

Aproximaciones teóricas y metodológicas respecto a las estrategias de producción limpia en la industria de alimentos

Theoretical and methodological approaches to clean production strategies in the food industry

Laura Viviana Baquero Viña¹

¹ *Universidad Libre, Bogotá, Colombia, laurav-baquero@unilibre.edu.co*

Fecha de recepción: 20/06/2020 Fecha de aceptación del artículo: 25/11/2020

Resumen

Este artículo de revisión tiene el objetivo de describir inicialmente el término de producción más limpia y la evolución a través del tiempo y particularmente en Colombia, presentando algunas estrategias de producción más limpia en la industria de alimentos. En un primer momento, se hace una breve descripción sobre la metodología para identificar y seleccionar los artículos que se analizan y se describen. En un segundo momento, se describen las aproximaciones teóricas y metodológicas respecto a la categoría de producción más limpia. Luego, se enuncia específicamente la producción más limpia en la industria de alimentos, destacando investigaciones de varios sectores de diferentes contextos globales. Por último, se presentan las conclusiones.

Palabras claves

Producción limpia, industria alimentaria, desarrollo sostenible, tecnología racional y políticas públicas, diferentes contextos globales.

Abstract

This review article pursues some insights into the cleaner production and the evolution over time and particularly in Colombia, presenting some cleaner production strategies in the food industry. At first, a brief description is made on the methodology to identify and select the articles that are analyzed and described. In a second moment, the theoretical and methodological approaches regarding the cleanest production category are described. Next, the cleanest production in the food industry is specifically stated. Stand out research from various sectors from different global contexts. Next, the cleanest production in the food industry is specifically stated. Stand out research from various sectors from different global contexts.

Keywords

Cleaner production, food industry, sustainable development, rational technology and public policies, different global contexts.

Introducción

El tema ambiental se convierte en interés público a nivel internacional hace escasos treinta años, como uno de los elementos fundamentales del bienestar y el desarrollo universal. Su importancia, en la década de los sesenta en los países desarrollados, se da a raíz de los impactos negativos del crecimiento económico, que conllevaba graves consecuencias para la calidad de vida, el soporte de ecosistemas estratégicos y la disponibilidad de los recursos [1].

En una acelerada carrera tecnológica que se vive en los rincones de cada industria, no es extraño escuchar ya con cierta familiaridad conceptos como *desarrollo sostenible* u *optimización de procesos*, pues la comunidad internacional ha reconocido la gravedad de problemas ambientales (Declaración de Río de Janeiro, Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas, Cumbre de la Tierra de Johannesburgo, COP 21), han coincidido en señalar que la protección del medio ambiente es una responsabilidad conjunta, que implica una

relación entre lo público y lo privado, y en tal sentido hacen un llamado urgente a modificar los actuales patrones de producción y consumo, tarea que debe emprenderse tanto en países desarrollados como en vía de desarrollo [2].

Teniendo en cuenta la interacción entre ciudadanía e industria, hoy en día el consumidor está más informado y sensibilizado sobre su responsabilidad con el medio ambiente y hace presión sobre los sectores productivos como el de alimentos, obligando a ser más estratégicos y a implementar iniciativas que contemplan las dinámicas de producción sostenible tanto a nivel nacional como internacional [2].

Según los informes de la Comisión Europea, el sector productivo aporta el 23 % de consumo global de recursos hídricos y genera entre el 43 % y 54 % de contaminantes orgánicos en agua [3] y que su grado de afectación dependen principalmente de las características de las actividades, los productos y procesos que

emplean las empresas, de su ubicación geográfica y de la capacidad de prevenir, controlar o mitigar los impactos ambientales, reflejo de la gestión ambiental empresarial [1].

Las pautas insostenibles de producción en la industria de alimentos implican directamente un deterioro de los recursos naturales, frente a estas situaciones y con el compromiso de los países bajos los objetivos de desarrollo sostenible, reconoce que

la consecución del desarrollo sostenible es una responsabilidad colectiva y que las actividades encaminadas a proteger el medio ambiente han de contemplar la adopción de prácticas de producción y consumo sostenibles, implementaron estrategias como la ecoeficiencia, la productividad ecológica, ecomapas, análisis ciclo de vida, ecoetiquetado, entre otros; [4] no solo para garantizar la seguridad alimentaria, sino el cuidado de la salud humana y la preservación del medio ambiente.

De ahí que, en este artículo, se describen aproximaciones teóricas y prácticas que dan cuenta de la actualidad en la ejecución de la producción más limpia en los diversos rubros que componen la industria productiva de alimentos.

1. Metodología

A continuación, se presentan los estándares para seleccionar las referencias para realizar esta revisión descriptiva.

1.1 Etapa de revisión

Al ser este un artículo de revisión tipo descriptivo, es necesario en un primer momento una revisión exhaustiva en los repositorios de diferentes universidades. De esta manera, se determinó qué información era pertinente o no; adicional, se buscó en diferentes bases de datos como Scopus, Scielo, Redalyc, Dialnet, e-libro, ebsco ebooks, ScienceDirect, la biblioteca virtual Miguel de Cervantes, entre otros, con acceso público a catálogos en línea, encontrando bibliografía con criterios importantes para poder realizar este documento.

1.2 Etapa de identificación y selección

Luego, se identificaron los aspectos para poder escoger los artículos y la bibliografía relevantes, p. ej., fechas de publicación, institución que publica, el ranking de la revista que divulga y el número de citación de la publicación, además del contexto de las investigaciones.

Entonces, este trabajo obedece más a la actualidad de la discusión que a hacer un estudio exhaustivo que comprende cada sector de esta industria; por ende, puede que algunas industrias hayan contribuido más a la producción limpia que otras. El objetivo es recopilar información y bibliografía sobre la producción más limpia en la industria de alimentos.

2. Aproximaciones teóricas y metodológicas

2.1 El papel de las políticas públicas

Las declaraciones políticas juegan un papel fundamental en el compromiso de los pueblos para establecer políticas públicas que contengan iniciativas en pro de la dignidad humana y del cuidado del medio ambiente [5]. Cada vez más las políticas tienen una influencia ecocentrista, no es descabellada la idea que somos una unidad (naturaleza-hombre). Por tal razón, es evidente que el ser humano al poder transformar la naturaleza tiene como imperativo ser consciente de los procesos que lleve a cabo.

Como somos seres de costumbres, llenos de paradigmas, son necesarias las normas y procesos educativos para poder establecer

instrumentos o mecanismos de vigilancia y sensibilización respecto a consecuencias en la producción. Así, se determinará la aplicabilidad y promoción en cada una de las estrategias de producción limpia en la industria de alimentos, lo cual implica la obtención de métodos menos contaminantes y más eficientes.

Además, como se muestra en la figura 1, será máxima de los gobiernos y organizaciones apoyar e incentivar a través de marcos normativos, financieros y jurídicos la adopción de buenas prácticas en este tipo de producción; asimismo, de informar y capacitar a empresas sobre prácticas que contengan tecnologías ecológicamente racionales [5].

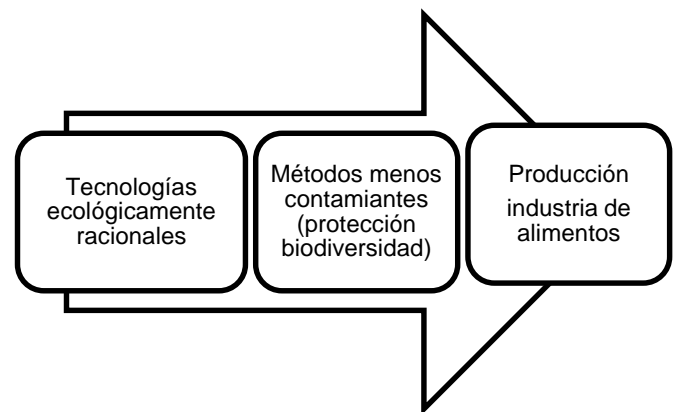


Figura 1. Interrelación clave para la creación de políticas públicas **Fuente:** Organización de las naciones unidas [5].

Según las Naciones Unidas surge la necesidad de incorporar conceptos de producción más limpia (PML) en las industrias, crear centros

nacionales de producción limpia y trabajar en pro de consumo sustentable, que facilite el desarrollo sostenible no solo de las industrias, sino también de los países, haciendo partícipes no solo a las industrias, sino a la comunidad.

La contaminación generada por las industrias debía ser abordada a través de la mejora continua de las diferentes etapas del proceso productivo, con lo cual no solo se reduciría la contaminación, sino que también aumentaría la eficiencia del proceso [6].

En Europa, el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente - PNUMA lo llamó «producción más limpia o Cleaner Production» y se convirtió en la autoridad ambiental líder en el mundo.

A pesar de que cada nación tenga un contexto totalmente diferente, gracias a los pactos internacionales, varias naciones suscritas, están haciendo esfuerzos por tener un uso eficiente de los recursos naturales.

Es un trabajo largo, pero ya se ha empezado a implementar una PML en la industria e incluso una conciencia en las nuevas generaciones [7].

Colombia no es ajena a esta realidad y la PML se remonta a la década de los noventa, específicamente con la promulgación de la Carta Magna, considerada como una Constitución Ecológica. Lo anterior debido a la inclusión de mecanismos jurídicos para la protección del medio ambiente.

Es importante mencionar que en el año 1996 se firmaron los primeros convenios de PML entre las industrias y la autoridad; no obstante, por falta de lineamientos, información y experiencia no se trazaron metas de desempeño [6].

En 1997 el Ministerio del Medio Ambiente adoptó la Política Nacional de Producción más Limpia (MAVDT) como una estrategia de gestión ambiental y tras catorce años de implementación, según el Ministerio de Ambiente los logros son catalogados como satisfactorios.

En el año 2002, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) expidió su «Plan Estratégico Nacional de Mercado Verdes»; ambas iniciativas impulsaron acciones como los convenios y centros de producción más limpia, las guías ambientales,

los programas de autogestión ambiental, los concursos de negocios verdes, ferias como Bioexpo, convenios de productos ecológicos y biocomercio en los supermercados».

Sin embargo, el MAVDT considera importante fortalecer las iniciativas propuestas e integrar la producción limpia con el consumo sostenible, por esto, en 2010 se expidió la Política de Producción y Consumo Sostenible, que buscó orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana, contribuyendo a la competitividad de las empresas y bienestar de la población.

Además de lo anterior, se han promovido las certificaciones para que las industrias puedan hacer visibles su compromiso ambiental, entre estas se destacan el sello ambiental colombiano y sello único nacional de alimento ecológico; de este último se puede citar la empresa Mankay (productos orgánicos).

Igualmente, es necesario implementar en la práctica la articulación entre políticas gubernamentales, para así tener mecanismos de evaluación y regulación sin ninguna contradicción.

La premisa que la PML es un desafío político considerado a largo plazo; sin embargo, urge promover una responsabilidad social frente a cada acción que se tome en la industria de los alimentos.

El compromiso y la participación de la comunidad, empresas e instituciones son de suma importancia para coordinar y articular esfuerzos en pro de una industria sostenible [8].

El reto es que la política más limpia se convierta en una política para todo tipo de empresa, sin importar su capacidad y sus posibles impactos, enfocada en que, al usar este tipo de producción, los diagnósticos ambientales de las empresas sean favorables [9].

2.2 ¿Por qué una gestión ambiental?

Como se enunció en el numeral anterior las dinámicas de relación entre el hombre y la naturaleza están cambiando. Los paradigmas se transforman por una posible consciencia colectiva que se atribuye a la capacidad de encontrar información de carácter global; además, se suma la idea de carácter social,

político e institucional, donde se evidencia también que algunas naciones tienen «constituciones ecológicas» y movimientos llamados de «ecología profunda» [10] [11].

La categoría de «gestión ambiental» surge del estudio que los pensadores de la modernidad trajeron a colación, es decir, la relación del hombre con la naturaleza (ver figura 2). La diferencia entre la modernidad y la posmodernidad se atribuye a que esta relación no es indiferente al futuro, por ende, ahora se controla el uso indiscriminado de recursos, específicamente para que las nuevas generaciones también tengan una oferta ambiental que supla sus necesidades [12].

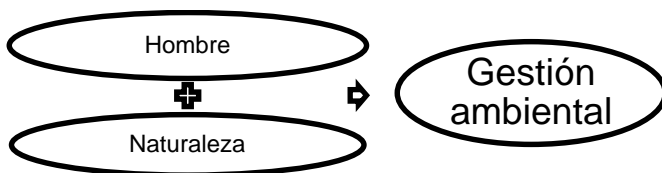


Figura 2. Surgimiento de la gestión ambiental.
Fuente: H.H. Villamizar [12].

El desarrollo industrial ha venido acompañado de la contaminación y, por ende, del deterioro ambiental [12]. A este conflicto se le ha atribuido el surgimiento de la gestión ambiental, pues se pueden de alguna manera controlar y evaluar los impactos sociales, económicos, culturales y ambientales sobre un determinado territorio.

Es claro que las problemáticas ambientales no solo derivan del uso irracional de los recursos o de la contaminación, sino de las concentraciones urbanas. Por ende, la gestión ambiental es muy importante, si se mejoran las condiciones de algún problema ambiental o social, seguramente se verán puntos de mejora en ambas dimensiones. Una vez el hombre ha entendido que los recursos son limitados, surgieron ideas de cuidado y protección.

También se hizo necesario que se evidenciaran los problemas de salud, malos olores, ruidos no deseados, afectación estética del paisaje y desastres ecológicos [13].

Es así como, la posmodernidad trajo consigo movimientos globales como *Greenpeace*, colectivos ambientalistas en protección de los recursos naturales y los animales.

Se crearon, entonces, nuevas ideas de carácter ambiental, de protección y de seguimiento para el control indiscriminado que tenían las industrias sobre determinados recursos.

Está claro que la gestión ambiental concibe desafíos no solo institucionales, sino que forjan a partir de procesos comunicativos e investigativos aproximaciones para el desarrollo sostenible.

Se debe investigar, en este caso, si la industria de alimentos satisface las necesidades nutricionales de la población, si los malos hábitos alimenticios provocan un mayor impacto ambiental y si son necesarias todas las industrias que conocemos [14].

Son cuestionamientos que trascienden la labor de este artículo de revisión, pero que son muy importantes para cumplir los objetivos del desarrollo sostenible.

Indiscutiblemente se requieren propuestas para afrontar los desafíos globales respecto a la contaminación, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la pobreza, la energía y seguridad alimentaria.

Todas estas propuestas para cada enfoque sin duda alguna mejorarán la calidad de vida de las personas y el ambiente. Por ende, se requiere más investigación e innovación, por parte de los entes gubernamentales y la industria.

Se ha nombrado la ecología desde el principio de este numeral como un eje principal para la gestión ambiental, pues esta debe observar todo como una unidad [15].

Tener presente lo que implica realizar cierta industria en un determinado lugar del planeta y como ello repercute en otro. Observemos los siguientes ejemplos:

- La producción de soja agrava la deforestación de Brasil, pero proporciona alimento a varios continentes.
- Las partículas de polvo del desierto del Sahara aumentan el desequilibrio en las prácticas agrícolas e incluso impactar los arrecifes de coral en el Caribe [15].

Gracias a la gestión ambiental se han desarrollado procedimientos para «identificar, evaluar y mitigar los efectos para el ambiente y la salud vinculados a los proyectos industriales, agrícolas y otros grandes proyectos de desarrollo antes que los mismos se ejecuten» [16]. Esta implica no solo el cuidado del medio ambiente, sino de la salud de las personas. Se considera que los factores ambientales influyen –en un porcentaje muy alto– en la salud de las personas, en la morbilidad y en las tasas de defunciones [16].

Por consiguiente, los planes de gestión de las naciones deben determinar nuevas formas de producción sin afectar la relación entre los seres (sintientes y no sintientes) y la naturaleza.

La producción más limpia y el consumo sostenible son nuevos paradigmas para la gestión ambiental. Al principio observamos la relación entre hombre y naturaleza, ahora debemos tener presente la relación entre medio ambiente y desarrollo económico, teniendo siempre presente la implementación de nuevas prácticas de producción y de consumo [17].

Para una gestión ambiental adecuada es indispensable generar cambios respecto a los valores sociales y la reestructuración de las instituciones públicas y económicas. Por ende, no son solo necesarias las innovaciones industriales, sino los cambios en los patrones de consumo [18].

Es así como se menciona en la política de producción y consumo sostenible, la evolución en el concepto de gestión ambiental, pues ya no es solo prevenir y manejar impactos, sino articular con los pilares del consumo sostenible como: optimización de procesos con el ciclo de vida de productos, la gestión de residuos y materia prima, los incentivos de mercados verdes y cultura sostenible.

La gestión ambiental deriva en resultado con buenas prácticas estratégicas con respecto al medio; igualmente, es la responsable de la implementación de políticas ambientales, que

aun cuando no transforman la praxis –en la inmediatez– pueden llegar a hacerlo. Lo que implica superar el problema entre el pensamiento y la acción [18].

2.3 La categoría «producción más limpia (PML)»

La categoría de producción más limpia se remonta al reconocimiento que hicieron las agencias ambientales en Estados Unidos y Europa sobre los problemas de contaminación «asociados al manejo y control de los residuos industriales» [6]. Abordando esta problemática a través de *políticas preventivas*. Antes de que el término tuviese una aplicabilidad en la industria de alimentos se desarrolló en programas como la prevención de la polución.

Luego, en Europa se enfatizó que era necesario el uso de tecnología para prevenir cualquier contaminación.

Para el 2000 en la Cumbre de Desarrollo Sustentable de Johannesburgo se estableció como uno de los objetivos «modificar las prácticas de producción y consumo no sustentables mediante la inversión en programas de PML y ecoeficiencia por parte de las industrias» [6]. La PML en las industrias se relaciona directamente con el consumo sustentable y va encaminado no solo a las

industrias, sino también a las naciones. Es, entonces, importante determinar la conciencia social como responsabilidad colectiva en la protección del medio ambiente, adoptando prácticas de producción y consumo sostenibles: «Asimismo, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo, que constituye la Agenda 21, dedica el capítulo 18 a la PML (...)» [6].

Según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la producción más limpia (PML) se define como «la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integral a procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia general y para reducir los riesgos para los seres humanos y el Ambiente».

El Centro de Actividad Regional para el consumo y la producción sostenibles, indica que «la producción más limpia es una herramienta estratégica de política empresarial, que integra el medio ambiente en la gestión global de la empresa y que le permite mantener o mejorar la competitividad en un marco de sostenibilidad del medio ambiente». Por otra parte, la PML se define como una estrategia empresarial que implica la prevención o la minimización en varios aspectos, a saber: menos consumo de agua y energía; minimización de insumos tóxicos; reciclaje de

los residuos o proceso productivos; por último, la reducción del impacto ambiental de los productos en el ciclo de vida [6].

Según Hoof, «la Producción más Limpia, más allá de ser una estrategia enfocada simplemente a la disminución del impacto ambiental, es un concepto que ayuda a la competitividad de las empresas.

Lo anterior se fundamenta al considerar la contaminación como una consecuencia de la ineficiencia de los procesos y las tecnologías utilizadas en el interior de la empresa, que a su vez dependen de su estructura y su capacidad económica.

En la medida en que se actúe sobre las causas que ocasionan dichas ineficiencias, mediante alternativas preventivas apropiadas, se generarán ahorros en materia prima, insumos y energía, que ayudarán a mejorar la capacidad competitiva de la empresa y también su gestión ambiental». [1].

Entonces el término PML como concepto amplio implica la prevención de la contaminación y la minimización de residuos, al tener en cuenta que la producción de bienes y servicios debe implicar el menor impacto ambiental. Entonces el PML se considera una

estrategia ambiental para la reducción de los impactos negativos que generan las empresas en el medio ambiente.

Las herramientas de producción más limpia están clasificadas según su función, por el tema de análisis y por el tipo resultado; entre estas se destacan:

- La revisión inicial ambiental
- Eco mapa
- Eco-balance [19]

Se considera que la competitividad de las empresas tiene un aumento a partir del establecimiento de objetivos claros respecto a la PML, p. ej., reduciendo los riesgos de la salud humana y los impactos ambientales negativos.

Sin embargo, debido a los nuevos conceptos y enfoques de la producción más limpia se avanza sobre diferentes ejes, desde esquemas de optimización de procesos y productos existentes hacia procesos más complejos de innovación de sistemas productivos y negocios enteros, como se evidencia en la figura 3 [20].

Se considera que, aun cuando cada vez más las empresas sostienen la implementación de sistemas de PML, existe una lentitud en la «reconversión empresarial hacia una mejor gestión ambiental» [15]. Por tal razón y como se

evidencia en la figura 4, es necesario un impulso en el cambio de paradigma para que así la ciudadanía y en especial las industrias tengan en cuenta los beneficios sociales, ambientales y económicos.

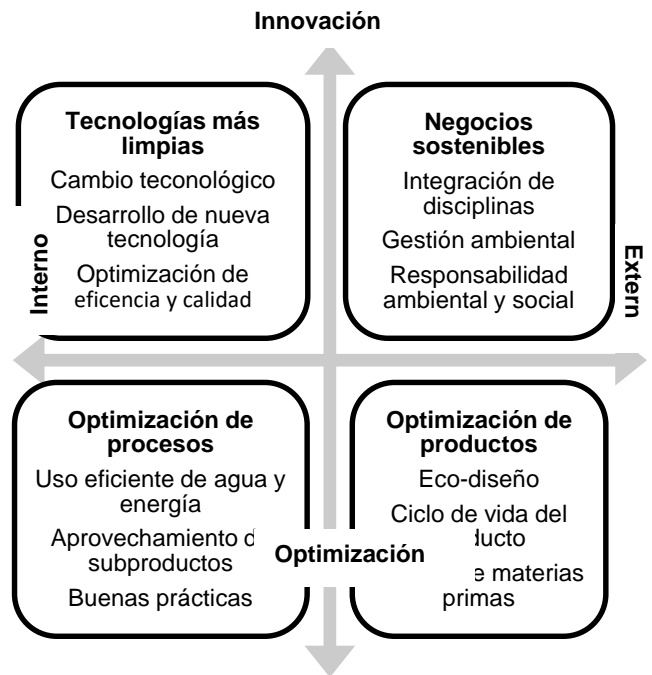


Figura 3. Producción más limpia, como estrategia de gestión ambiental preventiva

Fuente: B.van Hoof y C.M. Herrera [20]

Concienciar sobre lo que implica la categoría de producción más limpia así se modificarán las actitudes empresariales y, por lo tanto, el desarrollo de la industria será más responsable:

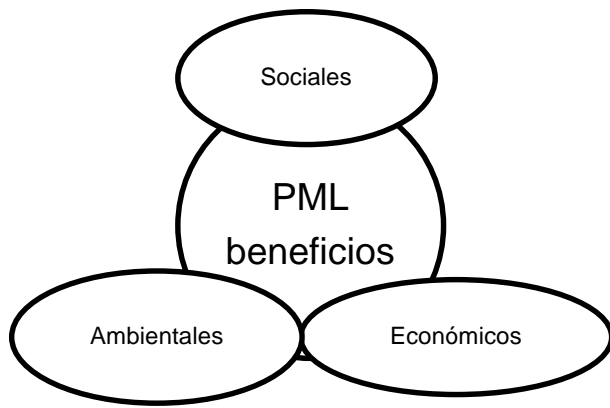


Figura 4. Beneficios de la producción más limpia

Fuente: V. Zuin y L. Ramin [15].

«La implementación de medidas de producción más limpia al interior de una empresa, cualquiera sea su tamaño, significa básicamente establecer prácticas preventivas tendientes a reducir la generación de residuos y emisiones, utilizar en mejor forma los recursos disponibles y mejorar la calidad de la producción» [6].

Algunas de las estrategias para la implementación de planes de PML en la industria alimentaria pueden ser:

- El cambio en los insumos: empleo de ingredientes de origen natural para la materia prima; y en relación a los empaques, alternativas elaboradas a partir de fibras vegetales.
- Cambio tecnológico: incluir nuevas tecnologías como la extracción con fluidos supercríticos, biotecnología y tecnología de membrana.

- Buen mantenimiento: planeación y reducción de tiempos muertos, fugas de contaminantes y empleo excesivo de sustancias de limpieza.
- Reutilización en el sitio: aprovechamiento de la línea de subproductos que minimicen la generación de residuos, vertimientos y aumentad la productividad de la empresa. Por ejemplo: en la industria láctea el procesamiento del suero y en la industria cárnica las vísceras y huesos que se pueden emplear para elaborar harinas animales. [21]

Sin embargo, en la industria de alimentos las prácticas de PML deben implicar no solo una práctica comercial sostenible, sino que se le debe dar un valor agregado: el *valor social*. En general, los hábitos alimenticios dependen de la producción local de un territorio y de los alimentos importados. Esto quiere decir que los hábitos se modifican dependiendo de la oferta [6]. Algunos alimentos son comercializados como productos de la cadena básica de alimentos, sin embargo, la dieta es una construcción social.

Las cadenas de suministros de alimentos locales son más valoradas, ya que sus productos son cada vez más sostenibles, es decir, que son netamente orgánicos, o que se reducen las emisiones y externalidades creadas por el transporte. Promueven el empleo local y

contribuyen a romper el monopolio de industrias; asimismo, de forjar un vínculo entre habitante de la zona (trabajador) y la naturaleza. No obstante, la tecnología en este tipo de industria (cadena de frío y embalaje de atmósfera controlada) también genera que los productos salgan de la zona [22] [23].

La PML es también una iniciativa ambiental aplicable a procesos, productos y servicios para controlar los impactos ambientales. En los procesos productivos se dirige a la conservación de materias primas y energía, la eliminación de productos tóxicos y la reducción de emisiones contaminantes y desechos [24].

2.4 La reconversión empresarial

A pesar de la lentitud en la reconversión empresarial es necesario que se asuman los desafíos respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) [25]. Según Hodson [26] es un imperativo ético y social la promoción de un futuro sostenible. Es indiscutible que la innovación en la industria de alimentos cambiaría la forma de sortear la economía en las naciones, pues se incrementaría la productividad, especialmente en el sector agroalimentario.

En este proceso de reconversión son muy importantes los avances de la biotecnología, ya que estos influyen directamente en los requerimientos de seguridad alimentaria y nutricional, así como de la productividad. Al implementar nuevas herramientas tecnológicas se concibe que están pensadas para combatir las situaciones que deja el cambio climático:

«En general, la biotecnología ofrece oportunidades únicas para el desarrollo sostenible y, de hecho, ha innovado en las prácticas industriales y agrícolas mejorando la diversidad y calidad de productos que tienen mejor aceptación en el mercado internacional por provenir de este contexto de sostenibilidad» [26]. Es muy importante el desarrollo de *metodologías de identificación de impactos como la matriz de conesa, ecomapa, ecobalances, entre otros*; ya que con estas se detectan y controlan amenazas en la producción de la industria alimentaria. Por ejemplo, la agricultura al utilizar un 70 % de agua dulce requiere metodologías claras para reducir el impacto ambiental, económico y social. Un estudio que se adelanta frente a este sector es la investigación para «desarrollar plantas transgénicas, o estudios de biotecnología sintética y de edición de genes» [26].

La industria de alimentos, al derivar su materia prima o sus componentes de los recursos naturales, debe desarrollar tecnologías que reduzcan los impactos ambientales negativos, al mismo tiempo desarrollar la *bioeconomía*.

La bioeconomía juega un papel muy importante en Latinoamérica y el Caribe, ya que es un modelo de desarrollo sostenible. La biodiversidad de la región y la capacidad de producción de biomasa (materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.) han generado que se transformen los modos de producción y transformación de la industria de alimentos.

Según Rodríguez et ál., es necesario reducir las emisiones, por lo que se debe mitigar y adoptar acciones de adaptación al cambio climático a través de las cadenas de valor [27].

Un antecedente importante respecto a la reconversión hacia una producción sostenible tuvo lugar en Noruega en el año de 1994, específicamente en el Simposio de Oslo, donde se desarrollaron temáticas sobre el consumo y producción sostenible (CPS) [28].

Se considera como una necesidad la creación de procesos productivos más eficientes que tengan beneficios para el medio ambiente y, a su vez, ganancias económicas a través de la innovación:

«En otras palabras, el CPS puede coadyuvar a alcanzar las metas de los planes de desarrollo, reducir los costos económicos, sociales y medioambientales, y fortalecer la competitividad económica, como se presenta en la figura 5.

Esto mediante la promoción de la eficiencia energética, una infraestructura sostenible y la provisión de acceso a los servicios básicos, a trabajos dignos y una mejor calidad de vida.

A esto se conoce como la aplicación del CPS bajo un enfoque integrado» [29] [30].

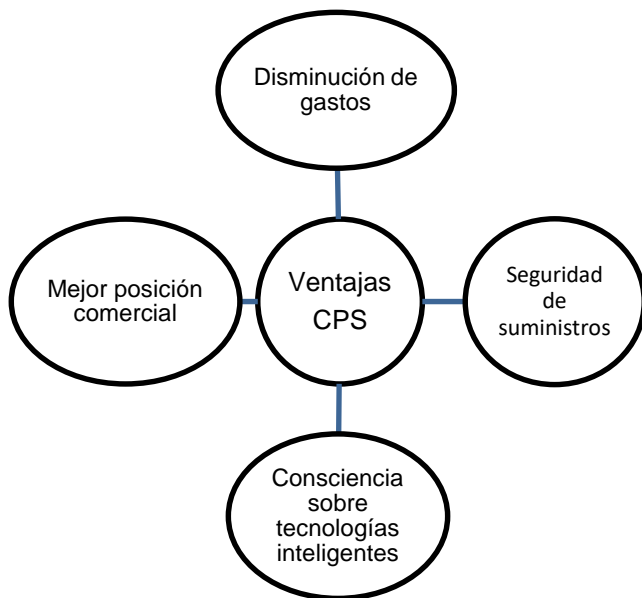


Figura 5. Ventajas CPS.
Fuente: H. Fajardo [30].

Existen proyectos que facilitarían la implementación de PML a través de procesos del ámbito de la educación superior y no formal. Para ello se requieren profesionales de diferentes ramas que aporten al desarrollo e implementación de mejores prácticas según el contexto industrial (ingenieros, administradores, sociólogos, abogados, entre otros). A través de la educación y la investigación se podrá lograr en menor tiempo mejores prácticas sostenibles [31].

Entonces, la implementación de nuevos métodos de producción innovadores reduce el uso de recursos, tienen bajo riesgo y generan un potencial de ahorro. Según Everett Rogers los procesos o nuevos métodos de innovación siguen una curva en S. Primero la difusión innovadora es lenta, después el proceso se acelera y en una fase posterior la tasa se desacelera nuevamente [30].

El método o proceso innovador tiene éxito cuando la mayoría de personas o industrias empiezan a usarlo [32].

Estos procesos innovadores en la producción más limpia requieren la actualización en políticas de producción sostenible, articulando las instituciones gubernamentales y las industrias en el proceso de creación [33].

Según Van Hoof y Herrera la PML es un desarrollo que viene con los cambios del mercado, es decir, con la globalización.

Por ende, es importante implementar programas educativos y capacitaciones relacionados con el ciclo de vida de los productos, el diseño y el manejo de todo tipo de sustancias; de igual manera, es necesario fortalecer o crear programas de investigación y desarrollo tecnológico [20].

Según Pitty, «la producción más limpia se entiende como los esfuerzos para reducir unidades de contaminación por unidades de producción, por medio de tecnologías o procesos.

Las soluciones que se proponen para lograr una producción más limpia deben ser orientadas a facilitar un proceso de cambio real que contribuya con este parámetro» [34].

3. La producción más limpia en la industria alimentaria

Esta industria es uno de los sectores que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente como se presenta en la tabla 1, por los residuos obtenidos de sus procesos o productos, el porcentaje es diferente según el sector, p. ej., el procesamiento de frutas y verduras contaminan las aguas residuales y los residuos sólidos; en la industria de los lácteos emisiones atmosféricas, residuos sólidos y líquidos; sin embargo, en el agua es más

evidente la contaminación; en la industria cárnica se generan residuos como sangre y vísceras, por lo que existe riesgo de salud en el ecosistema por patógenos de tipo bacteriano [20].

Tabla 1. Identificación de los efectos ambientales en la industria alimentaria.

Entorno	Efecto
Atmósfera	Emisiones ácidas
	Gases peligrosos
	Humo
	Finos
	DBO
Agua	DQO
	Eutrofización
	Sustancias peligrosas
	Espumas
	Turbidez
Suelo	Color
	Residuos peligrosos
	Residuos no peligrosos
Molestias	Visual
	Polvo
	Olor
	Vibraciones acústicas
Recursos naturales	Energía
	Agua
	Combustibles

Fuente: M. Restrepo [21].

Las etapas del ciclo de vida de los productos alimenticios requieren energía, lo que indudablemente se convertirán en impactos negativos al ambiente, por consiguiente, es necesario que se establezcan estudios sobre los impactos con los métodos tradicionales y con los métodos de PML [21].

Es evidente que a nivel global las tecnologías de PML en la industria de alimentos han tenido acogida, no solo por la implantación de normatividad, sino por una conciencia colectiva que se ha promovido en la ciudadanía.

El desarrollo de las naciones se fortalecerá con la promoción e incentivos de estos programas sostenibles en las empresas, mejorando la gestión económica y ambiental, así como una mejor calidad de vida de la población [35].

Según Van, «el ciclo de vida es una de las herramientas de producción más limpia, que permite establecer estrategias de mercado y planear actividades preventivas concretas para la aplicación de una PML en la industria de alimentos, analizando los impactos ambientales producidos en cada una de las etapas desde la cuna hasta la tumba» [34].

3.1 Algunos ejemplos de producción más limpia en la industria de alimentos

3.1.1 El sector avícola

La industria avícola según la Secretaría Distrital de Ambiente, genera contaminación ambiental en sus diferentes procesos productivos, desde las granjas de cría y engorde, hasta las plantas de sacrificio, donde se producen aguas residuales, residuos sólidos, olores y ruidos; las aguas residuales se convierten en puntos de descarga de vertimientos que contienen alto contenido de materia orgánica por grasas y aceites, sangre, vísceras, plumas, entre otras, que alteran la calidad del agua; la disposición de residuos sólidos (plumas, picos, vísceras) pueden contaminar el suelo, y los olores y ruido afectan la calidad del aire; de igual manera se requiere grandes cantidades de agua (se estima entre 5 y 10 litros de agua por animal) y energía. Según Pérez & Pratt, en términos generales «la industria avícola tiene un impacto ambiental bajo sin embargo hay campo para lograr mejoras en su proceso productivo que minimicen la necesidad de aplicar correctivos o medidas de mitigación al final del tubo y se pueda empezar a trabajar en procesos limpios que aprovechen los desechos como una fuente de ingresos y no de costos».

Uno de los métodos internacionales más ampliamente aceptados para cuantificar los impactos ambientales de las industrias de alimentos es el método de ciclo de vida, ya que permite identificar consecuencias ambientales durante todo el ciclo de vida de un producto, evaluar los impactos potenciales y definir estrategias de PML; para una industria avícola se aplicó este método y se obtuvo un elevado consumo energético, afectación al agua por vertimientos de la planta de beneficio y generación de olores, como alternativas se proponen: La recirculación de agua, control de consumo energético y energías alternativas. [36].

La industria avícola como parte de los procesos de PML, ha implementado procesos diferentes a los clásicos para aumentar la productividad y buscar un negocio sostenible a largo plazo. Un ejemplo de lo anterior, es la Planta de Faenamamiento ubicada en Guayas-Ecuador.

Esta compañía tiene como objetivo reducir el consumo energético y de agua, para ello han utilizado metodologías aplicadas a la PML. Anualmente, redujeron el consumo de agua y energía en 500.000 USD [37]. Esta compañía utilizó una metodología de PML distribuida en cuatro fases:

- Fase I: planeación y organización
- Fase II: preevaluación (revisión cualitativa)

- Fase III: evaluación (revisión cuantitativa)
- Fase IV: generación de opciones y evaluación de alternativas

Las alternativas implementadas se enfocaron en mejoras en la operación de los túneles de congelación, instalando un compresor de menor potencia, para disminuir el consumo de energía; por otro lado, buenas prácticas en la gestión del agua, instalando medidores en todos los procesos, se eliminaron fugas, se estandarizaron los procesos de limpieza y se colocaron pistolas ahorradoras [37].

Este ejemplo de PML es muy importante, ya que a nivel regional esa provincia ecuatoriana tiene serios problemas de contaminación de fuentes hídricas, el manejo inadecuado de residuos sólidos y calidad del aire. Teniendo en cuenta esta situación se implementaron estrategias para reducir costos productivos y minimizar el impacto en el ambiente [37].

La planificación ambiental en las plantas de beneficio avícola requiere medidas de manejo como parte fundamental de las actividades de este tipo de industrias. Con la aplicación de procesos de producción más limpia, no solamente se optimiza el proceso, sino el factor económico, sanitario o social.

Se considera, entonces, que el sector avícola

tiene como imperativo planificar sus procesos con miras a la protección ambiental y social de su entorno. Es claro que los impactos negativos que produce la industria avícola deterioran en primera medida el agua y el aire, recursos importantes para la calidad de vida de los seres humanos. Además de la contaminación se debe determinar la huella hídrica en todos los procesos de esta industria, pues se debe calcular la cantidad del recurso que se utiliza en todas las etapas productivas [38].

Aun cuando se esté estableciendo lo que llamamos en el apartado anterior la reconversión empresarial, existen plantas que no tienen en cuenta las normas nacionales e internacionales para reducir estos impactos negativos, v. g., existe una investigación que concluyó sobre malos manejos en las plantas:

- Los animales se encuentran en el piso de tierra, concentrándolos en un solo lugar. Lo anterior genera acumulación y descomposición amoniacal.
- En el momento del beneficio los animales son decapitados de manera primitiva.
- El desperdicio del recurso hídrico en las plantas sin PML tiene impactos muy serios para el medio ambiente.
- Las aguas servidas de sangre, grasa, material orgánico y excremento son

contaminantes de aguas como ríos y quebradas. A su vez, deterioran la fauna acuática y aviar de la zona.

- Las plantas de aves al estar cerca de centros poblados afectan a la comunidad cerca.
- El mal manejo de las aves, como las perforaciones accidentales del tracto intestinal, contamina la cadena de procesamiento y empaque.
- El mal manejo con la carne de pollo es fuente de enfermedades en el hombre debido a las bacterias que poseen los animales [39].

Por otro lado, se encuentran las plantas avícolas que cumplen con los estándares de producción sostenible, un ejemplo de ello son algunas granjas ubicadas en el centro de Italia que se dedicaban al engorde de pollos, con las siguientes condiciones:

- Alimentación concentrada
- Control de clima y luz
- El agua y la alimentación se suministran automáticamente
- El piso se encontraba cubierto de virutas de madera [40]

Para este sistema de producción avícola orgánica se tuvieron en los siguientes manejos:

- Ventilación y luz natural, suplementando con luz artificial.
- El agua y la alimentación se suministran automáticamente.
- El 95 % del alimento era de origen orgánico.
- Se tiene en cuenta el bienestar animal.
- Los espacios exteriores son más amplios.
- Utilizaron un sistema en el que las aves dentro de un ciclo llegan y salen de la granja al mismo tiempo.
- Se tienen en cuenta indicadores de desarrollo económico, social y ambiental [40].

Por su parte, el Centro de promoción y tecnologías sostenibles (CPTS) en la empresa Acícola Vascal S.A., formuló como medidas de PML las siguientes: i. reducir el consumo de agua en la línea de eviscerado; ii. reducir el consumo de agua en la línea de desplumado; y iii aprovechamiento de vísceras y sangra para elaboración de alimentos para animales.

Se logra visualizar que la concentración y esfuerzos del sector está direccionado al recurso hídrico, por los efectos que se presentan en cuanto al consumo y disposición.

3.1.2 El sector cárnico

La industria cárnica origina residuos como sangre, huesos y vísceras, con altos contenidos de materia orgánica y nitrógeno que podrían ser aprovechados en líneas de subproductos; asimismo las descargas de vertimientos con altos potencial de DBO de hasta 8000 mg/L. [21]

De otra parte, Fedegan en 2012, incluye el término de ganadería sostenible como un proyecto para optimizar los distintos trabajos del campo, y así utilizar técnicas amigables con el medio ambiente; como el uso de diferentes tipos de árboles integrados a la producción ganadera y la conservación de bosques nativos en el campo.

Por su parte Torres-Espinosa y Tamez-Martínez incluyen el concepto de ganadería sustentable, que se entiende como un uso intensivo bajo el concepto de reúso y no extractivo, bajo el principio de preservar los recursos naturales. [41].

Como una estrategia de producción más limpia en la ganadería se consideran los sistemas agroforestales, debido a que prometen una alternativa sustentable para desarrollar la biodiversidad animal y vegetal, con niveles de producción con reducida dependencia de los insumos externos, adicional se implementaron medidas de manejo de suelos, ahorro y uso eficiente del agua y calidad del aire; garantizando el rendimiento productivo. [42]

Una fuente importante en la recolección de información ante la industria de alimentos es la comunidad de los alrededores. Un ejemplo de ello fue la comunidad de los Valles del Tuy en Venezuela, quienes aportaron datos para que los expertos realizarán recomendaciones a las industrias respecto a la *responsabilidad social empresarial* [43].

Para este ejemplo, los investigadores recolectaron información a través de entrevistas. Al analizar la información se constató que la gente se puede sentir afectada por los impactos en el agua que produzcan las industrias cárnicas; sin embargo, consideran que un impacto positivo es el socioeconómico, pues estas empresas contratan mano de obra de la zona [43].

La industria cárnica se encarga del sacrificio de las reses u otros animales, el procesamiento y la

distribución de la carne. Este tipo de industria se ha considerado una de las más contaminantes del sector alimentario, debido a que:

- Hay gran cantidad de residuos que generan la aparición de múltiples focos.
- Si la industria está cerca a las poblaciones y no hay tratamiento de residuos, toda la contaminación recae sobre los servicios municipales, p. ej., si se vierten aguas residuales al suelo.
- El alto consumo de agua limpia o potable en las instalaciones y preparación del producto [43].

Ante esta situación la Comisión de las Comunidades Europeas creó la categoría de «responsabilidad social empresarial», defendiéndola como: «la integración voluntaria, por parte de las empresas, de las preocupaciones sociales y medio ambientales en sus operaciones comerciales y en sus relaciones con los interlocutores» [44]. La responsabilidad no solo implica cumplir las normas jurídicas, sino que se debe invertir en innovación y capital humano.

En el ejemplo de los Valles de Tuy la población percibió que las problemáticas de las industrias cárnicas se centraron en los residuos sólidos, el manejo de aguas blancas y negras (contaminación de los ríos y quebradas), y el aseo, pues no hay una actividad periódica frente

al quehacer de limpieza (contenedores de la comunidad tienen residuos de las empresas) [43].

A partir de esto la gestión ambiental del territorio, a través de las autoridades y organizaciones, puede suscitar normas o recomendaciones para que estas empresas implementen estrategias de PML en sus industrias y comunidad.

Una investigación en Bogotá-Colombia también determinó que la industria cárnica debe mejorar en demasía el tratamiento dado a los residuos, pues en su mayoría corresponden a residuos líquidos –con alta carga orgánica, lo que implica aportes de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)– sólidos, aceites y grasas. Los residuos son vertidos a los ríos (río Tunjuelo y río Fucha) lo que afecta el equilibrio biológico de los ecosistemas. Otra problemática observada es la generación de lodo, que a su vez afecta la red de alcantarillado, reduciendo el diámetro de las tuberías por los altos contenidos de aceites y grasas [45].

La normatividad nacional y distrital determina que los vertimientos industriales tienen límites de concentraciones máximas permisibles a verter en un cuerpo de agua o alcantarillado. A pesar de ello es claro que la industria cárnica en el distrito carece de un manejo adecuado de residuos, vertimientos y emisiones. Por ende, se debe

evaluar si la normatividad es suficiente o si no existen mecanismos de cumplimiento para una

Producción más Limpia [45]. En la industria cárnica la principal contaminación se da en el proceso de sacrificio, al igual que el procesamiento de subproductos como las curtiembres; luego, se encuentra el subsector de los embutidos [45].

Para este sector también se identificó el estudio de la promoción de la innovación en el sector de alimentos en Colombia, que el sector cárnico está enfocado en trabajar con la parte externa (proveedores), para garantizar la trazabilidad en los eslabones de la cadena, posicionamiento de marca, diversificación de empaques y presentaciones de desarrollo de productos nutritivos y con aspecto de indulgencia. [46]

3.1.3 El sector de las bebidas gaseosas

Otro ejemplo de PML en la industria de alimentos se centra en el sector de bebidas, quienes tienen como principal insumo el recurso hídrico, y es en esta donde se centra la estrategia de PML; una empresa de bebidas gaseosas, en la que fue necesario realizar una evaluación técnica, económica y ambiental para proponer un mejor desempeño en las instalaciones. La medida principal fue la reutilización de agua de

saneamiento en las diferentes etapas de producción.

Esta compañía utilizó la tecnología *pinch* para agua, de esta manera pudieron determinar los flujos de agua de lavado; de igual manera, utilizaron el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para evaluar los impactos antes y después de poner a prueba de las medidas de producción más limpia. Los resultados de esta evaluación fueron satisfactorios [34]. El aprovechamiento de tecnologías sostenibles implica como se muestra en la figura 6 inversiones en la etapa de reutilización, recolección y tratamiento de agua:

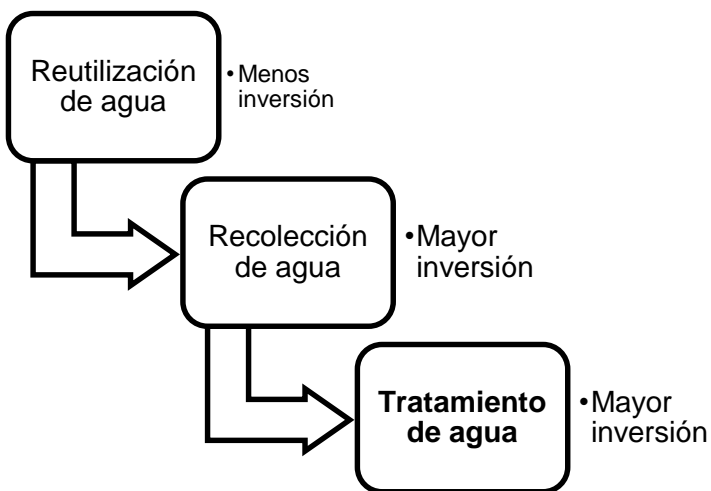


Figura 6. Inversión de tecnología en los procesos de flujos de agua.

Fuente: E. R. Domínguez y M. Gonzales, 2007 [34].

El concepto *pinch* se aplica para determinar los procesos de minimización de aguas residuales a través de reciclaje, regeneración y reutilización. Para el uso de la tecnología *pinch* la compañía de gaseosas realizó un inventario de corrientes de agua y un estudio de sus componentes; también, se determinaron los usos y el tratamiento de las aguas residuales. Al aplicar esta tecnología se obtiene el flujo de agua necesario para las etapas de saneamiento de los equipos:

«[...] se usa como base para la optimización en el saneamiento de los equipos de las cuatro etapas del proceso (tratamiento de agua, elaboración de jarabe simple, elaboración de jarabe terminado y línea de embotellado» [34].

El saneamiento consiste en drenar los residuos provenientes del proceso; luego, se enjuaga el equipo y se lava con detergente y agua caliente para eliminar los microorganismos. Por último, enjuagar con agua fresca. Una vez finalizado este proceso las corrientes se envían a la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), donde se tratan y se envían al drenaje de aguas municipales residuales.

A continuación, en la tabla 2 se presentan las cifras de agua recuperada su composición en cada etapa del proceso:

Para la industria cervecera de España, el Instituto Tecnológico Agroalimentario, realizó un proyecto para definir las mejores técnicas disponibles para el sector entre las que se destacan:

- Sistema de refrigeración directo e indirecto
- Recirculación del agua
- Recuperación del CO₂
- Aprovechamiento del biogas generado en las instalaciones de depuración de las aguas residuales.
- Buenas prácticas de limpieza de equipos

En otro caso de estudio se mantiene la atención en el manejo del agua, ratificando su importancia como insumo fundamental en el proceso, en este se evaluó la aplicación de tecnologías de membranas de recuperación de aguas de lavado en la Fábrica de Licores de Antioquia, esta hace énfasis en el agua de lavado de envases y su impacto por vertimientos, debido a la carga de residuos y la soda cáustica.

El emplear la tecnología de ultrafiltración, que consiste en recoger por un lado el agua permeada y por el otro una corriente concentrada con las impurezas de la operación de lavado. [21]

Tabla 2. Identificación de los efectos.

Etapa	Flujo recuperado (kg/ciclo de saneamiento)	DQO (ppm)
Tratamiento de agua	67319,17	9,99
Elaboración de jarabe simple	65638,33	16,92
Elaboración de jarabe terminado	11550	18,18
Línea de embotellado	6520	21

Fuente: E. R. Domínguez y M. Gonzales, 2007 [34].

En este proceso se presenta un reacondicionamiento del agua permeada y del concentrado, empleando la primera en otras operaciones internas y procesando el segundo para la recuperación de soda y la disposición de impurezas en forma de lodos. [21].

La implementación de una nueva tecnología de racionalización, permitió a la empresa reducir

sus consumos de agua y soda, disminuir el impacto ambiental por vertimientos, tuvo como efecto una reducción del costo variable de producción, mejoramiento de los márgenes operacionales e incremento de la competitividad. [21]

3.1.4 El sector agrícola

Por otro lado, la PML en el sector agrícola implica muchos cambios en pro de la vida de los ecosistemas. Para comprender este tipo de producción y por qué es necesario observar las problemáticas existentes con esta parte de la industria de alimentos.

Se considera que la agricultura contamina en mayor medida el aire y el agua del subsuelo; sin embargo, los estudios pedológicos han determinado que esta industria degrada el suelo de diferentes maneras cuando no se tienen buenas prácticas [47]. Entre las formas de degradación del suelo se encuentran:

- Pérdida de fertilidad
- Salinización
- Contaminación por agroquímicos
- Erosión por falta de cobertura vegetal [48]

Debido a la degradación del suelo disminuye la capacidad productiva, lo que traería problemas

económicos y sociales. Como se menciona anteriormente, en esta industria se hace necesario el uso de plaguicidas, que afectan no solo los suelos, sino la biodiversidad del lugar. La razón es la toxicidad y la persistencia en el sitio. Se debe tener en cuenta que estos tóxicos contaminan no solo los suelos, sino el agua y los mismos alimentos. De ahí que pueda existir un problema de salud pública por el contacto con este tipo de productos [48].

Por ejemplo, la industria tradicional de las hortalizas ha incidido en el establecimiento de plagas, la degradación del medio ambiente y el mal manejo de los suelos. En muchos casos el agua de riego para este tipo de cultivos ha sido contaminada por alcantarillas o agua de arrastre con variedad de residuos. De ahí que esto incida en la salud del cultivo o de las personas, quienes finalmente son las que consumen. La solución para evadir estas dificultades es el uso de agroquímicos, insecticidas, fungicidas, además de fertilizantes para obtener una mayor producción [49]. Sin embargo, también se están buscando alternativas para poder contribuir a los nuevos estándares ambientales, considerando que la PML generaría cambios en los mercados [50], lo que produciría no solo un rendimiento económico, sino que mejora la calidad de vida de los hombres y otorga medidas ambientales en pro de los ecosistemas:

«El mercado verde incluye productos naturales maderables, agricultura ecológica, abonos orgánicos, bioinsumos, biotecnología, productos manufacturados con menos contaminantes, tecnologías limpias, aprovechamientos de residuos y reciclaje, energías limpias y servicios ambientales tales como ecoturismo, educación ambiental y consultoría ambiental» [47].

Las personas son conscientes que los alimentos generados con producción más limpia serán decisivos en su estado de salud o expectativa de vida; por tal razón, la demanda de este tipo de alimentos cada vez es mayor. La idea de los productores de hortalizas es implementar mejores tecnologías agronómicas, para lograr una buena producción y la rentabilidad esperada, como se presenta en la figura 7. De ahí que se establezcan los siguientes planes de producción y productividad:

- Tener las condiciones agroecológicas óptimas para el desarrollo de las plantas y la disminución de plagas y enfermedades. De no tener estas condiciones las plantas y la industria se someterán a un esfuerzo de adaptación.
- Tener un manejo integrado del cultivo, es decir, preparar el terreno, la semilla, la siembra, fertilización y manejo de plagas o enfermedades. De esta manera se asegura la producción y rentabilidad [49].

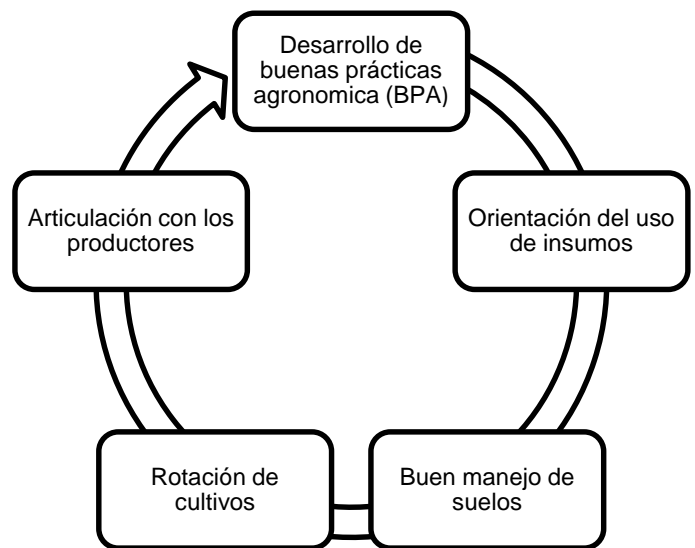


Figura 7. Desarrollo de Buenas Prácticas Agronómicas (BPA).
Fuente: Ministerio de Agricultura y Departamento Nacional de Estadística [49]

La cosecha y la poscosecha son muy importantes en la calidad y rentabilidad del producto. Por ende, las actividades de cada etapa deben ser planificadas, p. ej., se deben evitar heridas o magulladuras a la planta; previamente saber si las actividades se harán manualmente o con herramientas, establecer cuál es el mejor transporte para que el producto sea el adecuado, tener claro que la selección, clasificación, empaque y almacenamiento es muy importante para la calidad del producto [49] [51].

De otro lado, en este sector también se ha identificado como problemática ambiental la generación de residuos sólidos, como en el caso cultivos de plátano; Colombia cuenta con una participación en el mercado de América Latina de 38,1 % y en el mercado nacional cuenta con un consumo per cápita de 62 kg; en este cultivo solo el racimo es la parte aprovechable, lo cual corresponde al 20 o 30 % de la planta, dejando esto el 70 % considerado como residuo. En esta producción se desarrollaron como medidas de PML las siguientes:

- El aprovechamiento de residuos agrícolas para la producción de harina.
- Desarrollo de biodigestores para aprovechar los residuos de las cosechas, generando autonomía energética, disminuyendo la tasa de deforestación y los costos por adquisición de gas propano. [52]

Existe otro ejemplo de producción más limpia en la industria de producción de la soja. Para obtener PML en esta industria los investigadores recorrieron las plantas para identificar las malas prácticas y revisión de documentos, con el fin de determinar los balances de masa y energía, y así realizar una evaluación económica.

Se observó que existe una dificultad en el tratamiento de los residuos generados y malas

prácticas de operación; los problemas identificados fueron: derrames en los productos, pérdidas de calor en las zonas de retención, salideros de vapor en las tuberías que alimentan los tanques de cultivo, salideros de aire en las máquinas de embolse de los productos, entre otros. [53]

La recomendación de los expertos ante estos problemas se centró en el ahorro de cada proceso, a través de la implementación de un sistema de recirculación de agua condensada; es decir, el volumen de condensado será igual al agua evaporada dentro de la caldera. Al instalar un tanque de almacenamiento de condensado no existirán pérdidas derivadas de fugas, mejorando el desempeño ambiental y su incidencia en los ecosistemas. [53]

La PML también sirve para evaluar el sector de alimentos, por los beneficios socioambientales que se han obtenido por la implementación de estrategias más sostenibles, v. g., un estudio de la cuenca media del río Chinchiná en Colombia [54].

Los sectores productivos implementaron estrategias para disminuir el consumo de agua y energía, tratar el agua residual, promover el reciclaje de materiales, minimizar los residuos en el proceso de producción y, mejorar el manejo y

disposición de los mismos. En todas las estrategias de PML implementadas en la zona, se realizó un trabajo conjunto con la comunidad por medio de la participación en procesos de investigación y desarrollo [54].

Las unidades de la zona implementaron estrategias de conservación como sistemas agroforestales, protección de los recursos hídricos y mantenimiento del ecosistema. También se estableció un plan de almacenamiento de productos químicos y reducción de materiales tóxicos.

Son claros los beneficios ambientales y sociales que se establecen con estas acciones y la intención de algunos productores por aportar al ambiente; sin embargo, algunos productores agropecuarios dicen no han visto la mejora en el valor económico adicional de los productos por los procesos de certificación de alta calidad, ni tampoco por los procesos de PML. Ellos afirman que el consumidor no tiene la disposición para pagar por este tipo de productos [54].

3.1.5 El sector galletero

Existe un sector de la industria alimentaria que considera que sus residuos no impactan el medio ambiente, esta es la industria de las galletas. Sin embargo, se ha establecido que también

impactan las aguas si no hay un tratamiento adecuado. El otro problema de esta industria es el escepticismo sobre los beneficios de las mejoras ambientales, pues creen que no encontrarán beneficios al ser pequeñas o medianas empresas [55].

Se generó una estrategia de PML para este tipo de empresas mejorando el tratamiento de las tuberías, esto por medio de un programa de limpieza del equipo antes del lavado. El método se llamó *good housekeeping* (GSP) que consiste en una serie de pasos prácticos y simples que no requieren ninguna inversión, pero sí mejoran los procedimientos organizacionales y seguridad en el lugar del trabajo [55].

De igual manera, en Nicaragua el Centro de producción más limpia, cuenta con un «programa de institucionalización de eco-eficiencia, en busca de la masificación de la PML en el país», entre otros casos, se presenta el de la Repostería Los Ángeles, una microempresa que decidió fortalecer su capacidad productiva con las siguientes estrategias:

- Metodología de las 5 S
 - Seiri – Clasificación
 - Seiton – Organización
 - Seiso – Limpieza
 - Seiketsu – Estandarizar

- Shitsuke – Seguir mejorando
- Adquisición de nuevas tecnologías (horno a base de gas licuado de petróleo) que disminuyen el consumo de energía eléctrica y aumenta el rendimiento productivo.

De lo anterior se resalta que el tamaño de la empresa no influye en la implementación de estrategias de PML, es evidente que se puede apostar por la renovación y compromiso con el ambiente, generando beneficios significativos para la salud humana, el ambiente y la rentabilidad empresarial.

3.1.6 El sector del té

En países como Indonesia el sector de las plantaciones del té es muy importante para la economía rural, pues proporciona una buena cantidad de empleos. Se instó a los agricultores de la zona a plantar el mismo cultivo; sin embargo, esto derivó en un problema por la menor productividad de los agricultores.

Para superar esta problemática se han propuesto políticas, entre ellas formar una cooperativa de productores de té. La importancia aquí radica en ver de qué modo la cooperativa puede fortalecerse por medio de un proceso de red analítica (PRA) [56].

Los resultados de este proceso mostraron que el factor de cooperación con instituciones ambientales y relacionadas con la industria juega un papel clave para aumentar el aspecto de comercialización de los productos. Un programa llamado *Core-nucleus Project* implementa la plantación de cultivos de té gracias a ayuda técnica y financiera [56].

Los principales países productores de té (Indonesia, India, Sri Lanka, Kenia, Vietnam y Malawi) establecen que la producción se ve obstaculizada por los aumentos en los costos de producción, específicamente mano de obra, combustible y electricidad, malas prácticas agrícolas e infraestructura poco moderna. Debido a estas circunstancias y el menor precio del producto, los agricultores se han visto obligados a cambiar el cultivo por café, cacao y otros productos hortícolas [56].

En conclusión, se determina que se deben potenciar políticas orientadas a la creación de un contexto propicio para los pequeños productores y que estos puedan acceder y competir en los mercados [57].

3.1.7 Las plantas de pescado

La industria del pescado se constituye como una de las mayores fuentes de contaminación al

ambiente marino. Este ejemplo en particular corresponde a Perú. A pesar de que los vertimientos deben tener un tratamiento previo, se evidencia que la contaminación de materia orgánica no corresponde con los parámetros químicos que exige la normatividad. Por ello surge el deber de implementar estrategias de PML: recirculación de agua para mejorar el desempeño ambiental, la eficiencia de proceso a través de la incorporación de sólidos recuperados y disminución en el consumo [58].

Además, de implementar PML es necesario reconocer la categoría de ecoeficiencia, pues esta última incluye no solo la prevención, sino la reducción en el origen, un menor uso de materias primas, el consumo racional de energía y búsqueda de alternativas [58]. De otra parte, en la empresa C.I Vikingos S.A., la implementación de estrategias de producción más limpia, es la aplicada para el procesamiento de recursos hidrobiológicos, enfocada en la disminución del consumo de agua y la reutilización de residuos sólidos y líquidos.

Se implementó un sistema de recirculación del agua que sale del proceso de esterilización de las latas, logrando una reducción del 80 % en el consumo de agua; en relación a los residuos sólidos y líquidos se optó por el aprovechamiento de los residuos (cabezas, colas, piel, agallas y sangre) y procesar harinas y pastas, obteniendo una reducción del 100 % en la generación de residuos. [21]

Lo anterior visto desde las plantas de producción es un punto positivo para el ambiente, pues se evidencia un avance en la concientización frente a los impactos generados; sin embargo, no hay que dejar de lado la presión que ejercen los grupos pesqueros sobre los ecosistemas acuáticos, con lo que se podría fortalecer en temas de PML.

Conclusiones

Es claro que la implementación de PML en la industria de alimentos es un proceso gradual que con el tiempo reflejará mejoras a nivel económico, tecnológico, ambiental y social.

Asimismo, es indiscutible el trabajo conjunto entre autoridades ambientales, organizaciones internacionales, gremios del sector productivo y la academia.

Es por esto, que el sector productivo no es ajeno a esta tendencia de producción más limpia, pues se habla de la responsabilidad que una producción limpia y apta para el consumo humano representa para la salud pública.

Igualmente se encuentra la responsabilidad social respecto a los residuos que se generan en esta industria, ya que según los procesos que se manejen se pueden implementar estrategias ambientales para disminuir la contaminación y así preservar los recursos naturales.

Este compromiso ha sobrepasado cualquier ética empresarial o ideología particular. En cualquier empresa dedicada a este rubro, debe haber un compromiso claro con la producción sostenible, apuntando a la conciencia ciudadana que se determine en un contexto específico.

Por tal razón, es importante una interrelación entre ciudadanía y producción limpia en la industria de alimentos.

La producción sostenible es de suma importancia, porque es directamente proporcional al desarrollo económico y social, pues se reduciría no solo la degradación de los recursos, sino la contaminación y desechos, lo que beneficiaría de sobremanera la calidad de vida de las personas.

Referencias

[1] Hoof, B V. Producción más limpia. Universidad de los Andes, 2008.

[2] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020.

[3] Bengtsson, J., & Seddon, J. (2013). Cradle to retailer or quick service restaurant gate life cycle assessment of chicken products in Australia. *Journal Of Cleaner Production*. 2013.

[4] Álvarez, D. y Arias, M. La producción más limpia: una herramienta indispensable. *Revista Electrónica Granma Ciencia*. 2009.

[5] Organización de las Naciones Unidas, Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. Sudáfrica: Naciones Unidas, 2002.

[6] A. A. Bernal; C. J. Beltrán y A. F. Márquez. «Producción más limpia»: una revisión de aspectos generales. *Facultad de Ciencias e Ingeniería*, Año 3, nro. 2, pp. 67-84, marzo a agosto, 2016.

[7] M. Zúñiga. «Producción más limpia en las Américas: manejo del recurso energético. Casos de estudio: Chile, Costa Rica y Nicaragua». *Tecnología en Marcha*, pp. 5-13, 2014.

[8] Ministerio del Medio Ambiente. Política Nacional de Producción más limpia. Colombia: Min. Ambiente, 1997.

[9] O. I. Vargas, J. M. Trujillo y M. A. Torres. «Análisis de la inclusión de aspectos ambientales en microempresas agroindustriales de la ciudad de Villavicencio, Colombia». *Producción + Limpia*, vol. 12, nro. 1, pp. 115-123, junio, 2017.

[10] A. D. Naess, «Ecología, comunidad y estilo de vida: esbozos de una ecosofía», Argentina: Prometeo, 2018, 311 pp.

[11] A. I. Burgallo. «Ontología relacional y ecosofía en Arne Naess». *Rev. Nuevo Pensamiento-Filosofía*, vol. 1, nro. 1, pp. 151-174, 2011.

[12] H. H. Villamizar. «Producción limpia, gestión ambiental y desarrollo sostenible», Rev. Escuela de Administración de Negocios, nro. 39, pp. 56-72, agosto-enero, 2000.

[13] J. J. Cabello. "Approaching a Cleaner Production as an Environmental Management Strategy". IJSOR, vol. 1, nro. 1, ene-jun, 2016.

[14] KC KB, Dias et ál., "When too much isn't enough: ¿Does current food production meet global nutritional needs? PLoS ONE, vol. 13, nro. 10. [On line]. Disponible en: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0205683>.

[15] V. Zuin y L. Ramin. "Green and Sustainable Separation of Natural Products from Agro-Industrial Waste: Challenges, Potentialities, and Perspectives on Emerging Approaches". Topics in Current Chemistry. Springer, nro. 3, 2018.[On line] Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s41061-017-0182-z>.

[16] S. Suárez y E. Molina. «El desarrollo industrial y su impacto en el medio ambiente». Rev. Cubana de Higiene y Epidemiología, vol. 52, nro. 3, pp. 357-363, 2014.

[17] Ministerio del Medio Ambiente. Política nacional de producción y consumo sostenible. Hacia una cultura de consumo sostenible y transformación productiva. Colombia: Min. Ambiente, 2010.

[18] G. Dias y S. Bulgacov. "Environmental Management, Strategic Practices and Praxis: A Study in Santa Catarina Industrial Companies". Brazilian Administration Review, vol. 12, nro. 3, art. 4, pp. 288-308, Jul-Sep, 2015.

[19] H. Fajardo. «La producción más limpia como estrategia ambiental en el marco del desarrollo sostenible». Rev. Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información, vol. 4, nro. 8, pp. 47-59, 2017.

[20] B. van Hoof y C. M. Herrera. «La evolución y el futuro de la producción más limpia en Colombia». Rev. de Ingeniería. Universidad de los Andes, nro. 26, diciembre, 2007.

[21] M. Restrepo. «Producción más limpia en la industria de alimentos». P+L, vol. 1, nro. 1, enero a junio, 2006.

[22] J. A. Arroyave y L. F. Garcés. «Tecnologías ambientalmente sostenibles». Research Gate, julio, 2012.

[23] B. Gail. “Developing sustainable food supply chains”. Philosophical Transactions of Royal Society, pp. 849-861, 2008.

[24] O. Ortiz y J. García. “Estrategias de producción más limpia en el marco del desarrollo sostenible”. En: Segundo Encuentro Universidad Empresa en el Sector de la Ingeniería – EISI –. 2 y 3 de abril de 2014. Universidad Libre, seccional Cúcuta.

[25] E. Hodson de Jaramillo. «Bioeconomía: el futuro sostenible». Rev. Acad Colomb. Ciec. Ex. Fis. Nat., vol. 42, nro. 164, pp. 188-201, julio a septiembre, 2018.

[26] E. Hodson de Jaramillo, et ál. «Seguridad alimentaria y nutricional en Colombia». En: Retos y oportunidades de la seguridad alimentaria y nutricional en las Américas - El punto de vista de las Academias de Ciencias. Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS); Red Mundial de Academias de Ciencias (IAP).

Ministerio Federal de Educación e Investigación Alemana (BMBF). Academia Nacional de Ciencias de Alemania-Leopoldina, pp. 220-249.

[27] A. G. Rodríguez, «Bioeconomía en América Latina y el Caribe», Seminario regional CEPAL. Febrero, 2018. [En línea]. Disponible en: http://conferencias.cepal.org/bioeconomia_AL/ [Accedido: 13-jun-2020]

[28] S. Rovira, J. Patiño y M. Shaper, Ecoinnovación y producción verde, Consumo y producción sostenible. Santiago: Naciones Unidas, 2017.

[29] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). «Economía verde en el contexto del desarrollo sostenible y erradicación de la pobreza: Una perspectiva desde América Latina y el Caribe» 31 de enero al 3 de febrero de 2012.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. XVIII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, Quito: Naciones Unidas, 2012.

[30] H. Fajardo. «La producción más limpia como estrategia ambiental en el marco del desarrollo sostenible». Rev. Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información, vol. 4, nro. 8, pp. 47-59, 2017.

[31] F. Roa et ál. “Hacia Una Producción más Limpia en Latinoamérica a través de la integración de Educación Ambiental, Ingeniería y Administración de Negocios”. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica, s.n., 2016.

[32] H, Dieleman. «Cleaner Production and Innovation Theory. Social Experiments as a Newmodel to Engage in Cleaner Production». Rev. Int. Contam. Ambient, vol. 23, nro.2, pp. 79-94, 2007.

[33] M. D. Zarate, D. R. Zabala y M. I. Mejía. “Diagnosis of level I: “ACERCAR” and II: Promotion of sustainable production and consumption of Business Environmental Management Program in Bogotá D. C.”. Revista Ingeniería y Competitividad, vol. 19, nro. 1, pp. 28-38, 2017.

[34] E. R. Domínguez, M. Gonzales y N. Suppen. «Evaluación técnica, económica y ambiental de la producción más limpia en una empresa de bebidas gaseosas». Tecnología, Ciencia y

Educación, vol. 22, nro. 002, pp. 78-83, julio-diciembre, 2007.

[35] J. Mendoza, L. Gonzales y A. Ruíz. “Tecnologías de producción más limpia: una revisión del estado del arte”. Revista I+D, vol. 7, nro. 1, pp. 29-33, 2016.

[36] O. A. Ávila, S. J. Suárez y S. F. Melo. Evaluation of the Potential Enviromental Impacts generated in the Production of Chicken (Meat) Using the Methodology of Life Cycle Analysis “LCA” y Attributes from Doorto Door. En: 7 th Intenational Worshop DVANCES IN Cleaner Production, Barranquilla, 2018, pp. 1-10.

[37] J. Abad y E. Tapia. «Producción más Limpia (P+L) como estrategia para reducir el consumo energético y de agua en una Planta de Faenamiento de Aves». 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities”, pp. 24-26, julio- 2019.

[38] E. Carrascal y W. Baldeón. «Huella hídrica del pollo de engorde beneficiado en la costa de Lima – Perú». Rev. Producción + Limpia, vol. 13, nro. 1, pp. 106-11, 2018.

[39] A. Fernández, A. R. Betancourt. «Destino sostenible de los residuos generados en las plantas de beneficio avícola». Rev. de Inv. Administración e investigación, vol. 6, nro. 1, pp. 11-22, 2018.

[40] C. Castellini, et ál. «A multicriteria approach for measuring the sustainability of different poultry production systems». Journal of Cleaner Production, nro. 37, pp. 192-201, 2012.

[41] Torres-Espinosa y Tamez-Martínez. «Diagnóstico de la actividad ganadera en el municipio de Ciudad Valles, San Luis Potosí» 2005.

[42] J. Hernández, J. Herrera y L Jácome. «Herramientas de producción más limpia, para el proyecto bovino pie de cría de la UFPSO». Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Revista Colombiana de Tecnología de Avanzada. 2016.

[43] M. Arteaga y C. Pasquali. «Impacto socioambiental de las empresas cárnicas de los Valles del Tuy: percepción comunitaria». Multiciencias, vol. 13, nro., pp. 363-371, octubre-diciembre, 2013.

[44] Comisión de las Comunidades Europeas. «Sexto programa de acción de la comunidad

Europea en materia de medio ambiente. Fomentar un marco para la responsabilidad social empresarial». En: Libro verde. Bruselas. Disponible en: [https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/committees/deve/20020122/com\(2001\)366_es.pdf](https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/committees/deve/20020122/com(2001)366_es.pdf).

[45] D. L. Pérez. «Diagnóstico ambiental de las industrias procesadoras del sector cárnico y sus derivados en Bogotá», Esp. Gerencia Integral de Proyectos, Universidad Nueva Granada, Bogotá, 2016.

[46] L. Ruano, R. Echeverri, H Rodríguez, T Silva & D. Pineda. «Política pública para la promoción de la innovación del sector de alimentos en Colombia». Revista de administración y negocios, 2016.

[47] I. A. Gómez y Z. H. Vianchá. Buenas prácticas agrícolas como alternativa de producción limpia en el proceso productivo de cítricos y mango en el municipio de Viotá (Cundinamarca, Colombia). Rev. Ingeniería Solidaria, vol. 13, nro. 22, pp. 137- 151, mayo, 2017.

[48] IDEAM. Reporte de avance del estudio nacional del agua 2018. Bogotá, D. C.: IDEAM, 2018.

[49] Ministerio de Agricultura y Departamento Administrativo Nacional de Estadística. «Producción limpia de hortalizas, una mejor salud y bienestar». Boletín mensual: Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria, nro. 20, febrero, 2014.

[50] W. R. Olaya-González y L. A. Gómez-Rodríguez, «¿Qué tan verde es tu mercado?». Signo y Pensamiento, nro. 58, pp. 314-324, diciembre, 2010.

[51] Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y Corporación Colombia Internacional (CCI). Mis buenas prácticas agrícolas, Guía para agroempresarios. Bogotá D. C., 2009. [En línea]. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Inocuidad-Agricola/Capacitacion/cartillaBPA.aspx> [Accedido: 20-jun-2020]

[52] A. Chávez & A. Rodríguez. «Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica». Revista Academia & Virtualidad, 2016.

[53] E. M. Chou et ál. «Evaluación de producción más limpia en el proceso de leche y derivados de la soya». Tecnología Química, vol. 38, nro. 2, pp. 428-436, mayo-agosto, 2018.

[54] G. Y. Flórez y P. A. Calderón. «Análisis de beneficios socioambientales por la implementación de estrategias de producción más limpias en el sector agropecuario de la cuenca media del río Chinchiná, Colombia». Acta Agronómica, vol. 63, nro. 3, pp. 193-203, 2014.

[55] N. Khuriyati y D. Kumalasari. “Cleaner Production Strategy for Improving Environmental Performance of Small Scale Cracker Industry”. ScienceDirect, nro. 3, pp. 102-107, 2015.

[56] H. Yuliando et ál. “The Strengthening Factors of Tea Farmer Cooperative: Case of Indonesian Tea Industry”. ScienceDirect, nro. 3, pp. 143-178, 2015.

[57] D. Kurniawati y H. Yuliando. “Productivity Improvement of Small-Scale Medium Enterprises (SMEs) on Food Products: Case at Yogyakarta Province, Indonesia”. Science Direct, nro. 3, pp. 189-194, 2015.

[58] P. Paredes. «Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado». Industrial Data, vol. 17, nro. 2, pp. 72-80, jul-dic, 2014.