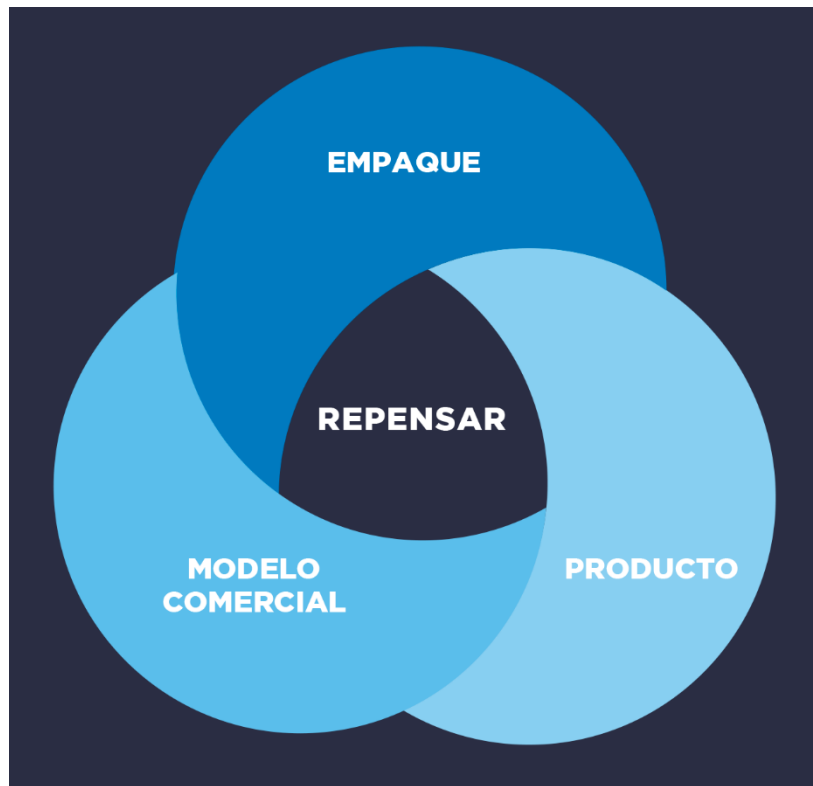


La REP se ha implementado en diferentes países como una estrategia para reducir el impacto ambiental de los productos y promover prácticas sostenibles en la gestión de residuos. Los productores, al asumir una mayor responsabilidad en la gestión de los residuos generados por sus productos, son incentivados a diseñar insumos más sostenibles, reducir la cantidad de residuos generados y aumentar la reutilización y reciclaje de estos.

La aplicación de la REP implica la implementación de políticas y regulaciones que obligan a los productores a hacerse cargo del impacto ambiental de sus productos en todas las etapas de su ciclo de vida, lo que puede incluir la implementación de programas de recolección y reciclaje, la imposición de tarifas ambientales y la promoción de prácticas sostenibles en la producción y disposición de residuos.

Para lograr que los productores puedan implementar la REP de manera más sencilla, deben considerar de manera integral el diseño de sus productos, considerando tanto el producto como los empaques y envases, ya que ambos tienen fuertes implicaciones entre sí y en los resultados ambientales.

Es por ello, que se debe pensar en la innovación desde el origen, pero esto requiere un cambio de mentalidad centrado en el replanteamiento fundamental sobre la mejor forma de entregar productos y servicios a los usuarios. Esto implica repensar no sólo el empaque en sí, sino también el producto y el modelo comercial de manera más amplia, con el objetivo de identificar nuevas formas de entregar valor a los usuarios mientras se eliminan los residuos desde el diseño (Ellen MacArthur Foundation, 2020).



**Figura 12** La mentalidad para la innovación en el origen (Ellen MacArthur Foundation, 2020)

En el estudio de Innovación en el Origen (Ellen MacArthur Foundation, 2022), se plantea una guía de soluciones para empaques, y proponen la combinación de cuatro oportunidades de selección y abastecimiento de ingredientes para aprovechar el poder del diseño circular de los alimentos:

- **Repensar el empaque**

Innovar en el diseño del empaque significa renovar en el concepto, formato, componentes y elección de material del empaque para proporcionar la misma función esencial de este mientras se eliminan los residuos. Por ejemplo, se puede pasar de formatos de empaque no reciclables a reciclables o utilizar un tipo de material completamente diferente, como materiales comestibles o solubles.

- **Repensar el producto**

Innovar en la formulación, concepto, forma y tamaño del producto para cambiar las necesidades del empaque mientras se mantiene o mejora la experiencia del usuario. Por ejemplo, se puede pasar de un producto físico a uno digital o de uno líquido a uno sólido.

- **Repensar el modelo comercial**

Cambiar o modernizar el modelo de entrega, cadena de suministro, localización de la producción y flujos de ingresos según las necesidades del empaque. Por ejemplo, se puede vender productos en envases recargables o retornables en lugar de aquellos de un sólo uso, o localizar la producción de manera que se pueda garantizar la frescura sin depender de envases complejos, que a menudo son menos reciclables.

Desde estos tres pilares se debe repensar de manera holística lo que implican los envases y empaques para un producto, según el libro Innovación en el Origen (Ellen MacArthur Foundation, 2020) para ayudar a las empresas a alcanzar sus objetivos de economía circular para empaques y envases, se pueden utilizar tres estrategias:

1. **Eliminación:** eliminar el empaque mientras se mantiene o mejora la experiencia del usuario. Existen dos enfoques diferentes para la eliminación: un enfoque directo y un enfoque innovador. Se diferencian en función de si un elemento del empaque cumple una función esencial (la protección, contención, conveniencia, comunicación y eficiencia necesarias, etc) o no.
  - **Eliminación directa:** el empaque que no cumple una función esencial. Por ejemplo, empaques de película en latas de compra múltiple.
  - **Eliminación innovadora:** el empaque que cumple una función esencial se elimina indirectamente a través de la innovación; y su función se alcanza de una manera diferente. Por ejemplo, envolturas comestibles para productos frescos, que prolongan la vida útil y eliminan la necesidad de empaque.
2. **Reutilización:** reutilizar el empaque en lugar de desecharlo después de un uso, creando valor tanto para los usuarios como para las empresas. Hay cuatro modelos diferentes de reutilización de empresa a consumidor (B2C). Se diferencian según la propiedad del envase, es decir, si el envase se recarga o se devuelve, y dónde se produce la recarga / devolución.
  - **Recarga en casa:** los usuarios llenan un recipiente reutilizable en casa con recargas que se entregan a su puerta (por ejemplo, a través de un servicio de suscripción) o que compran en una tienda. Los usuarios mantienen la propiedad del envase principal y son responsables de su limpieza.
  - **Recarga en la calle:** los usuarios llenan de nuevo el empaque reutilizable en un punto de dispensación fuera de casa, como en una tienda. Los usuarios mantienen la propiedad del envase reutilizable y son responsables de su limpieza.

- Devolución desde casa: Los usuarios se suscriben a un servicio de entrega y recogida que les permite devolver los envases vacíos desde casa. Luego, una empresa o proveedor de servicios se encarga de limpiar y redistribuir el envase.
- Devolución en la calle: Los usuarios compran un producto en un envase reutilizable y devuelven el envase en una tienda o punto de entrega después de su uso. El envase se limpia donde se devuelve (por ejemplo, en una tienda minorista) o una empresa o proveedor de servicios se encarga de limpiar y redistribuir el envase.

Además de los cuatro modelos de reutilización B2C, existe una amplia gama de formas de reutilización de empresa a empresa (B2B). Pueden abarcar desde empresas individuales que reutilizan sus propios envases de transporte hasta sistemas de reutilización en toda la industria, basados en operadores interconectados, que gestionan un conjunto compartido de envases reutilizables estandarizados.

- Empresa a empresa: hay varios modelos que van desde una empresa individual que reutiliza su propio envase de transporte hasta sistemas de reutilización a nivel de industria (que se basan en operadores interconectados que manejan un conjunto compartido de envases reutilizables estandarizados). En muchos casos, avanzar hacia esta última opción tiene beneficios para todo el sistema, como la reducción del consumo de material y combustible. Muchas empresas ya han logrado innovar en el origen y han creado modelos viables de reutilización B2B, demostrando la escalabilidad y los beneficios de los envases reutilizables en las operaciones B2B.
3. Circulación de los materiales: cuando los empaques (tanto reutilizables como de un sólo uso) ya no puedan cumplir su función, el material debe circular mediante reciclaje o compostaje, por lo tanto, el empaque está diseñado para que los materiales de los que está hecho puedan reciclarse o compostarse.
- Reciclaje de plásticos: los empaques de plástico se descomponen para producir materiales que se utilizan para fabricar nuevos productos, ya sea mediante procesos mecánicos o químicos (esto excluye la recuperación de energía y el uso del material como combustible). La innovación en el origen es crucial para facilitar el reciclaje y va de la mano con el desarrollo de la infraestructura de recolección y reciclaje al final de la cadena.
  - Compostaje de plásticos: los empaques de plástico se degradan en un lugar de compostaje, ya sea en hogares o industrias, y generan

biomasa, agua y dióxido de carbono como resultado. Los empaques de plástico que se pueden descomponer en un ambiente controlado, como una instalación de compostaje, son considerados plásticos compostables. Si se utilizan en las aplicaciones adecuadas y están diseñados cuidadosamente, estos tipos de plásticos pueden contribuir a una economía circular al permitir su incorporación en el ciclo de vida de los materiales en lugar de acabar en rellenos sanitarios o en el ambiente. Sin embargo, no son una solución general y deben ser considerados cuidadosamente para asegurar su efectividad en el contexto específico en el que se usan.

- Sustitución por un material no plástico: Los empaques de plástico se sustituyen por envases que no son de este material, como el papel o el aluminio, y están diseñados para ser reciclados o compostados. A través de la innovación en el origen, existe la oportunidad de repensar cuál es el material de empaque más apropiado para una aplicación determinada con el fin de lograr un mejor resultado a nivel sistémico.

Cada una de estas estrategias se deben evaluar por parte de los diferentes actores para decidir cuál es la que es más conveniente según el contexto.

## 7.5 Marco regulatorio para la circularidad de los alimentos y la revalorización de los flujos de materiales y residuales

Para que el sistema alimentario logre ser circular se debe tener el compromiso de todos los actores que se favorecen y participan en los diversos eslabones del sistema alimentario. No obstante, es importante resaltar las estrategias y políticas que se generan desde la administración pública en pro del cambio del sistema y con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible planteados (del Rosario Figueroa Marcelino & Ortega Ibarra, 2019).

El gobierno local, las administraciones públicas, los grupos sociales conformados con el propósito de hacer cambios sociales, conocer, regular y supervisar los diferentes procesos de la comunidad, deberá promover y así facilitar cambios estructurales dentro del mismo sistema, a través de actividades relacionadas con educación al consumidor, procesos grupales de sensibilización y normativización de las actividades que se desarrollan alrededor del sistema alimentario (Suárez Álvarez, 2017).

Se requiere entonces esfuerzos colectivos para fomentar la creación de redes institucionales tanto de ámbitos públicos como privados, también identificar las que han estado contribuyendo al desarrollo de los procesos sociales hasta el momento.

Asimismo, se precisa un mayor reconocimiento de estas redes, conseguir que entre ellas logren cohesión, al fin y al cabo, se encuentran trabajando para que el sistema alimentario sea circular y sostenible. Reconocer estos espacios de trabajo en conjunto se podría lograr siempre y cuando los administradores de los recursos colectivos tengan diálogos reales con la comunidad y coordinen los procesos de las diferentes instituciones y actores implicados durante todo el sistema (Suárez Álvarez, 2017).

Otro de los aspectos relevantes en los que la administración pública debe hacer frente es lo relacionado con la promoción del consumo y desarrollo local, así como también ser coherentes, y en los diferentes programas, proyectos y estrategias relacionadas con alimentación que se realicen en la comunidad, se usen productos locales. Se debate entonces el desarrollo rural de los territorios, ya que en algunas ocasiones son evidentes las brechas sociales y económicas que hay entre los territorios rurales y urbanos pertenecientes a una región y por ende a un único administrador de los recursos. La propuesta es que se atiendan las necesidades de ambos espacios, entendiendo las particularidades, así como la importancia de cada una de las zonas para el desarrollo general, siendo el cambio de modelo de producción de alimentos una oportunidad concreta para el sector rural, por la vocación agrícola que tiene y que puede llegar a mejorar (Sevilla, 2021).

Desde la administración pública y las diversas entidades, públicas y privadas, se logra acceder a los medios de comunicación masiva, así como crear regulaciones relacionadas a estos medios. Es por ello por lo que se tiene la oportunidad de promover hábitos alimentarios sostenibles, haciendo énfasis en que como consumidor se es parte de un sistema que requiere transformación continua (Suárez Álvarez, 2017).

#### 7.5.1 Digitalización y regulación de los modelos de negocio circulares

Algo adicional que se debe abordar para acelerar la transición hacia la economía circular es la digitalización, puesto que permite la automatización y optimización de los procesos de producción, distribución y venta de alimentos, lo que reduce los costos y la huella ambiental de los mismos al hacer mucho más eficientes los procesos y tomar mejores decisiones a partir de la data. Además, la digitalización permite la trazabilidad y transparencia en la cadena de suministro, ayudando a los consumidores a conocer la procedencia y calidad de los alimentos.

Por otro lado, la regulación de los modelos de negocio circulares es necesaria para establecer las reglas del juego y fomentar la adopción de prácticas sostenibles en la industria alimentaria. La regulación puede incluir incentivos para empresas que adopten prácticas de economía circular, la implementación de normativas que

obliguen a las empresas a reducir su huella ambiental y social, y la creación de estándares y certificaciones que aseguren la calidad y sostenibilidad de los productos.

#### 7.5.2 Fin de vida de alimentos y su transferencia a nuevos circuitos productivos

En cuanto al fin de vida de los alimentos y cómo deben ser transferidos a nuevos circuitos productivos se debe comenzar a definir unas reglas claras, sobre todo desde la administración pública, pues se definen los programas para evitar que los residuos terminen en los rellenos sanitarios, en este sentido se plantean dos estrategias:

- Implantar programas de segregación y reciclaje de residuos: poner en marcha programas de segregación y reciclaje de residuos que fomenten la separación de los distintos tipos de residuos, como los orgánicos, el plástico y el papel, para su correcta eliminación y reciclaje. Esto ayuda a minimizar la cantidad de residuos enviados a los vertederos e impulsa la sostenibilidad del sistema alimentario.
- Promover el uso de sistemas de recuperación de residuos alimentarios: implementar sistemas de recuperación de residuos alimentarios, como la digestión anaeróbica, que convierte los residuos alimentarios en biogás, biofertilizante líquido y compost. Mediante el uso de sistemas de recuperación de residuos alimentarios, las instalaciones de procesamiento de alimentos pueden convertir los residuos en un recurso valioso y cerrar el ciclo de nutrientes en el sistema en lugar de enviarlos a los vertederos.

## 8 Conclusiones

El sistema alimentario es fundamental para el desarrollo de las poblaciones y las ciudades, sin embargo, el modelo que hasta el momento se ha venido ejecutando no fue diseñado para mantenerse en el tiempo sin causar dificultades a otros sistemas, por lo que presenta grandes problemas que lo convierten en insostenible y poco práctico por los costos que acarrea en los ámbitos sociales, ambientales y económicos, pues inicialmente el objetivo era producir la mayor cantidad de alimentos sin pensar la optimización de recursos, lo que ha llevado a poner en riesgo la vida en el planeta.

Lastimosamente los procesos que se realizan en el sistema alimentario, por lo menos en el territorio nacional y local, no cuentan con un adecuado registro de información. Además, los pocos registros existentes no son suficientes o confiables, siendo datos viejos o que presentan incongruencias entre sí. Realizar el registro de datos contribuye a gestionar de manera adecuada las insostenibilidades que se dan en la actualidad, logrando evitar eventos adversos a corto y largo plazo y construyendo estrategias de adaptación en los procesos que ayuden a contrarrestar el cambio climático, haciendo del sistema alimentario convencional un sistema alternativo y resiliente.

### 8.1 Principales oportunidades para la transición del sistema alimentario de Colombia

En cuanto al sistema alimentario de Colombia, se confirma la baja sostenibilidad de éste gracias a la búsqueda y el análisis que se realizó, los cuales arrojan datos en los que se resaltan las grandes cantidades de PDA que se presentan en el país.

Con la información recolectada se crea un diagrama Sankey el cual tiene como objetivo la visualización de flujos en los diferentes eslabones del sistema, en este caso en particular el sistema alimentario, dicho diagrama permite la identificación de los recursos empleados y generados al final de cada proceso; posteriormente también se realiza la creación de un diagrama para el sistema alimentario del Valle de Aburrá.

Es importante resaltar que este diagrama es una herramienta visual que permite sustentar de manera gráfica lo descrito durante todo el documento, sin embargo, la creación fue un reto debido a que el sistema alimentario en general, Colombia y Valle de Aburrá, presenta grandes vacíos respecto al registro de información o publicación de datos públicos. Los números empleados para la creación de los diagramas son el resultado de estimaciones realizadas a partir de datos



encontrados, los cuales, en algunas circunstancias, se presentan desactualizados o provenían de fuentes no oficiales.

Para lograr que los sistemas alimentarios cumplan realmente con un planteamiento de modelo circular es necesario cambiar desde la raíz el modelo actual que se ha implementado durante décadas, el cual no ha sido diseñado ni planificado, sino que ha ido surgiendo de manera irregular, sin plantear objetivos claros y sin hacer un monitoreo de variables ni la toma de datos que se requiere para crear un adecuado seguimiento de la información, y así lograr identificar si las decisiones que se están tomando a través de la cadena de valor tiene sentido o no.

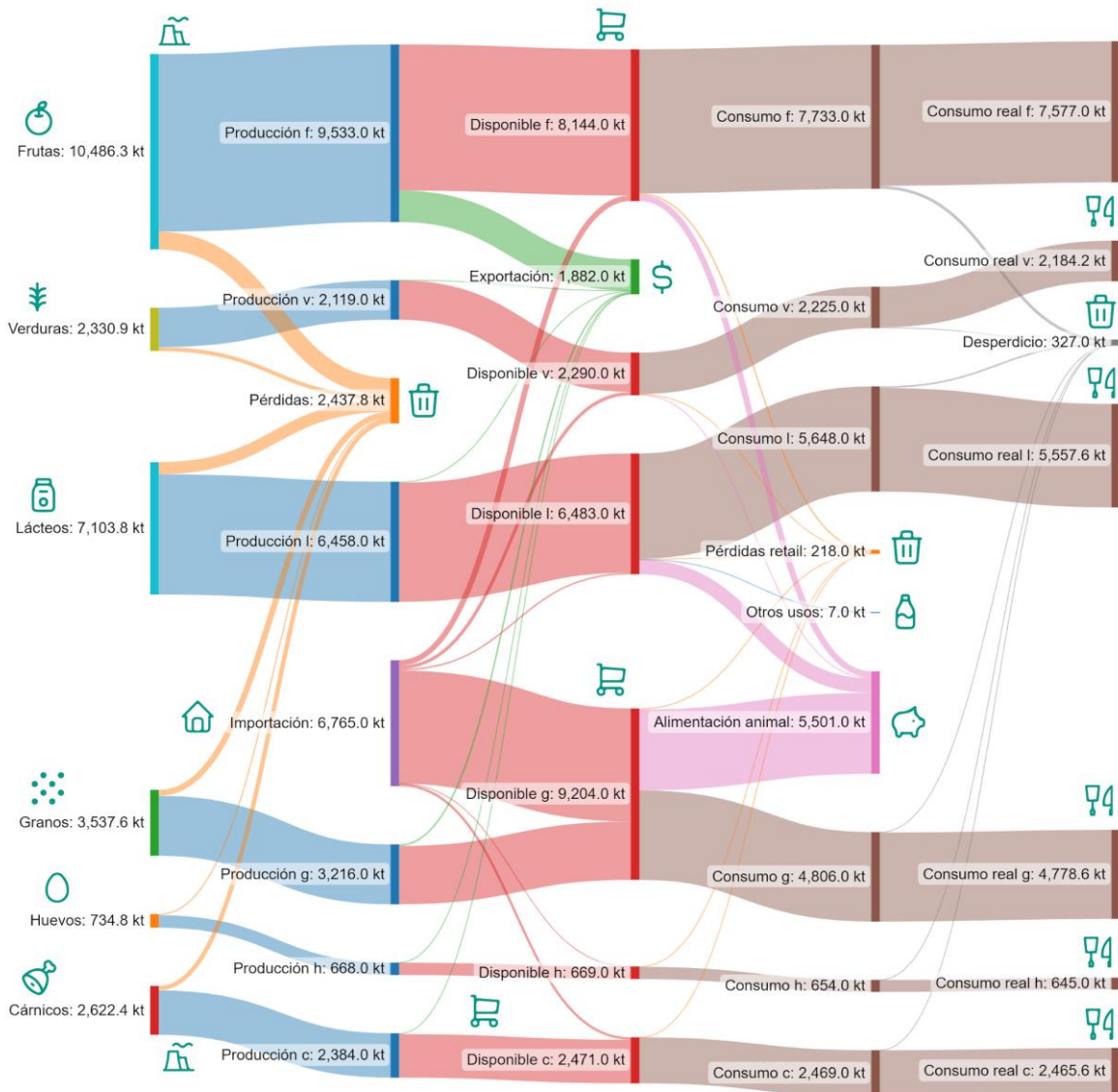
Desde esta perspectiva, se deben plantear objetivos ambiciosos para reducir de manera efectiva una de las problemáticas más apremiantes que tiene el sistema: las PDA. De ahí la necesidad de implementar una propuesta integral que no sólo mejore la situación al final del proceso, sino que replantee todo el sistema cerrando de manera sostenible el ciclo.

Teniendo esto en mente, planteamos una reducción global de las pérdidas y desperdicios en el sistema en un 78% para el caso de Colombia (ver la Figura 13). Sin embargo, a ciencia cierta no se sabe el impacto que pueda tener este tipo de propuestas, ya que no ha sido implementada de manera integral y aún no se cuentan con datos alrededor de esta.

En el caso de las PDA estimadas equivaldrían a 2.982,8 kt/año lo que supondría 391,7 kt CO<sub>2</sub> eq/año<sup>6</sup> que se estaría emitiendo a la atmósfera si todos estos desperdicios terminan en el relleno sanitario, no obstante, si se plantean las propuestas de cierre de ciclo sugeridas, se asume que el valor de estas emisiones podría llegar a ser 70% menores.

---

<sup>6</sup> Estimación realizada con base a las emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por toneladas de PDA y estimación gruesa de la gasolina necesaria para el transporte al relleno.



**Figura 13.** Diagrama de Sankey propuesto del sistema alimentario a nivel nacional basado en datos de la FAO

Actualmente existen varias herramientas tecnológicas y *startups* que desarrollan estrategias que podrían contribuir con el registro de datos del sistema alimentario. Con ellos se podría contribuir al desarrollo de medidas de adaptación al cambio climático, mitigación de externalidades negativas, podría existir la oportunidad de realizar más investigación alrededor del sector agroindustrial y se realizarían cambios en el sistema fundamentados en datos reales.

Con todo, se considera necesario repensar desde la raíz el sistema alimentario y diseñar de manera integral un nuevo modelo como el propuesto, que cumpla con los objetivos trazados desde la formulación, disminuya el consumo de recursos,

aumente la eficiencia del sistema, replantee la dieta alimenticia de las personas y evite las PDA. Teniendo en cuenta, además, que con los residuos que se generen se pueda hacer un cierre de su ciclo, tanto de envases y empaques como de residuos orgánicos.

## 8.2 Sistema alimentario circular del Valle de Aburrá: paso a paso

El planteamiento para el sistema alimentario en el Valle de Aburrá exige más retos que el nacional al ser un territorio que no es soberano respecto a lo alimentario, quiere decir que depende de otras regiones para llevar alimentos a las mesas de sus habitantes. Por ello, no sólo se debe pensar en reorganizar el diseño del sistema actual sino que se deben plantear medidas para aumentar la producción local con estrategias como fortalecimiento del sector rural de los municipios, promoción de huertas urbanas de autoconsumo, regulación de espacios de urbanización, protección de zonas aptas para la producción de alimentos, estrategias de comercio justo en todo el territorio, mejor uso de los recursos hídricos disponibles y reducción de la cantidad de PDA que se genera en los diferentes escenarios; lo que ayudaría a disminuir el consumo de productos en zonas externas al Valle de Aburrá.

Sin embargo, se debe hacer hincapié, para el corto y mediano plazo, en lograr una recolección de datos e implementación de un sistema de monitoreo en el Valle de Aburrá, con el fin de optimizar los procesos y buscar alternativas que ofrezcan un espacio suficiente para la siembra y la cosecha.

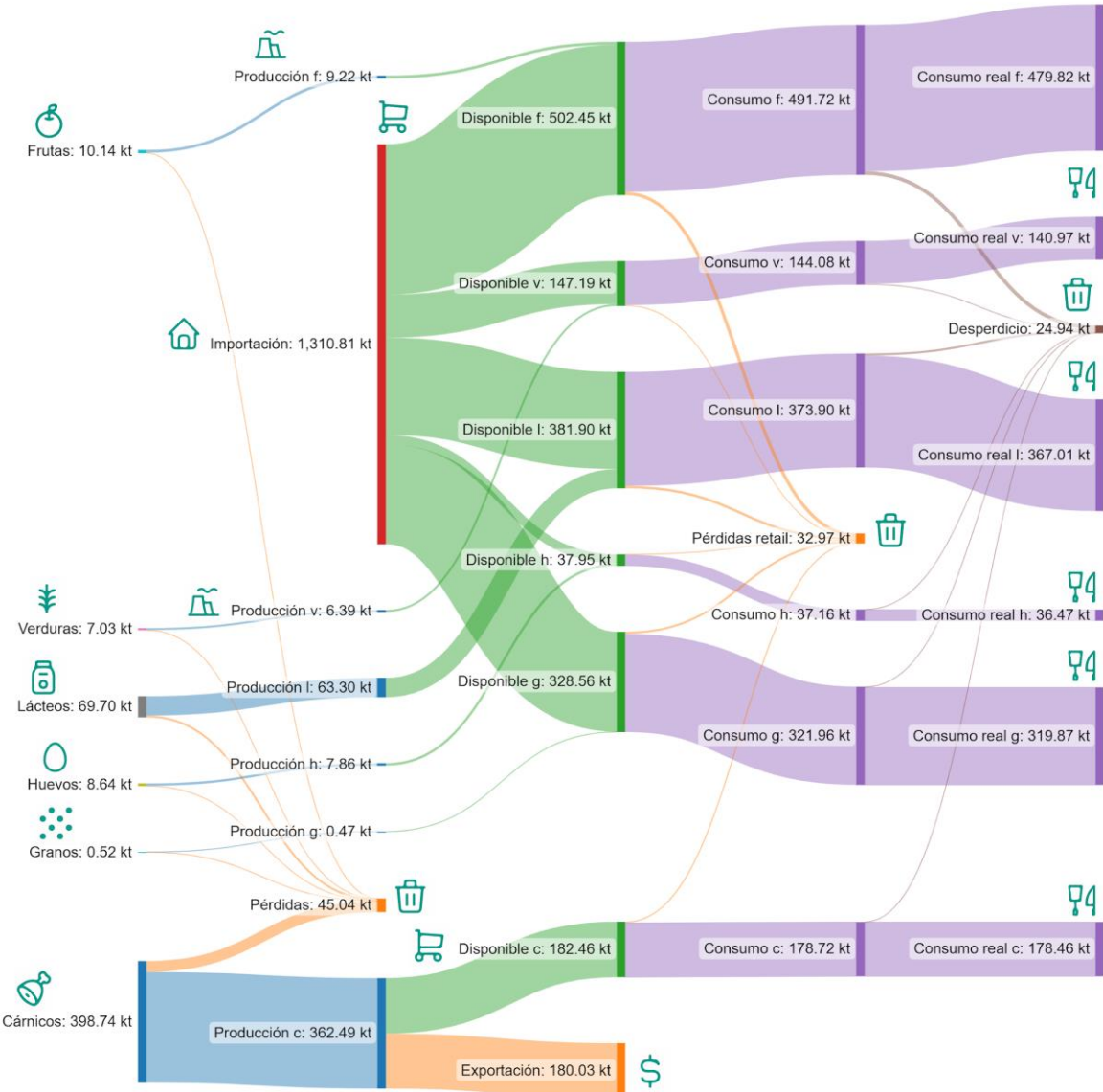
Teniendo esto en mente, planteamos una reducción global de las pérdidas y desperdicios para el caso del Valle de Aburrá en un 74% (ver Figura 14), obteniendo unas PDA estimadas de 109,95 kt/año lo que supondría 14,4 kt CO<sub>2</sub> eq/año<sup>7</sup> que se estaría emitiendo a la atmósfera si todos estos desperdicios terminan en el relleno sanitario, sin embargo, si se llevan a cabo las propuestas de cierre de ciclo planteadas, se asume que el valor de estas emisiones se podría reducir hasta en un 70%.

Dentro del sistema alimentario existen diversos eslabones en los cuales se pueden realizar cambios en el diseño de los procesos desde una metodología circular. Propender por el cambio en este sistema, especialmente en el Valle de Aburrá, contribuiría con la disminución de los impactos ambientales, se fortalecería la producción de alimentos en la región, se podría pensar en la soberanía alimentaria en el territorio y por ende se presentará una mayor oferta de alimentos en los diferentes municipios, que se traduce en más variedad para los consumidores, ingesta responsable y hábitos más saludables, todo ello entorno a la circularidad.

---

<sup>7</sup> Estimación realizada con base a las emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por toneladas de PDA y estimación gruesa de la gasolina necesaria para el transporte al relleno.

Las elecciones alimentarias que las personas hacen responden a diversos factores como los gustos, las emociones, la cultura alimentaria, las enfermedades, el ciclo de vida en el que se encuentren, la capacidad económica, entre otros. A pesar de ello, es importante que dentro de esas razones también se tenga presente los impactos ambientales que genera el consumo de alimentos; por ello, tener consumidores informados, conscientes de que el alimento que llega a su plato es el resultado de un proceso inmerso en dinámicas ambientales, geopolíticas, viales, económicas, ambientales y demás es esencial para lograr el cambio de un sistema alimentario lineal a uno circular y sostenible.



**Figura 14.** Diagrama de Sankey propuesto para el sistema alimentario del Valle de Aburrá

Existen diversas estrategias desde lo nutricional que aportan a la circularidad y sostenibilidad del sistema alimentario, aun así, es importante mencionar que una forma de ingesta estándar, que responda únicamente a las necesidades ambientales, también es insostenible. No existe una única manera sostenible de comer, depende de factores como el clima, la producción de alimentos en los territorios, las culturas alimentarias, entre otras características humanas que no se pueden pasar por alto.

Se podría decir que no existe una sola dieta sostenible, sin embargo, sí hay algunas recomendaciones generales que pueden contribuir con un consumo consciente y más responsable ambientalmente, así como con la circularidad del sistema. Estrategias como el consumo local, la disminución de la ingesta de carne, el aumento del consumo de frutas, vegetales y leguminosas, la disminución del desperdicio de alimentos, la generación de compostaje en los hogares o instituciones son viables y sostenibles.

Los cambios en el sistema, para que se convierta en un modelo circular están en manos de todos los actores involucrados durante la cadena agroalimentaria. Se deben hacer esfuerzos en conjunto, desde los productores de alimentos, los administradores de los recursos públicos, los generadores de leyes, los transportadores, los comerciantes, los consumidores y los actores indirectos, quienes deben realizar transformaciones en los procesos en busca de disminuir las externalidades y propender por la creación de un sistema que contribuya con el desarrollo sin poner en riesgo la supervivencia de las especies.

## 9 Bibliografía

- Agudelo Patiño, L. C., González Valencia, A., Manrique Arango, N., Hincapié, J. G., Arroyave Suárez, Pérez Muñoz, C., Mejía Palacio, D. A., Múnera López, P. I., Gallo Benítez, A. M., Peña Mejía, K., Daza Salcedo, D. L., Ruiz Campana, E. K., Restrepo Mona, L. C., & Rodríguez Gómez, C. (2017). *Aunar esfuerzos para la actualización de la Huella Ecológica en la Región Central de Antioquia como aporte a la gestión de planificación y el ordenamiento ambiental*.
- Aguilar, A. A. R., Ramón, D., Egea González, F. J., & Acién Fernández, F. G. (2018). *Subproductos hortifrutícolas para una bioeconomía circular*.
- Agus, F., Arneith, A., Artaxo, P., Barbosa, H., Barioni, L. G., Benton, T. G., Bhadwal, S., & Calvin, K. (2022). Technical Summary. In *Climate Change and Land* (pp. 37–74). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.002>
- Altieri, M. A., & Hecht, Susanna. (1999). *Agroecología : bases científicas para una agricultura sustentable*. Nordan.
- Altieri, T., -Autor, M. A., & Manuel -Autor, V. (2011). *La revolución agroecológica de América Latina : Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino*. [www.clacso.edu.ar](http://www.clacso.edu.ar)
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (n.d.). *Historia*. Retrieved November 26, 2021, from <https://www.metropol.gov.co/area/Paginas/somos/Historia.aspx>
- Buzby, J. C., & Hyman, J. (2012). Total and per capita value of food loss in the United States. *Food Policy*, 37(5), 561–570. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.06.002>
- Cambio Climático Antropogénico*. (n.d.). Retrieved February 19, 2023, from <http://www.ccpy.gob.mx/cambio-climatico/cambio-climatico-antropogenico.php>
- Certification Archives | Rainforest Alliance*. (n.d.). Retrieved February 19, 2023, from <https://www.rainforest-alliance.org/business/certification/>
- Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. (2021). *Marcar la diferencia en la Seguridad alimentaria y nutricional*. <http://www.fao.org/about/meetings/cfs/cfs48/es/>
- Definition of Organic Agriculture | IFOAM*. (n.d.). Retrieved December 25, 2022, from <https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/definition-organic>
- Del Ángel Pérez, A. L., & Villagómez Cortés, J. A. (2013). *Alimentación, salud y pobreza en áreas marginadas urbanas caso Veracruz-Boca del Río, Veracruz, México*.

- Del Rosario Figueroa Marcelino, R., & Ortega Ibarra, E. (2019). *Políticas para aumentar la oferta-disponibilidad alimentaria*.
- del Viso, N. (2009). *Entrevista a Paul Nicholson*.  
<https://www.fuhem.es/2009/03/05/entrevista-a-paul-nicholson/>
- Dentel, S. K., & Qi, Y. (2014). Management of Sludges, Biosolids, and Residuals. In *Comprehensive Water Quality and Purification* (Vol. 3, pp. 223–243). Elsevier Inc.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-382182-9.00049-9>
- Die Pektin Spezialisten - Herbstreith & Fox*. (n.d.). Retrieved February 19, 2023, from <https://www.herbstreith-fox.de/>
- Direct Compost Solutions. (n.d.). *Composting with Black Soldier Flies*. Retrieved December 25, 2022, from <https://directcompostsolutions.com/composting-black-soldier-flies/>
- EAT Lancet. (n.d.). *Alimentos Planeta Salud Dietas saludables a partir de sistemas alimentarios sostenibles*.
- Eatcloud*. (n.d.). Retrieved February 18, 2023, from <https://www.eatcloud.com/>
- Echeverri Londoño, C. (2006). Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero en el municipio de Montería (Córdoba, Colombia). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(9), 85–96.
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *Economía circular*.
- Ellen MacArthur Foundation. (2020). *Innovación en el origen. Una guía de soluciones para empaques*.
- Ellen MacArthur Foundation. (2022). *El gran rediseño de los alimentos. Regenerando la naturaleza con la economía circular*.
- EMF. (2015). Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition. *Ellen MacArthur Foundation (EMF)*, 20.
- EPA. (n.d.-a). *Understanding Global Warming Potentials | US EPA*. Retrieved August 1, 2021, from <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>
- EPA. (n.d.-b). *Understanding Global Warming Potentials | US EPA*. Retrieved July 31, 2021, from <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>

Escuela de Organización Industrial. (2016). *Análisis de Ciclo de Vida*. <http://www.eoi.es> Español — IPCC. (n.d.). Retrieved February 22, 2023, from <https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/>

EU Ecolabel - Home. (n.d.). Retrieved February 19, 2023, from [https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/eu-ecolabel-home\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/eu-ecolabel-home_en) Fairtrade. (n.d.).

FAO. (2012). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en el mundo*.

FAO. (2013). *Barbosa Estudio SADA subregión Valle de Aburrá municipio*.

FAO. (2014a). Las Pérdidas y el Desperdicio de Alimentos en el Contexto de Sistemas Alimentarios Sostenibles. *Un Informe Del Grupo de Alto Nivel de Expertos En Seguridad Alimentaria y Nutrición Del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial*, 133. <http://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/informes/es/>

FAO. (2014b). Las Pérdidas y el Desperdicio de Alimentos en el Contexto de Sistemas Alimentarios Sostenibles. *Un Informe Del Grupo de Alto Nivel de Expertos En Seguridad Alimentaria y Nutrición Del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial*, 133.

FAO. (2016). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe*.

FAO. (2017a). *El futuro de la alimentación y la agricultura, tendencias y desafíos*.

FAO. (2017b). *Reflexiones sobre el sistema alimentario y perspectivas para alcanzar su sostenibilidad en América Latina y el Caribe*. [www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)

FAO (2017). *Reflexiones sobre el sistema alimentario y perspectivas para alcanzar su sostenibilidad en América Latina y el Caribe*. [www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)

FAO. (2018). *TRANSFORMAR LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA PARA ALCANZAR LOS ODS 20: acciones interconectadas para guiar a los encargados de adoptar decisiones*.

FAO. (2019a). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. In *El Estado Del Mundo* (Vol. 32, Issue 3).

FAO. (2019b). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Alimentación: pasando de pérdidas a soluciones | FAO en Colombia | Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <http://www.fao.org/colombia/noticias/detail-events/en/c/1238132/>



- FAO. (2019c). *Transformar los sistemas alimentarios para alcanzar los ODS*.
- FAO. (2020a). *Conferencia Regional de la FAO en Europa*.
- FAO. (2020b). *FAO - Noticias: La FAO presenta una plataforma para ayudar a acelerar la aplicación de medidas con miras a reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos*. News FAO. <https://www.fao.org/news/story/es/item/1300868/icode/>
- FAO. (2020c). *Dietas saludables sostenibles: principios rectores*. In *Dietas saludables sostenibles*. FAO and WHO. <https://doi.org/10.4060/ca6640es>
- FAO, FIDA, OMS, PMA, & UNICEF. (2021). *LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA NUTRICIÓN EN TODO EL MUNDO*. In *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2021*. FAO. <https://doi.org/10.4060/CB4474ES>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, & Food Wastage Footprint (Project). (2014). *Food wastage footprint full-cost accounting : final report*.
- Fundación Ellen MacArthur. (2021). *El gran rediseño de los alimentos REGENERANDO LA NATURALEZA CON LA ECONOMÍA CIRCULAR*.
- Gallardo Izquierdo, A. (2014). *Estudio de la situación actual de las plantas de tratamiento mecánico-biológico en España*. [www.conama2014.org](http://www.conama2014.org)
- Gallo Aponte, W. I. (2019). *Sistemas alimentarios sostenibles y la lucha por la erradicación de la pobreza*. <https://medioambiente.uexternado.edu.co/sistemas-alimentarios-sostenibles-y-la-lucha-por-la-erradicacion-de-la-pobreza/>
- Gerten, D., Heck, V., Jägermeyr, J., Bodirsky, B. L., Fetzer, I., Jalava, M., Kummu, M., Lucht, W., Rockström, J., Schaphoff, S., & Schellnhuber, H. J. (2020). Feeding ten billion people is possible within four terrestrial planetary boundaries. *Nature Sustainability*, 3(3), 200–208. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0465-1>
- Gliessman, S. R., Engles, Eric., & Krieger, Robin. (1998). *Agroecology : ecological processes in sustainable agriculture*. Ann Arbor Press.
- Graziano da Silva, J., Jales, M., Rapallo, R., Días Bonilla, E., Girardi, G., del Grossi, M., Luisell, C., Sotomayor, O., Rodríguez, A., Rodríguez, M., Wander, P., Rodríguez, M., Zuluaga, J., & Pérez, D. (2021). *Sistemas alimentarios en América Latina y el Caribe: Desafíos en un escenarios pospandemia*.
- Inicio | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (n.d.). Retrieved February 22, 2023, from <https://www.fao.org/home/es>

- Intini, J., Jacq, E., & Torres, D. (2019). *Transformar los sistemas alimentarios para alcanzar los ODS*. <http://www.fao.org/publications/es>
- Jia, G., Shevliakova, E., Artaxo, P., de Noblet-Ducoudré, N., Houghton, R., House, J., Kitajima, K., Lennard, C., Popp, A., Sirin, A., Sukumar, R., & Verchot, L. (2022). Land–climate interactions. In *Climate Change and Land* (pp. 131–248). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.004>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*.
- Kennedy, C., & Lindsey, R. (2018, September 22). *¿Cuál es la diferencia entre el calentamiento global y el cambio climático? | NOAA Climate.gov*. <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/%C2%BFcu%C3%A1l-es-la-diferencia-entre-el-calentamiento-global-y-el-cambio-clim%C3%A1tico>
- Lindhqvist, T. (2000). *Extended Producer Responsibility in Cleaner Production*.
- Lorenzo, Y., & Obaya, M. C. (2005). La Digestión Anaerobia. Aspectos teóricos. Parte I. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, XXXIX(1), 35–48. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120659006>
- Mapas interactivos. (n.d.). *Departamentos de Colombia - Mapas Interactivos*. Didactalia. Retrieved March 1, 2022, from <https://mapasinteractivos.didactalia.net/comunidad/mapasflashinteractivos/recurso/departamentos-de-colombia/fd16194c-8dbd-4dc2-8a48-fa8e64ea9c00>
- Marín Herreño, L., & Torres Barriaga, N. O. (2021). *Análisis de la economía circular en el sector alimentario para la ciudad de Bogotá durante el período 2014 –2019*.
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Calvo, E., Priyadarshi, B., Shukla, R., Slade, R., Connors, S., van Diemen, R., Ferrat, M., Haughey, E., Luz, S., Neogi, S., Pathak, M., Petzold, J., Pereira, J. P., Vyas, P., ... Malley, J. (2020). *El cambio climático y la tierra Resumen para responsables de políticas Editado por*. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- Muñoz Montoya, S., & Nieto López, M. (2016). *Valle de Aburrá, transformaciones territoriales, deterioro ambiental y propuesta de restauración colectiva*.
- Myer, R. O., Brendemuhl, J. H., & Johnson, D. D. (1999). Evaluation of Dehydrated Restaurant Food Waste Products as Feedstuffs for Finishing Pigs. *Journal of Animal Science*, 77(3), 685–692. <https://doi.org/10.2527/1999.773685x>
- Navarro Langreo, A. (2005). *Inmigración y “glocalización” de la alimentación*.

ONU. (n.d.). *Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático*. CEPAL. Retrieved February 20, 2022, from <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/convencion-marco-naciones-unidas-cambio-climatico>

ONU, & FAO. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

ONU. (2017). *Dietas sostenibles para una población y un planeta sanos*.

ONU. (2018). *El desperdicio de comida, una oportunidad para acabar con el hambre | Noticias ONU*. <https://news.un.org/es/story/2018/10/1443382>

ONU. (2020). *Fertilizantes: desafíos y soluciones para proteger nuestro planeta*. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/fertilizantes-desafios-y-soluciones-para-proteger-nuestro-planeta>

ONU. (2022). *THE GLOBAL REPORT ON FOOD CRISES*.

Onyanta, A. (2016). Cities, municipal solid waste management, and climate change: Perspectives from the South. *Geography Compass*, 10(12), 499–513. <https://doi.org/10.1111/gec3.12299>

Organización de las Naciones Unidas. (n.d.). *¿Qué es el cambio climático?* Retrieved January 5, 2023, from <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>

*Our Story - Rodale Institute*. (n.d.). Retrieved December 25, 2022, from <https://rodaleinstitute.org/about/our-story/>

Ley Marco Derecho a la Alimentación, Seguridad y Soberanía Alimentaria, 44 (2012).

Peña, Manuel., Bacallao, J. (Jorge), Pan American Health Organization., & Pan American Sanitary Bureau. (2000). *Obesity and poverty: a new public health challenge*. Pan American Health Organization.

Planet Natural. (n.d.). *Vermicomposting: All You Need to Know*. Retrieved December 25, 2022, from <https://www.planetnatural.com/composting-101/indoor-composting/vermicomposting/>

*Power Compost - Medellín*. (n.d.). Retrieved December 3, 2021, from <https://www.powercompost.co/>

*Products from Food Waste Market By Source, End User & Region for 2022 – 2032 | Global Sales Analysis and Opportunity - 2032 | FMI*. (2022). <https://www.futuremarketinsights.com/reports/products-from-food-waste-market>

- Rembiakowska, E., Zaecka, A., Badowski, M., & Ploeger, A. (2012). The Quality of Organically Produced Food. In *Organic Farming and Food Production*. InTech. <https://doi.org/10.5772/54525>
- Restrepo, V. (2020, March 16). *¿Sabe dónde se siembra la comida que usted consume?* <https://www.elcolombiano.com/antioquia/sabe-donde-se-siembra-la-comida-que-usted-consume-AH12625371>
- Rhodale Institute. (2014). *Regenerative Organic Agriculture and Climate Change A Down-to-Earth Solution to Global Warming*.
- Rodríguez, A. G. (2017). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sistemas alimentarios sostenibles Una propuesta para la formulación de políticas integradoras*.
- Rodríguez Díaz, S. (2013). Consumismo y Sociedad: Una visión crítica del “homo consumens.” *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 34(2). [https://doi.org/10.5209/rev\\_noma.2012.v34.n2.40739](https://doi.org/10.5209/rev_noma.2012.v34.n2.40739)
- Rodríguez-González, S., Schneider, S., & Coelho-de-Souza, G. (2015). Reconexión producción-consumo: cambio para la seguridad alimentaria y nutricional y el desarrollo rural. *Agronomía Mesoamericana*, 26(2), 373. <https://doi.org/10.15517/am.v26i2.19332>
- Rojas Encina, A., & Ibarra, J. (2003). *La degradación del suelo y sus efectos sobre la población*.
- Sevilla, J. (2021). *Brecha entre el mundo rural y el mundo urbano*.
- S.Gaviria, L.Mejia, M.Castro, E.Gómez, F. C. (2016a). Pérdida y Desperdicio de alimentos en Colombia. *Departamento Nacional de Planeación*, 39, 116.
- S.Gaviria, L.Mejia, M.Castro, E.Gómez, F. C. (2016b). Pérdida y Desperdicio de alimentos en Colombia. *Departamento Nacional de Planeación*, 39, 116.
- S.Gaviria, L.Mejia, M.Castro, E.Gómez, F. C. (2016c). Pérdida y Desperdicio de alimentos en Colombia. *Departamento Nacional de Planeación*, 39, 116.
- Soares, P., Almendra-Pegueros, R., Benítez-Brito, N., Fernández-Villa, T., Lozano-Lorca, M., Valera-Gran, D., Navarrete-Muñoz, E. M., Soares, P., Almendra-Pegueros, R., Benítez Brito, N., Fernández-Villa, T., Lozano-Lorca, M., Valera-Gran, D., & Navarrete-Muñoz, E. M. (2020). Sistemas alimentarios sostenibles para una alimentación saludable. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 24(2), 87–89. <https://doi.org/10.14306/renhyd.24.2.1058>

- Soares, P., & Davó-Blanes, M. C. (2019). School meals in Spain: an opportunity to promote more sustainable and healthy food systems. *Gaceta Sanitaria*, 33(3), 213–215. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2018.12.005>
- Sotomayor, O., Rodríguez, A., Rodríguez, M., & Wander, P. (2019). *Plataformas co-gestionadas y red de redes: nuevas formas de prestación de servicios para implementar la Agenda 2030*. <http://www.fao.org/publications/es>
- Suárez Álvarez, A. (2017). *Sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos*. [www.alianzacontraelhambre.com](http://www.alianzacontraelhambre.com)
- United Nations Environment Programme. (2021). *FOOD WASTE INDEX REPORT 2021*.
- Universidad Externado de Colombia. (2016). *La inaplazable lucha contra la Pérdida y el Desperdicio de Alimentos*.
- Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, & Alcaldía de Medellín. (2010). *Plan de Abastecimiento y Distribución de Alimentos de Medellín PADAM*. <https://en.calameo.com/read/0027917320059e7d64d35>
- US EPA. (n.d.). *Composting At Home | US EPA*. Retrieved December 25, 2022, from <https://www.epa.gov/recycle/composting-home>
- Vía Campesina. (2002). *¿Qué es la soberanía alimentaria?*
- Vinyals i Ros, A. (2016). El consumidor consciente. Análisis de los factores psicosociales implicados en el consumo sostenible, a partir del estudio de miembros de cooperativas de consumo agro-ecológico. In 2016.
- World Wildlife Fund for Nature. (2017). *Food Loss and Waste: Facts and Futures Taking steps towards a more sustainable food future*. [www.d4d.co.za](http://www.d4d.co.za)
- Zaccai, E., & Adams, W. M. (2012). How far are biodiversity loss and climate change similar as policy issues? *Environment, Development and Sustainability*, 14(4), 557–571. <https://doi.org/10.1007/s10668-012-9344-x>
- Zuluaga, J., & de Paoli, L. (2016). *SISTEMAS AGROALIMENTARIO CIUDAD-REGIÓN ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN Medellín*. 37. <http://www.fao.org/3/a-bl884s.pdf>
- Zuluaga Orrego, J. F., D'anello Peralta, P. A., Quiroz Muñoz, R. E., López Loaiza, M. P., Pineda Aricapa, S., & Ruiz Guzmán, M. (2018). *Análisis del sistema de abastecimiento agroalimentario Medellín*.