

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS “CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ”

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



UNIVERSIDAD
DE CIENFUEGOS

Título. Aplicación de una metodología de Economía Circular en la elaboración del Helado, en la “Empresa de Productos Lácteos Escambray.”

Autora. *Genssy Melissa Díaz León*

Tutores. *Ing. Daylen Yara Font Prieur.*

Ing. Rusmini Díaz

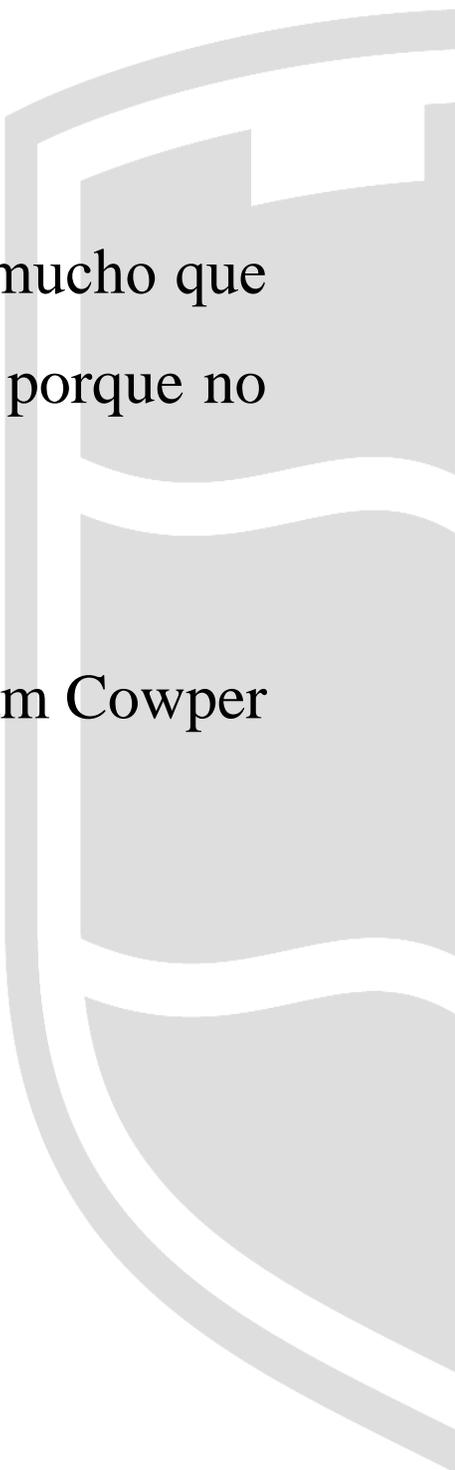
Ing. Leandro Luis Rodríguez Monteagudo.

Diciembre 2023, Cienfuegos

Pensamiento

“El conocimiento es orgulloso por lo mucho que ha aprendido; la sabiduría es humilde porque no sabe más.”

William Cowper



Dedicatoria

Me llena de entusiasmo y placer poder dedicar este proyecto a cada uno de mis seres queridos, muchos no están aquí conmigo pero sé que de una forma u otra me acompañan.

*A **mi mamá**, por siempre estar ahí cuando más la necesito, por ser mi guía en cada laberinto de la vida, por enseñarme cada día a ser más fuerte y enfrentar los problemas como se debe, por sus ánimos, su fuerza y su espíritu de luchadora. Gracias por todo mami.*

*A **mi papá**, por enseñarme que todo se puede siempre que haya sacrificio y empeño, por estar siempre en cada momento de mi vida apoyándome. Gracias por todo papi.*

*A **mi querido esposo**, por acompañarme en toda mi etapa universitaria, por siempre estar ahí para lo que necesite, por cosas de la vida no puedes estar aquí pero este logro también es tuyo.*

Agradecimientos

Es un orgullo para mí tener la familia que tengo y le agradezco cada día por siempre ser tan preocupada y entregada a mí, por cumplir mis caprichos y por siempre apoyarme en todo. Agradezco el poder llegar al cumplimiento de esta meta tan anhelada que es mi título profesional a través de este trabajo de tesis, a todos los que de una forma u otra han estado presentes en estos 4 años ya de largas travesías y de insuperables momentos compartidos.

Agradezco de forma especial a mi extraordinaria tutora Rusmini Díaz, por su optimismo, dedicación y entrega en la realización de esta gran obra. Gracias por regalarme su tiempo y atenderme cada vez que la necesitaba, que fueron muchísimas veces, siempre con la mayor disposición a pesar del esfuerzo que se requiere.

Resumen

La economía circular (EC) se ha introducido en las agendas de política pública y la actividad privada en todos los continentes. Sin embargo, el vínculo entre la economía circular y la empresa aún no ha sido explorado del todo. En dicho contexto, la presente investigación se propone aplicar Economía Circular en la Empresa de Productos Lácteos Escambray. En el trabajo se realiza una revisión actualizada del tema el cual constituye una memoria escrita y una referencia para su estudio. Señala el nivel de profundidad con el cual se busca abordar el objeto de conocimiento. El resultado de la investigación dará una serie de pasos a seguir en investigaciones en esa línea; además constituye un modelo que puede ser empleado en otras investigaciones. La presente investigación permitirá determinar el nivel de eficiencia del proceso de la Economía Circular en la elaboración del Helado, en la Empresa de Productos Lácteos Escambray, lo que posibilitará conocer en cada proceso los indicadores que comprometen la sostenibilidad del área evaluada. Se utilizarán los métodos: Histórico-lógico, inductivo-deductivo, analítico-sintético, estadísticos, comparativo, hipotético-deductivo, revisión de la literatura y análisis de contenido.

ABSTRACT

The circular economy (CE) has been introduced into public policy agendas and private activity on all continents. However, the link between the circular economy and business has not yet been fully explored. In this context, this research aims to apply Circular Economy in the Escambray Dairy Products Company. In the work, an updated review of the topic is carried out, which constitutes a written memory and a reference for its study. It indicates the level of depth with which the object of knowledge is sought to be addressed. The result of the investigation will give a series of steps to follow in investigations along this line; it also constitutes a model that can be used in other research. The present investigation will determine the level of efficiency of the Circular Economy process in the production of Ice Cream, in the Escambray Dairy Products Company, which will make it possible to know in each process the indicators that compromise the sustainability of the evaluated area. The methods will be used. Historical-logical, inductive-deductive, analytical-synthetic, statistical, comparative, hypothetical-deductive, literature review and content analysis.

Índice

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.1. Conceptos asociados a la economía circular	8
1.2. Evolución de la Economía Circular.....	8
1.3. Transición de la Economía Lineal a la Circular.....	10
1.3.1. Antecedentes de una lógica lineal para una situación insostenible	10
1.3.2. Más allá del reciclado. La modernización socio ambiental.....	11
1.4. Economía Circular. Un nuevo enfoque para la creación de valor.	13
1.4.1. Principios en que se apoya la Economía Circular.	13
1.4.2. Características de la Economía Circular.	14
1.4.3. Modelos y Estrategias utilizadas en Economía Circular.	15
1.4.4. Ventajas de la economía circular	23
1.5. Ingeniería Química y Economía Circular	26
1.6. Economía Circular en la industria alimenticia	28
CAPÍTULO II. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA APLICACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS ESCAMBRAY.	31
2.1. Propuesta metodológica para la aplicación de la Economía Circular en la Empresa de Productos Lácteos Escambray.....	31
2.2. Validación teórica del procedimiento mediante el criterio de expertos.	39
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA PROPUESTA	45
Tabla 3.1 Análisis de los datos	45
3.1. Propuestas para la mejora de la gestión de mantenimiento en la Empresa de Productos Lácteos “Escambray”	54
3.1.1. Identificación de los problemas que afectan el desempeño de la Gestión de mantenimiento.....	54
3.1.2. Propuesta del plan de acciones para solucionar los problemas principales.....	56
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	67



INTRODUCCIÓN

La generación de alimentos necesarios para la vida solo es desarrollada en la mayoría de los casos por: la agricultura; la cuál confronta “el desequilibrio desigual y cada vez más profundo entre mundos divididos por números irracionales; donde millones de seres padecen de hambre y desnutrición” (Burgo, Juca & Estrada, 2016); dentro de un entorno cada día más conexo de forma global, que no vislumbra los daños irreversibles, causados al planeta y el continuo desgaste de sus recursos naturales, cada vez más exiguos (Burgo, 2020).

La economía circular se está convirtiendo en uno de los conceptos más importantes en la economía mundial debido a los grandes beneficios medioambientales que presenta. Actualmente la economía circular está siendo implementada en el mundo real en muchos ámbitos y lugares diferentes, y el recorrido que tiene por delante es inmenso.

El objetivo de la economía circular es preservar el valor de los materiales y productos durante el mayor tiempo posible, evitando enviar de regreso a la naturaleza la mayor cantidad de desechos que sea posible y logrando que estos se reintegren al sistema productivo para su reutilización (Deckymn, 2018; Solórzano, 2018; Ellen MacArthur Foundation, 2013). De esta forma, (Zaman, 2010) asume que: se reduce la generación de residuos al mínimo y se cierra su ciclo de vida, de modo tal que los residuos no sean vistos como desechos sino como recursos (de Miguel et al., 2021).

Para Steffen, et al., (2015) el modelo económico lineal, vigente hoy día, consistente en «tomar, hacer, tirar», que confía en la disposición de grandes cantidades baratas y fácilmente accesibles de materiales y energía, además de medios baratos para deshacerse de lo que ya no interesa que ha estado en el corazón del desarrollo industrial y ha generado un nivel de crecimiento sin precedentes, está alcanzando sus límites físicos. Tal modelo no es sostenible (Cerdá & Khalilova, 2016).

Según Graziani, (2018), La economía circular permite ahorrar energía, reducir costos para productores y consumidores, aliviar la presión antrópica frente a los recursos



naturales, fomentar la innovación tecnológica, creatividad y competitividad y crear nuevos empleos y sectores en la economía (Alea, 2020).

La economía circular requiere un cambio de modelo productivo que exige una gestión sostenible de las materias primas, los productos fabricados y los residuos generados, así como un consumo responsable por parte de la sociedad. Esto ayudará a tener ciudades más habitables, una mayor distribución de valor de la economía, el fomento de la innovación, la reducción de la contaminación de ecosistemas marinos y terrestres y de la pérdida de biodiversidad, así como una disminución de los riesgos para la salud humana (Serón, 2020).

De esta manera, los actuales modos productivistas y consumistas deben encarar prioritariamente una transición rápida y justa para dar un «salto disruptivo» desde la clásica economía lineal («tomar-fabricar-consumir-eliminar») hacia una renovada economía circular basada en procesos metabólicos de ciclos cerrados que sean eco eficientes y sostenibles (Serón, 2020).

Hasta hace poco, los debates académicos, los marcos políticos y las iniciativas empresariales tendentes a promover la EC se centraron principalmente en el contexto europeo y chino. No obstante, la situación está cambiando rápidamente a medida que comienzan a realizarse investigaciones nuevas para evaluar la manera en que se harán las transiciones hacia EC en los países en vías de desarrollo (Anaya-Villa panda, 2023).

Estados

Unidostien programas para aceites usados y el reciclado de recipientes para bebidas. En contraposición, en el Pacto Verde Europeo, la UE adoptó un nuevo Plan de Acción para la EC. Entre las cinco áreas prioritarias de ese plan está la reducción de desperdicio alimentario, el uso de la biomasa y productos con base biológica e incluye disposiciones para reducir aranceles de los productos que tienen materiales secundarios y bienes remanufacturados. Luego España aprobó su Estrategia Española de Economía Circular (EEEC o “España Circular 2030”) y Alemania prohibió los plásticos de un solo uso (Anaya-Villa panda, 2023).

Las pequeñas y medianas empresas (PYME) representan el 99% de las industrias de la UE, pero este bloque regional se destaca como epicentro de la EC, evidenciando la importancia de la vinculación de todas las formas de gestión del modelo empresarial de



un país para este objetivo global. La legislación europea, sobretodo de Alemania, y de Japón influyeron en el interés de China por este tema (Anaya-Villalpanda, 2023).

En 2019, la EC cobró un fuerte impulso en América Latina y el Caribe (ALC), al ser una alternativa para un modelo económico más resiliente e inclusivo en estos países, para reducir la pobreza, promover el desarrollo humano y fomentar patrones de consumo sostenibles. Pero en la actualidad, el financiamiento internacional de EC en esta región está limitado principalmente a las actividades de gestión de residuos y reciclaje, elementos del nivel más bajo de la jerarquía de valorización asociada a la EC (Anaya-Villa panda, 2023).

Diseño teórico

Situación problémica

La circularidad ayudaría a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, ya que mediante la modificación de métodos de diseño, producción y consumo permitirían eliminar hasta 9.300 millones de toneladas de CO₂ en 2050, lo que representa casi la mitad de las emisiones provenientes de la producción de bienes. Esto equivale a reducir las emisiones actuales de todo el transporte mundial a cero (de Miguel, et al., 2021).

Jurgilevich et al., (2016) expresan que hoy en día la economía circular está siendo implementada en diversos ámbitos y lugares, con un importante recorrido aún por delante. Concretamente, la industria alimentaria representa uno de los sectores que más necesita una transformación hacia la economía circular, y a la vez, uno en los que será más difícil implementar dicha transformación. Este sector presenta problemas relevantes en las tres etapas de su ciclo de vida lineal. Esto es, en cómo se producen los alimentos, en cómo se consumen y en cómo se administran los excedentes de alimentos y productos de desecho (Priede & Hilliard, 2019).

En contextos de acentuadas limitaciones de recursos, la aplicación del enfoque de economía circular es una alternativa de países en vías de desarrollo. Las dificultades de acceso a fuentes de financiamiento para la adquisición de materias primas, insumos y piezas de repuesto, colocan a la industria **cubana**, en una coyuntura que exige una



cultura de reutilización, revalorización y reciclaje al interior de sus procesos productivos(Espinosa-Rodríguez & Fernández-Capote, 2023).

En este sentido, los documentos fundamentales de la actualización del modelo económico y social cubano¹ (PCC, 2017; 2021) y el modelo utilizado en la gestión de gobierno (Díaz-Canel y Delgado, 2021), reflejan el interés de transformar la empresa estatal mediante la gradual aplicación de la ciencia, la innovación y el concepto de economía circular. Estudios sobre el sector empresarial, la industria y manufactura cubana, reflejan la necesidad de cambios estructurales y culturales profundos, para avanzar en la concepción de economía circular como factor clave y estratégico de competitividad. Recientemente, en consejo de innovación nacional fue analizada por el comité de expertos y en presencia del Presidente de la República, compañero Miguel Mario Díaz-Canel Bermúdez, la necesidad de avanzar en la elaboración de la estrategia nacional para la aplicación de economía circular en el país. Lo que apunta a la transversalización de este enfoque en todos los ámbitos de gestión y la incorporación de la industria cubana del plástico a esta filosofía de finales del siglo pasado(Espinosa-Rodríguez & Fernández-Capote, 2023).

La economía circular no es una alternativa, sino una necesidad, lo cual entraña un cambio en el modelo de consumo que no sólo afecta al tipo de productos que consumimos, sino al modo en que los consumimos. Es necesario incorporar la aplicación de la Economía Circular en la elaboración del Helado, en la Empresa de Productos Lácteos Escambray, como una nueva forma organizativa de producción.

El análisis de 160 artículos sobre EC, reveló críticas a la investigación sobre el tema porque: faltan investigaciones sobre EC; gran parte de ellas tienen tamaño de muestra pequeña; la mayoría se centra en industrias de fabricación; hay un sesgo significativo en la literatura hacia las economías más desarrolladas y la literatura que existe carece de consejos prácticos.

Se realizó una búsqueda de artículos científico sobre el tema y se consultaron de otras fuentes de información en los últimos cinco años. Con los artículos seleccionados, se evidenció pocos estudios sobre la EC en el municipio de Cienfuegos, además, se notó que no hay suficiente conocimiento en todos los eslabones de la cadena alimentaria respecto a la innovación para la EC en la Empresa de Productos Lácteos Escambray.



Problema científico

La no existencia de un diagnóstico desde la perspectiva de la Economía Circular en la “Empresa de Productos Lácteos Escambray” conduce al desarrollo de malas prácticas y por consiguiente un mal manejo en la gestión de productos y procesos.

Hipótesis

La aplicación de un diagnóstico desde la perspectiva de la Economía Circular en la “Empresa de Productos Lácteos Escambray” permitirá una mayor eficiencia en su producción.

Objetivo general

Aplicar una metodología de Economía Circular en la en la “Empresa de Productos Lácteos Escambray”.

Objetivos específicos

1. Establecer los fundamentos teóricos que sustentan la investigación desde la perspectiva de la Economía Circular.
2. Realizar un diagnóstico de circularidad en la Empresa de Productos Lácteos Escambray.
3. Proponer una metodología propia para la medición de la Economía Circular en la Empresa de Productos Lácteos Escambray.
4. Presentar un plan de mejora para su implantación que contribuya al desarrollo empresarial de la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Justificación del estudio

Justificación Teórica

En el trabajo se realiza una revisión actualizada del tema el cual constituye una memoria escrita y una referencia para su estudio. Los modelos que se abordan, serán objeto de intervención individual o colectiva según sus resultados. El conocimiento científico lleva a la solución de problemas de la sociedad que no han sido investigados. Todo ello incidirá en el mejoramiento del conocimiento científico, del cual se amplía el modelo teórico.



Justificación Metodológica

Señala el nivel de profundidad con el cual se busca abordar el objeto de conocimiento. El resultado de la investigación dará una serie de pasos a seguir en investigaciones en esa línea; además constituye un modelo que puede ser empleado en otras investigaciones.

Justificación Práctica

La presente investigación permitirá determinar el nivel de eficiencia del proceso de la Economía Circular en la elaboración del Helado, en la Empresa de Productos Lácteos Escambray, lo que posibilitará conocer en cada proceso los indicadores que comprometen la sostenibilidad del área evaluada.

Diseño metodológico de la investigación

Métodos científicos

- Histórico-lógico: para entender por lo histórico al conocimiento de las distintas etapas de los objetos en su sucesión cronológica, resaltando que para conocer la evolución y desarrollo de un objeto o proceso es necesario revelar su historia, las etapas principales de su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales que le son propias, tratando así de comprender el movimiento histórico tendencial que lo caracteriza en toda su riqueza (López-Falcón & Ramos Serpa, 2021, p. 25).
- Inductivo-deductivo: para pasar del conocimiento de casos particulares a un conocimiento más general, que refleja lo que hay de común en los fenómenos individuales (López-Falcón & Ramos Serpa, 2021, p. 24).
- Analítico-sintético: para descomponer lo complejo en sus partes y cualidades, permitiendo la división mental del todo en sus múltiples relaciones; y descubrir las relaciones y características generales entre ellas, lo cual se produce sobre la base de los resultados del análisis (López-Falcón & Ramos Serpa, 2021, p. 24).
- Comparativo: Para encontrar diferencias o similitudes, entre dos o más métodos, con el objetivo de hallar soluciones a problemas futuros con los conocimientos adquiridos.
- Método hipotético-deductivo: para la formulación de una hipótesis inferida por principios o por leyes, teorías o datos empíricos, y a partir de ella, seguir las reglas



lógicas de la deducción para comprobar la veracidad de la hipótesis (López-Falcón & Ramos Serpa, 2021, p. 25).

- Revisión de la literatura: permite identificar, seleccionar y organizar la información del documento escrito.
- Análisis de contenido: Para establecer las ideas principales, ubicarse en un contexto, con el objetivo de generar categorías de análisis.



CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Conceptos asociados a la economía circular

Existen varias definiciones de Economía Circular, establecidas por diferentes organizaciones, como la Fundación EllenMc Arthur, o diferentes comisiones gubernamentales (Kirchherr y col., 2017; Wautelet, 2018.). Todas ellas coinciden en que se trata de un modelo económico alternativo a la economía lineal (basado en la extracción, uso y descarte) fomentando las actividades de regeneración, reducción, reciclaje y reutilización en el proceso productivo, permitiendo la obtención y reutilización de materiales en múltiples ciclos simulando los ciclos biológicos (Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado (AUIP), 2021).

Una economía circular es una alternativa atractiva y viable que en el ámbito empresarial ya se ha empezado a explorar (Cerdá & Khalilova, 2016).

Desde la perspectiva de diversos autores como: (Deckymn, 2018; Solórzano, 2018; Ellen MacArthur Foundation, 2013), la economía circular consiste en preservar el valor de los materiales y productos durante el mayor tiempo posible, evitando enviar de regreso a la naturaleza la mayor cantidad de desechos que sea posible y logrando que estos se reintegren al sistema productivo para su reutilización (de Miguel et al., 2021).

1.2. Evolución de la Economía Circular.

El origen de la economía circular no se remonta a una única fecha o un único autor, aunque fue a finales de los años 70 cuando cobró impulso, gracias a académicos, líderes de opinión y empresas que llevaron su aplicación práctica a sistemas económicos modernos y a procesos industriales (Serón, 2020).

Esta economía circular no es una nueva economía y no es tan novedosa como se dice actualmente, dado que se asienta en fundamentos planteados hace más de medio siglo, con las germinales y tempranas ideas de Kenneth Boulding (1966), con su elocuente metáfora del «Navío espacial Tierra» y de la «economía del astronauta», y la consideración de las leyes termodinámicas en el proceso económico de Georgescu-Roegen (1971) (Serón, 2020).



Los análisis basados en los flujos metabólicos de materia y energía atendiendo a las leyes termodinámicas son de un gran interés para considerar el funcionamiento del subsistema económico insertado en el ecosistema global, visualizando las corrientes de recursos y residuos del «aparato digestivo», que se acopla al «aparato circulatorio» del circuito monetario y del flujo de la renta (Jiménez Herrero, 1982). Emergen así las modernas teorías económicas del medio ambiente, con las diferenciadas corrientes de la Economía Ambiental y de la Economía Ecológica, donde se destacan especialmente las asociadas al análisis del metabolismo industrial y los flujos de materia y energía («eco-balances»)(Serón, 2020).

Adicionalmente, los análisis vinculados con la producción limpia, la eco eficiencia, la eco-innovación, el diseño regenerativo y la filosofía del ciclo de vida de la «cuna a la cuna» se han sumado a la perspectiva aportada por la Biomímesis («imitación de la naturaleza») y la Ecología Industrial (Simbiosis Industrial), que han sido muy relevantes en la confección de las actuales teorías de la circularidad económica(Serón, 2020).

El término “economía circular” fue utilizado por primera vez en la literatura occidental en 1980 (Pearce y Turner 1990), para describir un sistema cerrado de las interacciones entre economía medio ambiente. (Paño, 2021) apunta que actualmente se vincula a otros términos como economía verde, economía ecológica, economía funcional, economía basada en los recursos y economía azul, instalados en el mundo académico y político para describir el desarrollo armónico con el medio ambiente y los recursos naturales limitados, asumiendo la sostenibilidad como aspecto central(Espinosa-Rodríguez & Fernández-Capote, 2023).

En el año 2015 han visto la luz importantes contribuciones sobre economía circular, entre las que destacamos las siguientes: los libros de Webster y de Lacy y Rutqvist, los trabajos de EMF y McKinsey y de Wijkmany Skanberg (auspiciado por el Club de Roma), referidos a la Unión Europea (UE), y de U.S. Chamber of Commerce Foundation, centrado en los Estados Unidos. Además, en diciembre de 2015 la Comisión Europea publicó el Plan de Acción de la UE para la economía circular(Cerdá & Khalilova, 2016).

1.2 Contribución y beneficios de la Economía circular al desarrollo sostenible.



1.3. Transición de la Economía Lineal a la Circular.

1.3.1. Antecedentes de una lógica lineal para una situación insostenible

La reciente y corta historia de la actual economía circular puede situarse en el contexto más reciente de la crisis socioeconómica iniciada en 2008 y entroncada con la larga crisis ambiental más visibilizada ahora por el cambio climático. Cuando el modelo económico lineal refleja más claramente sus debilidades, ineficiencias y derroches es en un contexto recesivo, de tal manera que el sistema productivo ha tenido que adoptar modos de ahorrar y re aprovechar los materiales y los recursos mediante prácticas de fabricación eco-innovadoras y sostenibles. «Lo que antes se veía como una solución alternativa o ecológica, ahora es una oportunidad socioeconómica: eficiente y generadora de nuevos yacimientos de empleo». Pero, existen muchos factores que desencadenan la inconsistencia e insostenibilidad de los modelos lineales convencionales (Serón, 2020).

El vigente patrón lineal-unidireccional de producción y consumo adolece de la falta de visión ambiental de los circuitos de interconexión entre las materias primas, los bienes producidos y consumidos y los residuos generados. Más aún, el modelo de economía lineal presenta claros síntomas de agotamiento, de acuerdo con los datos. La humanidad provoca una «huella ecológica» global equivalente a la utilización de 1,7 planetas Tierra (WWF, 2018). Según datos de Naciones Unidas y del Banco Mundial (2018), la «huella material», que refleja el consumo mundial de recursos materiales, crece por encima de la población y del PIB. El consumo de materiales ya supera actualmente los 100.000 millones de toneladas anuales y se ha duplicado desde el año 2000. Para el año 2060 se estima que se vuelva a duplicar, llegando a 190.000 millones de toneladas. Los residuos generados en el mundo superan los dos mil millones de toneladas y para mediados de siglo esta cantidad se duplicará ampliamente. Mientras, según la FAO (2019), se desperdicia el 30% de alimentos que se produce a nivel mundial (Serón, 2020).

La teoría económica predominante durante las últimas décadas no ha permitido, con su sesgada visión «economicista-mercantilista», considerar en toda su amplitud la dimensión ambiental y las funciones esenciales del entorno como suministrador de recursos (fuentes) y servicios eco sistémicos, soporte físico de



actividades y receptor final de los desechos producidos (sumideros), definiendo, así, un proceso económico inconsistente con la dinámica interconectada de los flujos materiales y energéticos, lo que también es incoherente con la propia lógica del mundo viviente, donde no existen residuos (Jiménez Herrero, 2017 y Serón, 2020).

La lógica que sustenta el sistema económico, que se dirige obcecadamente a la maximización de la producción, del consumo y del beneficio, es equivocada porque se basa en la presunta disponibilidad permanente de grandes cantidades de energía y recursos naturales-materiales, relativamente baratos y de fácil acceso, así como en una supuesta capacidad de carga ilimitada del medio ambiente para absorber los desechos y las emisiones (Serón, 2020).

Asimismo, las políticas de protección del medio ambiente, hasta ahora, han sido principalmente correctivas («de final de tubería») y han estado más centradas en dar solución al problema de la contaminación y los desechos que en disminuir el consumo de recursos naturales. Y, además, a ello se suman las visiones parcelarias sobre las formas de pensar y de hacer, mayormente basadas en las «estructuras de silos», que han venido prevaleciendo en la academia, las empresas y las administraciones, todo lo cual ha impedido una visión de conjunto más sistémica y a largo plazo (Serón, 2020).

La Economía Circular se presenta ahora como una alternativa innovadora al modelo lineal. La idea-fuerza es redefinir un sistema económico esencialmente regenerativo a base de mantener los productos, componentes y materiales en su nivel más alto de utilidad y valor, bajo el principio de eliminar el despilfarro y no destruir innecesariamente los recursos para conservar el capital natural (Serón, 2020).

1.3.2. Más allá del reciclado. La modernización socio ambiental

La Economía Circular tiene como objetivo que “el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible y en la que se reduzca al mínimo la generación de residuos”, frente al anterior de producir-usar y tirar (Meseguer, 2020).

La misión de la EC es la eliminación de desechos, la optimización del rendimiento de los recursos y la disminución de las emisiones de GEI. Para ello, este modelo se nutre de energías renovables, potencia la innovación de productos, procesos y modelos de



negocio para diseñar políticas de reparación, reutilización y reciclaje, internaliza las externalidades y reduce la extracción y consumo de materias primas(Poza, 2021).

Desde una perspectiva optimista, el uso circular de materiales y cerrar más los ciclos de vida de los productos en toda la cadena de valor supone, simultáneamente, mayor eficacia ecológica, eficiencia económica y rentabilidad socioeconómica. De esta manera, según datos de la CE, la prevención de residuos, el diseño ecológico, la reutilización y medidas similares podrían aportar a las empresas de la UE un ahorro neto de 600.000 millones EUR, o el 8 % del volumen de negocios anual(Serón, 2020).

El reciclaje, entendido en sentido amplio, ofrece una oportunidad de gestión de los residuos de éxito rápido, asegurando un menor impacto ambiental en comparación con la producción de materiales vírgenes. Pero una excesiva obsesión por el reciclaje, como solución a la problemática de los desechos, tal como se ha venido produciendo en las políticas tradicionales, corre el riesgo de desembocar en un fallo estructural del sistema económico a medio plazo. Porque no es necesario esperar hasta el final de los procesos productivos-consuntivos para corregir los efectos indeseables de los impactos socio ambientales generados. Pero la sociedad tampoco puede escudarse en una solución «tranquilizadora» frente a una solución definitiva basada en la reducción del consumo material(Serón, 2020).

El nuevo modelo cíclico es mucho más ambicioso que un uso eficiente de los recursos y una minimización de los desechos y de las emisiones nocivas en base a un «súper-reciclado». La opción de «máxima circularidad», para convertir la mayor parte posible de residuos en nuevos recursos que realimenten el proceso económico, supone ampliar las clásicas y famosas tres «R s» (de reducir, reutilizar, reciclar) con una «R-Tipología» ampliada que incluye nuevas funciones del tratamiento circular de los materiales, productos y servicios. Ciertamente, para abordar las primeras fases de la transformación circular se requiere romper la «linealidad viciosa» en favor de una «circularidad virtuosa» de los bienes producidos, consumidos y reincorporados al sistema. Pero la nueva economía de ciclos cerrados aspira a provocar un cambio sistémico para afrontar la crisis ambiental y transformar los modos de producción y consumo de forma más sostenible a largo plazo, con la potencialidad de hacerlo de



forma mutuamente beneficiosa, tanto para el medio ambiente como para la economía y la sociedad(Serón, 2020).

Con este planteamiento, se modifican sustancialmente los enfoques de las políticas de gestión ambiental. Una de las primeras cuestiones para enfrentar el cambio circular es superar el predominio del enfoque de gestión de tratamiento de «final de tubería», recomendado por las clásicas políticas ambientales, mayormente reactivas y correctivas, que son inherentes al propio modelo económico lineal. El nuevo enfoque es integrador, a fin de reconsiderar la prevención en origen, el diseño ecológico y la eco eficiencia y la ecoeficacia a lo largo de toda la cadena de valor. Pero también se modifica la lógica del tratamiento con la «jerarquía de residuos», la cual establece la prevención como opción prioritaria, seguida de la reutilización, el reciclado, la valorización energética y la eliminación, como última opción(Serón, 2020).

1.4. Economía Circular. Un nuevo enfoque para la creación de valor.

1.4.1. Principios en que se apoya la Economía Circular.

Principio 1. Preservar y aumentar el capital natural, controlando los stocks finitos y equilibrando los flujos de recursos renovables(Cerdá & Khalilova, 2016).

Cuando se necesitan recursos, el sistema circular los selecciona sabiamente y elige tecnologías y procesos que utilizan recursos renovables o del más alto rendimiento, siempre que sea posible. Una economía circular también aumenta el capital natural fomentando flujos de nutrientes en el sistema y creando las condiciones para la regeneración del suelo(Cerdá & Khalilova, 2016).

Principio 2. Optimizar el rendimiento de los recursos, circulando siempre productos, componentes y materiales en su nivel más alto de utilidad, en los ciclos técnico y biológico(Cerdá & Khalilova, 2016).

Lo expresado anteriormente significa diseñar para reelaborar, renovar y reciclar para mantener circulando en la economía los materiales y componentes, y contribuyendo a la misma. Los sistemas circulares utilizan bucles internos más ajustados siempre que sea posible(es decir, mantenimiento mejor que reciclaje), preservando la energía incorporada, así como otros valores. Estos sistemas procuran extender más la vida del producto y optimizar la reutilización. El hecho de compartir incrementa la utilización del producto(Cerdá & Khalilova, 2016).



Principio 3. Promover la efectividad del sistema, haciendo patentes y proyectando eliminar las externalidades negativas(Cerdá & Khalilova, 2016).

Ello incluye reducir el daño causado a sistemas y áreas que afectan a las personas, tales como alimentos, movilidad, casas, educación, sanidad o entretenimiento, y gestionar externalidades tales como la contaminación del aire, el agua, la tierra, y el ruido, las emisiones de sustancias tóxicas y el cambio climático(Cerdá & Khalilova, 2016).

1.4.2. Características de la Economía Circular.

De acuerdo con el concepto y los principios que se han definido, podemos señalar, según (Cerdá & Khalilova, 2016) las siguientes características clave de una economía circular .

- Reducción de insumos y menor utilización de recursos naturales:
 - ✓ Explotación minimizada y optimizada de materias primas, aunque proporcionando más valor con menos materiales.
 - ✓ Reducción de la dependencia de las importaciones de recursos naturales.
 - ✓ Utilización eficiente de todos los recursos naturales.
 - ✓ Minimización del consumo total de agua y energía.
- Compartir en mayor medida la energía y los recursos renovables y reciclables:
 - ✓ Reemplazar los recursos no renovables por renovables con niveles sostenibles de oferta.
 - ✓ Mayor proporción de materiales reciclables y reciclados que puedan reemplazar a materiales vírgenes.
 - ✓ Cierre de bucles materiales.
 - ✓ Extraer las materias primas de manera sostenible.
- Reducción de emisiones:
 - ✓ Reducción de emisiones a lo largo de todo el ciclo material, a través del uso de menor cantidad de materias primas y obtención sostenible de las mismas.
 - ✓ Menor contaminación a través de ciclos materiales limpios.
- Disminuir las pérdidas de materiales y de los residuos:
 - ✓ Minimizar la acumulación de desechos.
 - ✓ Limitar, y tratar de minimizar, la cantidad de residuos incinerados y vertidos.



- ✓ Minimizar las pérdidas por disipación de recursos que tienen valor.
- Mantener el valor de productos, componentes y materiales en la economía:
 - ✓ Extender la vida útil de los productos, manteniendo el valor de los productos en uso.
 - ✓ Reutilizar los componentes.
 - ✓ Preservar el valor de los materiales en la economía, a través de reciclaje de alta calidad.

1.4.3. Modelos y Estrategias utilizadas en Economía Circular.

Modelos innovadores de negocio

La economía circular describe la recuperación de los productos que son obtenidos de manera tradicional para reutilizar los y revalorizarlos ya sea en su mismo valor de uso o en uno alternativo, de manera más sustentable y con una disminución de los costos productivos. La circularidad, implica etapas de eco diseño, producción/reelaboración, distribución, consumo, reparación - reutilización y reciclaje, diferente a la tradicional linealidad económica de uso, producción, distribución, consumo y desecho de recursos (Antúnez et al., 2021; Piloto y Ruíz, 2022).

Esto explica que se sistematicen modelos de las llamadas “Rs”, que pueden oscilar en número según las condiciones de aplicación, desde “4 Rs” (reducir, reutilizar, reparar y reciclar) hasta “9 Rs” o más (reducir, rechazar, recuperar, reciclar, rediseñar, re manufacturar, restaurar, reparar y reutilizar). Sin embargo, Piloto y Ruíz, (2022) señala que lo esencial a este concepto es la incorporación del eco diseño encada una de las etapas del proceso productivo, garantizando la reducción de impactos ambientales adversos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto o servicio(Espinosa-Rodríguez & Fernández-Capote, 2023).

En el 2013, la revista Fast Company destaca los siguientes cinco modelos de negocio que están contribuyendo a hacer de la economía circular una realidad en el mundo de los negocios:

Sistemas productos-servicios. Un sistema productos-servicios consiste en una mezcla de productos tangibles y servicios intangibles, diseñados y combinados de manera que, conjuntamente, sean capaces de satisfacer las necesidades finales del consumidor. Este concepto, según Tukker y Tischner, (2006), se apoya en dos pilares:



(i) se toma la funcionalidad o satisfacción que el usuario quiera alcanzar como punto de partida del desarrollo del negocio (en lugar de la propiedad del producto como forma de satisfacer la necesidad), (ii) se elabora el sistema de negocio que proporciona tal funcionalidad con una mentalidad de «terreno no urbanizado», en lugar de tomar como dadas e inamovibles las estructuras y rutinas existentes y la posición de la propia empresa(Cerdá & Khalilova, 2016).

Existen diferentes tipos de sistemas productos-servicios, según (Tukker y Tischner, 2006):

a) servicios orientados al producto, que simplemente añaden servicios, tales como acuerdos para mantenimiento o devoluciones, al sistema de producto existente; b) servicios orientados al uso, como arrendamiento, uso compartido o utilización en grupo; c) servicios orientados al resultado, que proporcionan resultados concretos, como por ejemplo la creación de un ambiente agradable en la oficina(Cerdá & Khalilova, 2016).

Por ejemplo, Vodafone lanzó en noviembre de 2012 elRed – Hot Plan que consiste en alquilar el último modelo de teléfono móvil por un año, pagando una determinada cantidad cada mes. De esta manera, cada año el cliente puede seguir cambiando el teléfono por una nueva versión. De esta forma, Vodafone está comprometida a recoger el teléfono usado y además crea relaciones más profundas y duraderas con sus clientes. El cliente siempre tiene su teléfono para su uso, aunque nunca es de su propiedad(Cerdá & Khalilova, 2016).

Segunda vida de materiales y productos. La segunda vida de materiales y productos funciona cuando una compañía puede recuperar y reacondicionar, de manera eficiente, sus productos después de su uso, y entonces poner los mismos productos en el mercado para obtener de esta manera un segundo o tercer ingreso(Cerdá & Khalilova, 2016).

Por ejemplo, Tata Motors Assured es una marca (dedicada a coches de segunda mano) de Tata MotorsLimited, la mayor compañía de coches de India. Los coches son cuidadosamente seleccionados y renovados en los talleres de Tata, pasando después por un proceso de certificación. A los clientes incluso se les ofrecen opciones de financiación y garantía(Cerdá & Khalilova, 2016).



Transformación de producto. No todos los productos pueden ser reacondicionados en su totalidad, pero la mayor parte de productos tiene ciertos componentes que tienen un alto valor. Los materiales (más que los productos) tienen a menudo un componente incrustado de energía que los hace incluso más valiosos que sus fuentes vírgenes. Con el diseño adecuado y capacidades de reelaboración, pueden ser puestos juntos para formar nuevos productos. En eso consiste la transformación de producto (Cerdá & Khalilova, 2016).

Por ejemplo, en BMW ciertos clientes pueden ahorrar un 50% en costes por compra de partes reelaboradas, en comparación con las correspondientes nuevas. El cliente puede tener exactamente las mismas especificaciones de calidad de una parte nueva BMW y estar sujeto a la misma garantía de 24 meses (Cerdá & Khalilova, 2016).

Reciclaje 2.0. La innovación en tecnología de reciclaje (Reciclaje 2.0) está evolucionando rápidamente y hace posible la producción de bienes de alta calidad con resultados fantásticos en cuanto a sostenibilidad (Cerdá & Khalilova, 2016).

Por ejemplo, Starbucks está actualmente tratando de pasar de miles de toneladas de sus restos de comida y posos de café a productos de uso diario, utilizando bacterias para generar ácido succínico, que puede ser usado en una gama de productos como detergentes, bioplásticos o medicamentos (Cerdá & Khalilova, 2016).

Consumo colaborativo. El consumo colaborativo (economía colaborativa) se define como una interacción entre dos o más personas, a través de medios digitalizados o no, que satisface una necesidad real o potencial de alguna (o algunas) de ellas (Cerdá & Khalilova, 2016).

El término fue acuñado por primera vez por Ray Algaren un artículo publicado en el boletín Leisure Report en el año 2007, pero comenzó a popularizarse con la publicación del libro de Bostman y Rogers en 2010. Estos autores señalan que los cuatro factores clave que impulsaron al consumo colaborativo fueron los siguientes: 1) una creencia renovada en la importancia de la comunidad, 2) un torrente de redes sociales de igual a igual con tecnologías en tiempo real, 3) presión por problemas ambientales no resueltos, 4) una recesión económica mundial (Cerdá & Khalilova, 2016).

Se distinguen tres sistemas de consumo colaborativo: 1) mercados de redistribución, cuando se toma un artículo usado que tenía dueño y se pasa de un dueño al que no es



necesario a otro lugar o a otra persona donde si lo es, pero sin que se tenga que poseer el producto, 2) estilo de vida colaborativo: intercambio de recursos como dinero, habilidades y tiempo, 3) servicio de producto: pagar por el beneficio del producto(Cerdá & Khalilova, 2016).

Las plataformas digitales establecen un marco en el que los usuarios pueden interactuar entre ellos en la misma plataforma. Los usuarios seleccionan el rol que desean en cada momento, o varios roles simultáneamente (por ejemplo, vendedor y comprador) en un sistema abierto y dinámico. Normalmente existe un sistema de evaluación entre usuarios mediante el cual adquieren una reputación y con ella la confianza necesaria para seguir llevando a cabo la actividad que desean. Cuanto mayor sea el número de usuarios que exista en la plataforma digital mayor valor tendrá la misma, los usuarios tendrán más posibilidades de elección desarrollo, serán mejor evaluados, y la confianza estará más contrastada(Cerdá & Khalilova, 2016).

Ejemplos:

Airbnb es un servicio online que pone en relación agente que busca alquileres vacacionales con anfitriones que acogen y tienen espacio. Hoy día tiene más de 200.000 entradas en más de 191 países y más de 26.000 ciudades(Cerdá & Khalilova, 2016).

ThredUP permite conseguir ropa para niños como nueva a partir de familias a cuyos niños se les ha quedado pequeña la ropa al crecer(Cerdá & Khalilova, 2016).

Peerby es una plataforma online que pone en relación a personas con necesidad temporal de un objeto específico con otra que lo tiene y está dispuesta a prestarlo sin cobrarle por ello. Desde que empezó en el año 2011 Peerby ha hecho posible la transacción mediante préstamo de 300.000 transacciones entre sus 100.000 miembros(Cerdá & Khalilova, 2016).

Estrategias utilizadas en Economía Circular

En el ámbito de la transición hacia la economía circular, las opciones estratégicas se podrían agrupar en dos grandes bloques: 1) Las acciones de circularidad en el ciclo recursos-residuos, incidiendo en los temas prioritarios, que se relacionan principalmente con el reciclaje y el tratamiento de desechos. Éste es un planteamiento de reconversión a corto y medio plazo. 2) Los procesos de transición circular a efectos de lograr un



menor consumo de recursos naturales, menos efectos ambientales y un mejor desarrollo socioeconómico, con generación de empleo sostenible. Por su parte, este planteamiento obedece a una visión de cambio sistémico a más largo plazo (Serón, 2020).

Implementación de la economía circular en el mundo

Ghisellini et al. (2016) hacen una revisión de los artículos sobre economía circular, publicados entre los años 2004 y 2014, a través de las bases de datos de la Web of Science y de Sciencedirect, obteniendo un total de 1031 artículos. De ellos seleccionaron los 155 artículos más representativos, a partir del contenido de los resúmenes, teniendo en cuenta también el área geográfica. Los casos de estudio, clasificados por proximidad geográfica, que aparecen en la muestra seleccionada se reparten por países de la siguiente forma: China 41, Unión Europea 20, Australia 6, Estados Unidos 5, Canadá 4, Corea 3, Japón 3, India 2, Nueva Zelanda 1, Egipto 1, Sudáfrica 1, Argentina 1 y Brasil 1 (Cerdá & Khalilova, 2016).

Tal como señalan Ghisellini, et al., (2016), la economía circular en China y en el resto del mundo parecen seguir patrones muy diferentes. La economía circular en China es un resultado directo de una estrategia política nacional, por tanto, se trata de un enfoque de arriba-abajo, y su implementación se estructura siguiendo tanto un enfoque horizontal como vertical. Este enfoque de arriba-abajo de la estrategia nacional china también se refleja en los instrumentos utilizados, que son fundamentalmente de comando y control, más que basados en el mercado, tal como sucede en Europa, Japón y Estados Unidos (Cerdá & Khalilova, 2016).

La transición hacia la economía circular en Europa, fundamentalmente parece que se produce como un enfoque de abajo-arriba, es decir, desde la sociedad civil, ONG, organizaciones ecologistas, etc. Todos estos actores económicos demandan productos más ecológicos, así como una normativa adecuada que trata de implicar tanto a las compañías privadas como a las autoridades. En Japón, la transición hacia la economía circular está caracterizada por una amplia y cercana colaboración entre la sociedad civil, los productores y el sector público (Cerdá & Khalilova, 2016).

En Australia, el gobierno del estado de New South Wales ha puesto en marcha en el año 2014 un programa sobre Ecología Industrial, que se inspira en el Programa Nacional de



Simbiosis Industrial del Reino Unido. El Programa tiene como objetivo desarrollar sinergias entre industrias similares para identificar reutilización de residuos y proyectos de reciclaje, aumentar la eficiencia ahorrar dinero reduciendo la cantidad de residuos que se deposita en vertederos. A partir de esa iniciativa se ha creado el Australian Industrial Ecology Network(AIEN)(Cerdá & Khalilova, 2016).

Estados Unidos no tiene ninguna iniciativa política sobre economía circular a nivel federal, a pesar de regulaciones pasadas muy importantes, tales como la ley de conservación y recuperación de recursos de 1976o la ley de prevención de la contaminación de 1990(Cerdá & Khalilova, 2016).

A nivel de estado, la mayor parte de ellos han adoptado desde los años 1980 una jerarquía sobre gestión de residuos en la que la reducción y la reutilización están en la parte superior de la jerarquía. Según Ghisellini, et al., (2016)han sido implementados planes para aceites usados, prohibición selectiva de vertido de materiales especiales, leyes de contenido mínimo, leyes de etiquetado, reciclado de recipientes para bebidas, entre otros(Cerdá & Khalilova, 2016).

Plan de acción de la unión europea para la economía circular

En diciembre de 2015 la Unión Europea publicó la comunicación de la Comisión Europea, titulada «Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular».El plan de acción se centra en medidas a escala de la UE con un elevado valor añadido. Como señala el documento, hacer realidad la economía circular exige un compromiso a largo plazo a todos los niveles, desde los Estados miembros a las regiones y las ciudades, pasando por las empresas y los ciudadanos.

Tras la introducción, el documento contiene los ocho apartados siguientes: 1) Producción. 2) Consumo. 3) Gestión de residuos. 4) Impulso del mercado de materias primas secundarias y de la reutilización del agua. 5) Áreas prioritarias: plásticos, residuos alimentarios, materias primas críticas, construcción/demolición y biomasa/bioproductos. 6) Innovación, inversión y otras medidas horizontales. 7) Seguimiento de los avances hacia una economía circular. 8) Conclusión(Cerdá & Khalilova, 2016).

En el apartado referente a producción se distingue entre la fase de diseño del producto y la de proceso de producción. Un mejor diseño puede hacer que los productos sean



más duraderos o más fáciles de reparar, actualizar o reelaborar, pudiendo también ayudar a los recicladores a desmontar los productos a fin de recuperar componentes y materiales valiosos. Las actuales señales del mercado parecen insuficientes para que ello sea posible, debido a que no coinciden los intereses de los productores, de los usuarios y de los recicladores, por lo que es esencial ofrecer incentivos para la mejora del diseño de los productos, al tiempo que se preserva el mercado interior y la competencia, y se promueve la innovación. Se da especial importancia a los productos eléctricos y electrónicos. En los procesos de producción preocupa el uso ineficiente de los recursos, y se señala la creación por parte de la Comisión del Centro Europeo de Excelencia sobre Utilización Eficiente de los Recursos. Por último, se comenta la importancia

de promover la innovación en los procesos industriales (Cerdá & Khalilova, 2016).

En cuanto a consumo, cabe destacar los siguientes aspectos: a) Puesto que el precio es un factor clave que afecta a las decisiones de compra, tanto en la cadena de valor como para los consumidores finales, sea lícito a los Estados miembros a ofrecer incentivos y a usar instrumentos económicos como, por ejemplo, la fiscalidad para garantizar que los precios reflejen mejor los costes ambientales de los productos. b) La Comisión está estudiando los posibles usos de la huella ambiental de los productos para medir y comunicar información medioambiental. c) Se actuará para detectar las prácticas de obsolescencia programada y decidir cómo hacerles frente. d) Emprender acciones para reducir la cantidad de residuos domésticos. e) Adopción de medidas sobre la contratación pública ecológica. f) La Comisión apoya a los modelos de consumo y las nuevas empresas que se han creado en torno al consumo colaborativo mediante Horizonte2020 y a través de los fondos de la política de cohesión (Cerdá & Khalilova, 2016).

La manera de recoger y gestionar los residuos puede dar lugar a altas tasas de reciclado y a que los materiales valiosos retornen a la economía, o por el contrario a un sistema ineficaz en el que la mayor parte de los residuos reciclables termina en vertederos o se incinera, lo que implica efectos potencialmente perjudiciales para el medio ambiente e importantes pérdidas económicas. Para lograr un alto nivel de recuperación de materiales es fundamental enviar señales a largo plazo a las



autoridades públicas, empresas e inversores y establecer las condiciones adecuadas a escala de la UE, en particular, aplicando de forma coherente las obligaciones existentes. Todos los residuos deben tenerse en cuenta, ya sean generados por los hogares, las empresas, la industria, la minería o el sector de la construcción. La Comisión está formulando nuevas propuestas legislativas sobre residuos encaminadas a

plantear una visión a largo plazo con el fin de aumentar el reciclado y reducir el depósito de residuos en vertederos. Se anima a que se haga un mayor uso de instrumentos económicos para garantizar la coherencia con la jerarquía de residuos de la UE (Cerdá & Khalilova, 2016).

En cuanto a materias primas, en una economía circular, los materiales que pueden reciclarse se reinvierten en la economía como nuevas materias primas, aumentando así la seguridad de suministro. Actualmente, las materias primas secundarias todavía representan una pequeña proporción de los materiales utilizados en la UE, con algunas excepciones como el papel o el acero. Uno de los obstáculos que se enfrentan los operadores que desean utilizar materias primas secundarias es la incertidumbre sobre la calidad de las mismas. La Comisión iniciará los trabajos necesarios sobre las normas de calidad a escala de la UE relativas a las materias primas secundarias cuando proceda y consultará a los sectores afectados. Por otra parte, la Comisión adoptará medidas para promover la reutilización de las aguas residuales tratadas, incluida la legislación sobre los requisitos mínimos del agua reutilizada (Cerdá & Khalilova, 2016).

Aunque el uso de plásticos cada vez es mayor, aproximadamente el 50% se deposita en vertederos, reciclándose menos del 25% de los residuos de plástico recogidos. En ese sentido, la Comisión preparará una estrategia en la que se aborden los retos que plantean los plásticos al largo de toda la cadena de valor y teniendo en cuenta la totalidad de su ciclo de vida. Asimismo, tomará medidas para cumplir el objetivo de reducir de forma significativa la basura marina, ya que grandes cantidades de plásticos acaban en los océanos. Se propone 2 acciones en cuanto a plásticos. Por otra parte, se proponen 4 acciones relacionadas con los residuos alimentarios, 4 con las materias primas críticas, 3 para construcción y demoliciones y 3 para biomasa y biomateriales, entre las que hay que destacar la orientación y la difusión de las mejores



prácticas sobre la utilización en cascada de la biomasa y el apoyo a la innovación en la bioeconomía (Cerdá & Khalilova, 2016).

La Comunicación señala en su apartado 6 que el apoyo a la investigación y la innovación será un factor importante para alentar la transición a una economía circular, y además contribuirá a la competitividad y a la modernización de la industria de la UE. El programa de trabajo de Horizonte 2020 para 2016-2017 incluye la iniciativa «Industria 2020 en la economía circular», que concederá más de 650 millones de euros para proyectos innovadores de demostración en apoyo de los objetivos de la economía circular y de la competitividad industrial en la UE en una amplia gama de actividades industriales y de servicio, incluidas las industrias de transformación, las manufactureras y los nuevos modelos de negocio. También pone en marcha un proyecto piloto para ayudar a los innovadores que se enfrenten a obstáculos normativos (como por ejemplo disposiciones legales ambiguas, mediante el establecimiento de acuerdos con las partes interesadas y las autoridades públicas (Cerdá & Khalilova, 2016).

En el último apartado (previo a la conclusión) la acción que se presenta consiste en la elaboración por parte de la Comisión, en estrecha colaboración con la Agencia Europea de Medio Ambiente y tras consultar con los Estados miembros, de un marco de seguimiento para la economía circular, concebido para medir eficazmente los avances sobre la base de datos fiables existentes (Cerdá & Khalilova, 2016).

1.4.4. Ventajas de la economía circular

La economía circular es un enfoque de desarrollo económico a nivel de sistemas, diseñado para beneficiar a las empresas, la sociedad y el medio ambiente (Serón, 2020). La Economía Circular representa una herramienta estratégica de gran valor para reconducir el actual modelo económico con un enfoque responsable e inteligente de rechazo a la cultura del despilfarro y de la especulación (Prevención Integral – España, 2018).

Ventajas económicas de la estrategia circular.

Son indiscutibles las ventajas que aporta la adopción de la Circularidad en el ámbito de la economía global. Destacan en este sentido los beneficios generados en las cinco áreas reseñadas a continuación.

1 – Crecimiento económico: El valor del crecimiento económico derivado de la



adopción de la economía circular, definido según el PIB, se obtiene principalmente como resultado de la combinación de los mayores ingresos derivados de las actividades circulares emergentes, y de la reducción de los costes de producción por la utilización más productiva de los insumos. El cambio en el valor de los insumos y productos de las actividades de producción afecta al suministro, la demanda y los precios de toda la economía, propagándose a todos los sectores de actividad, y provocando una serie de efectos indirectos que conducen a incrementar el crecimiento total. Entre esos efectos se incluye el incremento del gasto y del ahorro que resulta del aumento de la renta familiar, lo que a su vez se traduce en el incremento de la remuneración de la mano de obra. Considerados en forma conjunta, estos efectos contribuyen a una variación positiva del PIB (Prevención Integral – España, 2018).

2 – Ahorros netos de costes de materias primas: De acuerdo con los nuevos modelos de producción, diversos análisis e investigaciones permiten asegurar que, en un escenario de economía circular avanzado, la posibilidad de ahorro neto anual de costes de materias primas es considerable, principalmente como consecuencia del desarrollo de iniciativas tales como el reciclaje, la reutilización y la simbiosis industrial (Prevención Integral – España, 2018).

En el caso de los bienes de consumo de alta rotación, como es el caso de los alimentos, se calcula que, si se adoptan modelos de gestión basados en la economía circular, el potencial adicional de beneficios puede ser de gran importancia en todo el mundo. Además, numerosos análisis de sectores específicos señalan que, con las estrategias circulares, es posible reducir considerablemente los costes en vertederos, facilitar la necesaria restauración de los suelos, y procesar los subproductos y residuos orgánicos para su compostaje posterior empleo como fertilizantes agrícolas (Prevención Integral – España, 2018).

3 – Creación de valor: Cualquier aumento importante en la productividad material produce un impacto positivo en términos de desarrollo económico, con independencia del efecto directo que puedan tener los modelos circulares en sectores específicos. El modelo circular, como mecanismo para repensar el actual modelo de desarrollo, demuestra ser un poderoso marco de impulsión, capaz de generar soluciones creativas y sostenibles, y de estimular la innovación (Prevención Integral – España, 2018).



4 – Creación de empleo: Los nuevos modelos de producción, sobre todo aquellos que implican el uso de las avanzadas tecnologías derivadas de la digitalización y de la automatización, están destinados a generar empleos de alta especialización. Desde este punto de vista, la adopción de la economía circular, cuyo desarrollo debe ser llevado a cabo mediante el uso generalizado de sistemas de producción, distribución y servicios vinculados al uso de dichas tecnologías, puede contribuir sin duda alguna al fomento del empleo, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo (Prevención Integral – España, 2018).

5 – Innovación: Las iniciativas de sustituir los productos fabricados de modo lineal por bienes circulares por “diseño”, así como la creación de redes logísticas inversas y otros sistemas de apoyo a la economía circular, representan poderosos estímulos para generar nuevas ideas. Entre las ventajas que origina una economía innovadora basada en el ejercicio del “ecodiseño” y de la “ecoinnovación”, se incluyen mayores tasas de desarrollo tecnológico, empleo de materias primas derivadas del reciclaje y la recuperación, creación y formación de mano de obra especializada, mejora de la eficiencia energética, y oportunidades de optimizar la competitividad y la rentabilidad de las empresas (Prevención Integral – España, 2018).

Ventajas de la Economía Circular en el sector alimentario.

Recircular

- Refabricar productos y componentes para comercializar productos obsoletos como nuevos.
- Reciclar materiales para no llevarlos a rellenos sanitarios.
- Usar residuos orgánicos como materia prima para elaborar productos de alto valor agregado.
- Promover el compostaje.

Reutilizar

- Compartir bienes.
- Promover el uso de productos de segunda mano.
- Prolongar la vida útil a través del mantenimiento.

Reducir

- Optimizar el consumo de recursos y energía.
- Eliminar el uso de sustancias tóxicas.
- Prevenir la generación de residuos en los procesos productivos y las cadenas de valor.



Regenerar

- Usar energía y materiales renovables.
- Devolver los recursos orgánicos al suelo.
- Recuperar y mantener los ecosistemas.

Reemplazar

- Sustituir materiales obsoletos por otros de mejor desempeño y que faciliten la durabilidad de productos.
- Aplicar nuevas tecnologías.
- Reemplazar el consumo de productos por el consumo de servicios

1.5. Ingeniería Química y Economía Circular

El aporte de la ingeniería química y de procesos en las diversas ramas de la economía circular debe ser de alta calidad científica y técnica, se debe resaltar su importancia para valorar el uso de conocimientos básicos como la termodinámica, que es útil para determinar si un proceso es energéticamente favorable y sustentable. Gracias a estos principios, se brindan facilidades para el reconocimiento de los límites energéticos en los modelos de producción, cuya identificación colabora de manera positiva, a minimizar la actual degradación y contaminación del medio ambiente bajo un enfoque de economía convencional y lineal (producción, uso y desecho), lo que exige enfrentar de manera adecuada los problemas del alto impacto y de riesgos significativos para su conservación (Vega & Güiza, 2021).

Así mismo, como contribución de la ingeniería química y de procesos a la puesta en práctica de la Economía Circular, se trata de aportar una perspectiva diferente no solo para minimizar la problemática ambiental en la actualidad, sino también, para precisar alternativas en los procesos aplicados en la industria, mejorar su tecnología, lograr resultados favorables referidos a retornos económicos con su aplicación y evitar los procesos contaminantes (Vega & Güiza, 2021).

En el plano de las innovaciones en el área de la tecnología, la ingeniería química y de procesos deben tratar de orientar su participación activa en la economía circular, al determinar prácticas novedosas en el desarrollo de actividades productivas de procesos industriales para permitir la obtención de insumos menos contaminantes, utilizar eficientemente la energía, minimizar los desechos y residuos o señalar como eliminarlos



totalmente desde su fuente para cumplir con las normas ambientales que los regula (Vega & Güiza, 2021).

Los grandes retos de la economía circular, a través de la Ingeniería Química, son desarrollar tecnologías que cambien hacia una industria que aproveche al máximo las materias primas, utilice las mínimas cantidades de agua y energía, genere las menores cantidades de residuos y genere productos fácilmente degradables y reusables. Para ello es necesario desarrollar nuevas estrategias, para poder implementar el concepto de economía circular, realizando investigaciones en donde los procesos industriales sean económicamente rentables, energéticamente eficientes, utilicen de la mejor manera los recursos usados como materias primas, sean seguros y ambientalmente amigables (Segovia, 2021).

La Ingeniería Química busca desarrollar procesos más seguros, con eficiencias muy altas de los equipos, reducir tamaños de los mismos y costos de operación, además de generar la menor cantidad posible de residuos y obtener la mayor cantidad de productos con menor consumo de materia prima. La Ingeniería Química se encuentra desarrollando nuevas tecnologías con aplicación inmediata en la industria (química, farmacéutica, de alimentos, biotecnológicas, entre otras), para poder incorporar efectivamente el concepto de economía circular y generar soluciones que abonen a la sostenibilidad. Para ello se requieren tiempo de investigación y de personas ingeniosas y críticas para su desarrollo. Con estas novedosas tecnologías se buscan equipos más eficientes y de menor tamaño y mejor aprovechamiento de la materia prima para minimizar la generación de residuos (Segovia, 2021).

En el ámbito de los integrantes de la Unión Europea, los países pioneros en prevención y reducción de material residual como Alemania y Países Bajos, han estado abriendo disciplinas diferentes a la convencional economía ambiental; en el presente se tienen avanzados modelos de producción y consumo, desarrollado por investigadores con experiencia en la ingeniería química, ingeniería ambiental y la ingeniería de procesos minerales (Vega & Güiza, 2021).

El ingeniero químico, como parte del proceso de investigación, diseño y producción, que se lleva a cabo en las plantas industriales es un elemento clave en el desarrollo de la economía circular. Gracias a estos profesionales es posible cambiar la manera de hacer



las cosas, si se crea una concienciación para dejar de pensar en producir en serie y empezar a pensar en cómo producir mejor. La transición de un sistema lineal hacia una economía circular requiere la implicación de tres agentes sociales fundamentales (Ingeniería Química, 2019):

- Estado.
- Empresas
- Ciudadanos.

Del gráfico siguiente, se refleja un crecimiento en la literatura asociada a la economía circular en conjunto con la ingeniería química y de procesos.

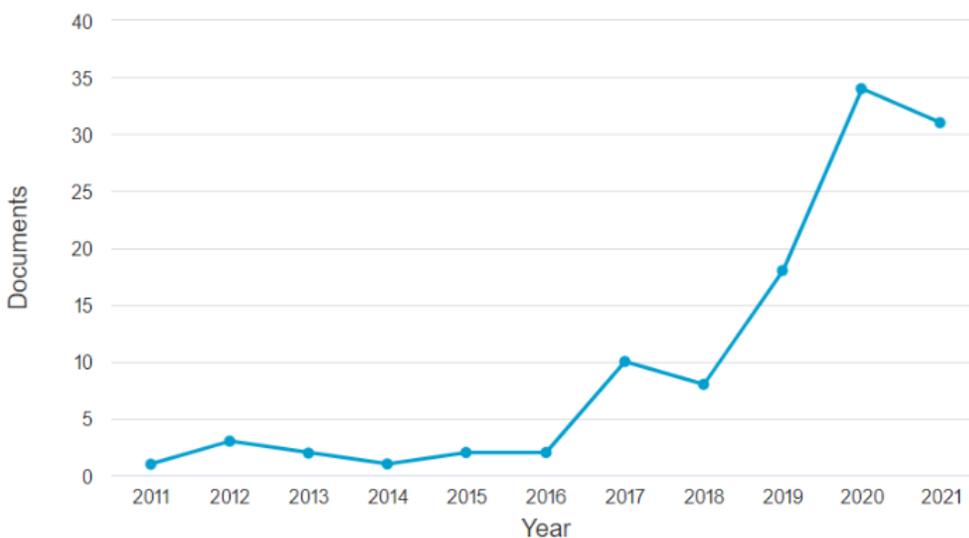


Fig. 1. Documents by year; keywords: Circular Economy, Chemical Engineering
Fuente: Scopus (Vega & Güiza, 2021)

1.6. Economía Circular en la industria alimenticia

Es notable los alimentos que se desperdician como: el pan y los cereales, las frutas y las verduras, y los lácteos, estos van a parar a la basura. En el caso de los yogures y la leche, los helados se pueden vencer si no tiene la calidad estimada, las frutas y las verduras empiezan a mostrar signos de oxidación y el aspecto no es el mismo que recién compradas. La autora ha notado el destacado desperdicio y pérdida de frutas y verduras producto del tiempo que se someten a las altas temperaturas, otros productos no llegan a comercializarse, lo cual acentúa la necesidad de un modelo de Economía Circular a nivel local.



En la actualidad, se extraen recursos de la agricultura que se utilizan para producir los alimentos que posteriormente se venden a los consumidores. Este proceso genera grandes cantidades de residuos y contaminantes, tanto humanos como no humanos, además de un importante desperdicio de alimentos aún aptos para el consumo. Por tanto, los recursos que podrían reutilizarse o reciclarse se pierden, creando un sistema que supera la capacidad de nuestro planeta para regenerar recursos y absorber estos desechos y contaminantes. Al mismo tiempo, este sector provoca otros impactos que contribuyen a generar problemas sociales, tales como la obesidad o la desnutrición (Fundación Ellen MacArthur, 2019); problemas ambientales, como la degradación de la tierra, y elevados niveles de emisiones de efecto invernadero (IPCC, 2014), así como la pérdida de oportunidades económicas (Priede & Hilliard, 2019).

Preocupa que el sistema lineal de producción en el sector alimentario genera a nivel mundial un equivalente a seis camiones de comida desperdiciada por segundo, concentrándose aún más este hecho en determinadas regiones. En efecto, Halloran et al., (2014) apunta que el desperdicio de alimentos per cápita de los consumidores europeos y norteamericanos se sitúa entre 95-115 kg/año, más de diez veces los niveles de África subsahariana y el sur/sudeste de Asia (Priede & Hilliard, 2019).

Una de las razones principales que explica esta diferencia es el alto nivel de población en los países europeos y en Norteamérica, donde el sistema lineal alimentario está completamente implantado y haría falta un gran esfuerzo para llevar a cabo una transformación hacia un sistema circular. Teniendo en cuenta que se espera que en el año 2050 el 80% de todos los alimentos se consuman en zonas urbanas (Fundación Ellen MacArthur, 2019), la situación aún podría empeorar, por lo que la gravedad del problema requiere de soluciones urgentes, tal y como se ha planteado en Europa (Priede & Hilliard, 2019).

Concretamente, la industria alimentaria representa uno de los sectores que más necesita una transformación hacia la economía circular, y a la vez, uno en los que será más difícil implementar dicha transformación. Este sector presenta problemas relevantes en las tres etapas de su ciclo de vida lineal. Esto es, según Jurgilevich et al., (2016) cómo se producen los alimentos, en cómo se consumen y en cómo se administran los excedentes de alimentos y productos de desecho (Priede & Hilliard, 2019).



En la actualidad, se extraen recursos de la agricultura que se utilizan para producir los alimentos que posteriormente se venden a los consumidores. Este proceso genera grandes cantidades de residuos y contaminantes, tanto humanos como no humanos, además de un importante desperdicio de alimentos aún aptos para el consumo. Por tanto, los recursos que podrían reutilizarse o reciclarse se pierden, creando un sistema que supera la capacidad de nuestro planeta para regenerar recursos y absorber estos desechos y contaminantes (Priede & Hilliard, 2019).

Al mismo tiempo, este sector provoca otros impactos que contribuyen a generar problemas sociales, tales como la obesidad o la desnutrición (Fundación Ellen MacArthur, 2019); problemas ambientales, como la degradación de la tierra, y elevados niveles de emisiones de efecto invernadero (IPCC, 2014), así como la pérdida de oportunidades económicas (Priede & Hilliard, 2019).

Preocupa que el sistema lineal de producción en el sector alimentario genera a nivel mundial un equivalente a seis camiones de comida desperdiciada por segundo, concentrándose aún más este hecho en determinadas regiones. En efecto, el desperdicio de alimentos per cápita de los consumidores europeos y norteamericanos se sitúa entre 95-115 kg/año, más de diez veces los niveles de África subsahariana y el sur/sudeste de Asia (Halloran, et al., 2014).¹ Una de las razones principales que explica esta diferencia es el alto nivel de población en los países europeos y en Norteamérica, donde el sistema lineal alimentario está completamente implantado y haría falta un gran esfuerzo para llevar a cabo una transformación hacia un sistema circular. Teniendo en cuenta que se espera que en el año 2050 el 80% de todos los alimentos se consuman en zonas urbanas (Fundación Ellen MacArthur, 2019), la situación aún podría empeorar, por lo que la gravedad del problema requiere de soluciones urgentes, tal y como se ha planteado en Europa (Priede & Hilliard, 2019).



CAPÍTULO II. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA APLICACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS ESCAMBRAY.

2.1. Propuesta metodológica para la aplicación de la Economía Circular en la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Fase I. Antecedentes.

Crecimiento económico

El valor del crecimiento económico derivado de la adopción de la economía circular, definido según el PIB, se obtiene principalmente como resultado de la combinación de los mayores ingresos derivados de las actividades circulares emergentes, y de la reducción de los costes de producción por la utilización más productiva de los insumos. El cambio en el valor de los insumos y productos de las actividades de producción afecta al suministro, la demanda y los precios de toda la economía, propagándose a todos los sectores de actividad, y provocando una serie de efectos indirectos que conducen a incrementar el crecimiento total (Prevención Integral – España, 2018).

Ahorros netos de costes de materias primas

De acuerdo con los nuevos modelos de producción, diversos análisis e investigaciones permiten asegurar que, en los sectores de producción, en un escenario de economía circular avanzado, la posibilidad de ahorro neto anual de costes de materias primas es considerable, principalmente como consecuencia del desarrollo de iniciativas tales como el reciclaje, la reutilización y la simbiosis industrial (Prevención Integral – España, 2018).

Creación de valor

Cualquier aumento importante en la productividad material produce un impacto positivo en términos de desarrollo económico, con independencia del efecto directo que puedan tener los modelos circulares en sectores específicos. El modelo circular, como mecanismo para repensar el actual modelo de desarrollo, demuestra ser un poderoso marco de impulsión, capaz de generar soluciones creativas y sostenibles, y de estimular la innovación (Prevención Integral – España, 2018).

La constatación de esta realidad es sólo indicador del inicio de una serie de escenarios transformativos de creación de valor que se expande mientras las tecnologías y modelos



de negocio circulares se van diseminando a escala global. Es probable que, en el futuro, durante el período de transición hacia la economía circular, aparezcan además nuevos modelos de negocio y tecnologías que actúen como catalizadores dentro de este contexto (Prevención Integral – España, 2018).

En un mundo de nueve o diez mil millones de consumidores enfrentados a una feroz competencia por los recursos, las fuerzas del mercado favorecerán aquellos modelos que mejor combinen conocimiento especializado y colaboración intersectorial, creando mayor valor por unidades de recursos, en relación con aquellos modelos que se apoyan exclusivamente en la extracción y en la producción. La selección natural favorecerá modelos híbridos y ágiles capaces de extender rápidamente el concepto circular a mayor

escala, ya que estarán mejor adaptados a un planeta que necesita cambios, y que está siendo transformado de modo sustancial por la propia sociedad civil (Prevención Integral – España, 2018).

El enfoque circular ofrece a las economías desarrolladas una vía de crecimiento estable y resistente, una respuesta para reducir la dependencia de los recursos primarios y finitos, y una forma de atenuar las situaciones críticas de precios de los recursos. Además, por esta vía las empresas pueden obviar con éxito y en buena medida importantes costes sociales y ambientales (Prevención Integral – España, 2018).

Fase II. Objetivo de la propuesta metodológica para la aplicación de la Economía Circular en la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Con la filosofía de fabricar para durar se expresa el siguiente objetivo: Mantener el valor de los productos, los materiales y los recursos que circulan en el proceso en la elaboración del Helado, en la Empresa de Productos Lácteos Escambray al límite de su capacidad, durante el mayor tiempo posible, aumentando así su utilidad y en la que se reduzca al mínimo la generación de residuos.

Fase III. Diagnóstico del proceso en la elaboración del Helado, en la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Paso 1. Caracterización de la Empresa de Productos Lácteos Escambray. Objeto de estudio.



La Empresa Productos Lácteos Escambray, está formada por tres UEB de producción: UEB de Helados, Quesos y Producción de Leche y Derivados de la Soya.

La UEB de producción de Helados comenzó su trabajo el 26 de julio de 1975 en saludo a la efeméride del Asalto al cuartel Moncada, la misma elabora helados normales en varios surtidos y helados especiales.

La UEB de Quesos comenzó su producción el 1ro de mayo de 1976 en saludo al día Internacional de los Trabajadores. El mismo elabora cuatro variedades de quesos especiales, quesos análogos, mantequilla y requesón.

El 1ro de enero de 1977 en saludo a un aniversario más del triunfo de la Revolución, se creó la Empresa Productos Lácteos Escambray funcionándole las dos fábricas mencionadas, aplicándose de inmediato de forma experimental el sistema de dirección y planificación de la economía Hoy en día se aplica el Perfeccionamiento Empresarial.

En 1978 comenzó la implantación del cálculo económico en nuestra empresa logrando fondo de premio durante 1979 y 1980. Actualmente existen varios Sistemas de Pagos. En la implantación del S.P.D.Z. se han obtenido excelentes resultados, siendo destacada dentro de nuestro ministerio.

Como culminación del buen trabajo desarrollado en el frente de normalización, metrología y control de la calidad durante 1981 se elaboraron los expedientes de certificación de la calidad de quince variedades de quesos fabricados por nuestra empresa, de los cuales trece obtuvieron la categoría superior de calidad y la licencia para el uso de la marca estatal. Los otros restantes clasificaron con categoría de calidad primera por un año. Actualmente se cuenta con las licencias de calidad para cada producto a ofertar a divisa o consumo nacional.

El helado producido en esta fábrica tiene gran impacto económico tanto nacional como internacionalmente ya que se venden grandes cantidades cada mes. Es un producto rico en proteínas porque logra conservar las cualidades nutricionales de la leche. Se establece el helado con un sabor característico según el saborizante empleado y este tiene gran aceptación por los compradores. La calidad de las materias primas está influenciada por la composición microbiológica establecida en las normas de calidad empleadas en la fábrica.

Paso 2. Proyección estratégica de la empresa



- Política de la Empresa

Es política de la empresa: Satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes según los compromisos pactados y el cumplimiento de todos los requisitos legales y reglamentarios, a través del Sistema Integrado de Gestión basado en la NC ISO 9001: 2015 “Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos”, ISO 14001: 2015 Medio Ambiente y la NC 18001: 2015 Seguridad y Salud en el Trabajo, minimizando los impactos y previniendo la contaminación con sostenibilidad ambiental, en un contexto de trabajo seguro para los trabajadores y el entorno y superando el desempeño a través de la mejora continua.

- Misión de la Empresa

Es misión de la empresa: Elaborar productos Lácteos, derivados de la Soya, de un alto nivel nutricional, que garanticen la Canasta Básica, consumo social, así como productos para la venta en divisa con una calidad acorde a las exigencias del mercado actual, aprovechando la ubicación en el centro sur del país, lo cual facilita estabilidad y competitividad en el mercado.

- Visión de la Empresa

Es visión de la empresa: Satisfechas las necesidades principales de nuestros trabajadores, así como su plena capacitación y una óptima utilización de nuestra técnica, ser la Empresa preferida por los Clientes en cuanto a la comercialización de los productos lácteos y derivados de la soya; teniendo un incremento progresivo de las ventas en el mercado nacional.

- Normativas cubanas

La Oficina Nacional de Normalización posee en todo momento la información sobre las normas internacionales, regionales y cubanas en vigencia.

NC 38-02-05:87 SNSA Aditivos alimentarios. Regulaciones sanitarias - NC 38-00-03:85 SNSA Higiene de los alimentos. Requisitos sanitarios generales - NC 38-04-04:87 SNSA Leche y productos lácteos. Requisitos sanitarios - NC 38-02-07:87 SNSA Contaminantes microbiológicos. Regulaciones sanitarias - NC 97-97:87 Envases y embalajes. Etiquetado de alimentos preenvasados. Especificaciones generales de proyecto - NC 78-08:81 Helados. Métodos de análisis - NC 76-04-1:82 Métodos de ensayos microbiológicos. Determinación del conteo total de microorganismos aerobios



mesófilos viables - NC 76-04-3:82 Métodos de ensayos microbiológicos. Determinación de microorganismos coliformes - NC 38-02-13:88 SNSA. Determinación de salmonella. Método de ensayo microbiológico - ISO 7328:1984 Mezcla base de helado y mezcla de helado. Determinación del contenido de grasa. Método gravimétrico. Rose Gottlieb - ISO 8262-2:1987 Productos de leche y alimentos a base de leche. Determinación del contenido de grasa por el método de Weibull Berntrop. Método de referencia - ISO 3728:1977 Helado de crema y helado de leche. Determinación del contenido total de sólidos - ISO 4832:1991 Microbiología. Guía general para la enumeración de coliformes. Técnica del conteo de colonias - ISO 4833:1991 Microbiología. Guía general para la enumeración de microorganismos. Técnica del conteo de colonias a 30 ° - NC 38-03-02:87 SNSA Transportación de alimentos. Requisitos sanitarios generales - NC 38-03-03:87 SNSA Almacenamiento de alimentos. Requisitos sanitarios generales - NC 38-03-01:86 SNSA Manipulación de alimentos. Requisitos sanitarios.

- Aportes

Social: sienta las bases para una transición más adecuada y exacta hacia una EC.

Económico: es una metodología que hace uso de los recursos para la optimización de los mismos a emplear en las transiciones hacia una EC sostenible además, una mayor cantidad de ingresos monetarios.

Ambiental: conservar el medio ambiente.

Paso 3. Descripción del proceso tecnológico de la Empresa de Productos Lácteos Escambray. Proceso de obtención de helados.

Para la elaboración de helados es necesaria la preparación de una mezcla la cual es de vital importancia ya que de esta depende la calidad del producto, para esto es bombeada la leche fresca hacia un intercambiador de calor a placas con el objetivo de enfriarla y luego almacenarla en tanques isotérmicos a una temperatura menor de 10° C. Se prepara un sirope con una concentración de 65 a 68°Bx aproximadamente, es derretida la grasa vegetal a una temperatura entre 41 a 43°C; se procede a disolver la leche almacenada con LDP o LEP en los tanques de mezcla mediante una recirculación con un embudo disolutor en el cual además de los productos en polvo se añade el estabilizador combinado con el doble de su peso en azúcar, y la sal fina.



Una vez pesados todos los componentes utilizados en la mezcla son añadidos a tanques con agitadores (tanques de mezcla) para facilitar la disolución de los mismos. Luego de esta operación la mezcla es filtrada con el objetivo de separar partículas extrañas o grumos que se hayan formado, este paso es importante durante la fabricación de las mezclas ya que ellas no se clarifican y de esta forma se protege el homogeneizador y el intercambiador a placas, además de evitar la presencia de partículas en el producto terminado, los filtros utilizados pueden ser de dos tipos: horizontales y verticales, son colocados en parejas con una válvula de tres vías a la entrada y otra a la salida evitándose de esta forma tener que detener el flujo.

Posteriormente se bombea la mezcla hacia un tanque de balanza el cual tiene como función mantener un flujo constante al Pasteurizador el cual está dividido en cuatro secciones; primeramente la mezcla es pasada a la sección de regeneración donde se calienta a 71° C aproximadamente, de aquí es enviada al homogeneizador en el cual la misma es sometida a una determinada presión y velocidad, provocando al chocar con la cabeza del homogeneizador una disminución en el diámetro de los glóbulos de grasa, esto propicia mejor facultad de batimiento, mejor cuerpo, mayor suavidad en la textura del producto, además cuando se homogeniza se necesita menos cantidad de estabilizador, menor tiempo de envejecimiento, se reduce la separación de la grasa y mejora las condiciones para obtener un adecuado rendimiento; la presión de homogenización depende del tipo de grasa, la cantidad de grasa en la mezcla y el diseño mecánico de la válvula de homogenización.

Luego retorna la mezcla a la sección de pasteurización donde se utiliza el método continuo (se calienta a 85° C durante 15 s), con la pasteurización se persiguen objetivos como la eliminación en su totalidad de la flora patógena, ayudar a la correcta disolución de los ingredientes, mejorar el sabor, aumentar la calidad del batimiento así como optimizar la capacidad de retención del agua que poseen las proteínas de la leche, la mezcla es calentada mediante el suministro de vapor el cual se genera en dos calderas con capacidad de 1,8 t/h(en caso de que no se alcanza la temperatura de pasteurización la mezcla es recirculada mediante una válvula de diversificación al tanque de balanza).



Después la mezcla pasa a contracorriente por la sección de regeneración donde intercambia calor con el fluido entrante y sigue hacia la sección de enfriamiento con agua a temperatura ambiente para posteriormente continuar a la sección de enfriamiento con agua helada la cual procede de la unidad de enfriamiento presente. Al salir del Pasteurizador se procede al envejecimiento de la mezcla, esta es almacenada en tanques de doble pared donde circula agua helada y se mantiene en constante agitación lenta el objetivo de este evento es la formación de un gel en la fase líquida producto de la acción del estabilizador, además permite la continua hidratación de las proteínas. El envejecimiento se realiza a temperaturas de 4 a 6 grados Celsius por un tiempo de 4 horas como mínimo.

El tiempo de envejecimiento mejora:

- La congelación, la incorporación de aire y la resistencia al derretimiento.
- Garantiza la completa hidratación de los estabilizadores.
- Permite la cristalización de la grasa.
- Optimiza la capacidad de retener agua de las proteínas de la leche.
- Posibilita ajustar el sabor que tendrá el helado.

Luego se realiza el proceso de congelación el cual constituye una etapa de significativa importancia del flujo de producción de helados, durante ella, la mezcla va a ser transformada de su estado líquido a un estado semisólido, completando su total congelación en el proceso de endurecimiento. Una vez que la mezcla ha sido saboreada en los tanques de envejecimiento es succionada por la bomba de mezcla del congelador para ser congelada mientras es batida, a la vez se le incorpora aire provocando la formación de pequeños cristales de hielo, así como el rendimiento deseado. Finalmente se envasa la mezcla semisólida y es enviada a la nevera donde se almacena a una temperatura menor de -28° C.

Paso 4. Identificar puntos críticos

- Desconocimiento del concepto de EC y de su alcance entre las entidades del sector, a pesar de que las entidades de economía social están contribuyendo desde hace años al desarrollo e implementación de modelos productivos circulares.
- Disminución del rendimiento de la producción



Fase IV. Identificar oportunidades de Economía Circular que permitan mantener el valor de los productos, los materiales y los recursos en la elaboración del Helado, en la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Paso 1. Perfil de la muestra

En este punto se elige el muestreo a desarrollar para la determinación de la muestra.

Paso 2. Herramientas e indicadores

- Herramientas cualitativas

Las herramientas cualitativas incluyen encuestas y entrevistas a contestar, en base a mantener el valor de los productos, los materiales y los recursos en la elaboración del Helado, en la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

- Herramientas cuantitativas.

Este tipo de herramientas define indicadores cuantitativos para la implantación de la Economía Circular en la organización.

Como resultado del proceso de búsqueda, se han identificado las herramientas:

Histograma: es un gráfico o diagrama que muestra el número de veces que se repiten cada uno de los resultados cuando se realizan mediciones sucesivas. Esto permite ver alrededor de que valor se agrupan las mediciones (Tendencia central) y cual es la dispersión alrededor de ese valor central.

Gráficos de control: es un gráfico de líneas utilizado específicamente para realizar seguimiento de la tendencia o rendimiento de un proceso en marcha. Se realiza observando la forma en que la variación del proceso hace que fluctúe la línea de tendencias entre dos límites calculados estadísticamente

Diagrama de Causa Efecto: es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado y se utiliza en las fases de Diagnóstico y Solución de la causa.

Diagrama de Pareto: es un histograma especial, en el cual las frecuencias de ciertos eventos aparecen ordenadas de mayor a menor.

- Indicadores

Temperatura

Acides



Densidad

Fase V. Aplicación de la propuesta

Fase VI. Análisis de los resultados

2.2. Validación teórica del procedimiento mediante el criterio de expertos.

Objetivo

El Criterio de Expertos se aplicó con el fin de evaluar la pertinencia y factibilidad de la propuesta metodológica y obtener criterios cualitativos que permitieran perfeccionarlos antes de su aplicación en la EC.

La autora se identificó con los juicios ofrecidos por San Juan (2004): “Se entenderá por experto, tanto al individuo en sí como a un grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en cuestión y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia”.

El método fue aplicado en dos fases: en la primera se seleccionan los expertos a consultar, en una segunda fase, en que los expertos evalúan cada una de las características de la propuesta metodológica.

Primeramente, se facilitó, a los expertos, el consentimiento para participar en el estudio y la encuesta para la determinación del coeficiente de competencia. La vía para hacerle llegar la propuesta metodológica, fue por correo electrónico y por la misma vía regresaron las respuestas con las orientaciones del autor, en la cual se solicita la valoración de la propuesta metodológica, emitiendo sus consideraciones.

Primera fase: Selección de los expertos a consultar.

Cada experto contribuye con la información que considera pertinente, evitando los encuentros cara a cara. Las variables proyectadas servirán de apoyo en la toma de decisiones, dado por la búsqueda del concurso entre las opiniones de los participantes. El grupo monitor es un ordenador que es programado para realizar la compilación de



los resultados del ejercicio. Se identifica y se estudia un rango de posibles alternativas o estrategias para dar solución a la propuesta.

Cada experto desconoce la identidad de los demás integrantes del panel. No hay contacto físico entre los participantes, solo el administrador de la encuesta puede identificar a cada participante y sus respuestas. Se les asegurará su anonimato, en el sentido que ninguna de sus declaraciones u opiniones será atribuida a ellos por su nombre.

Participan expertos de diferentes ramas de actividad sobre las mismas bases. Primero se identifican expertos de las disciplinas requeridas o involucradas en el estudio y se les pide que participen en las rondas de preguntas. Los expertos se incluyen en su mayoría en las ramas de la pedagogía y de la salud.

Los resultados totales de la ronda previa no son entregados a los participantes, sólo una parte seleccionada de la información circula. La respuesta del grupo se presenta estadísticamente. Los expertos se identificaron en cuanto a su disponibilidad y criterios para definir la experticia.

Las técnicas de análisis que se utilizaron la encuesta y la entrevista. El procesamiento de los datos se realizó a través del Método Delphi y el Coeficiente de Kendall. Para obtener los resultados se utilizó el programa Método de consultas a Expertos v.1.0.

Tabla 2.2 Autoevaluación por los posibles expertos de sus niveles de conocimiento o información:

Expertos	n									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I								X		
II			X							
III						X				
IV							X			
V										X
VI								X		
VII									X	
VIII					X					
IX			X							



X							X			
XI								X		
XII									x	
XIII		X								
XIV									X	
XV								X		

Fuente. Elaboración propia

Tabla2.2.1. Cálculo del Coeficiente de Conocimiento o Información (Kc)

Expertos	Kc= n * (0.1)
I	0.8
II	0.3
III	0.6
IV	0.7
V	1
VI	0.8
VII	0.9
VIII	0.5
IX	0.3
X	0.7
XI	0.8
XII	0.9
XIII	0.2
XIV	0.9
XV	0.8

Fuente. Elaboración propia

Tabla2.2.2 Autovaloración por los posibles expertos de sus niveles de argumentación o fundamentación sobre el tema a investigar.

	Fuentes de argumentación o fundamentación	Alto	Medio	Bajo
1	Su experiencia teórica	I,III,IV,V,VI,VII, X,XI,XII,XIV,XV		II,VIII, IX,XIII
2	Su experiencia práctica	III,IV,V,VII,X, XII, XIV,	I,VI, XI, XV	II,VIII, IX,XIII
3	Bibliografía nacional consultada	V,	I,II,III, IV,VI,VII,VIII, IX,X,XI,XII,XIII, XIV,XV	



4	Bibliografía consultada internacional	I, V, VI, VII, XI, XII, XIV, XV	III, IV, VIII, X	II, IX, XIII,
5	Su conocimiento del estado del problema	I, III, IV, V, VI, VII, X, XI, XII, XIV, XV	VIII	II, IX, XIII,
6	Su intuición	V, VIII	I, II, III, IV, VI, VII, IX, X, XI, XII, XIV, XV	XIII,

Fuente. Elaboración propia

Tabla2.2.3 Coeficiente de competencia a partir de Kc y Ka.

Expertos	K = Kc + Ka	Grado de Competencia
I	0.85	Alto
II	0.4	Bajo
III	0.8	Alto
IV	0.85	Alto
V	1	Alto
VI	0.85	Alto
VII	0.85	Alto
VIII	0.5	Medio
IX	0.65	Medio
X	0.85	Alto
XI	0.85	Alto
XII	0.95	Alto
XIII	0.35	Bajo
XIV	0.95	Alto
XV	0.9	Alto

Fuente. Elaboración propia

Nota: $K_a = (n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6)$ Coeficiente de Argumentación o Fundamentación

Se decidió considerar como expertos solamente a los que presentan un grado de competencia alto ($0.8 < K < 1.0$): I, III, IV, V, VI, VII, X, XI, XII, XIV, XV. Se confecciona entonces la nueva lista, definitiva, de los expertos a consultar.

Tabla2.2.4. Grado de competencia de los expertos.

Expertos	K = Kc + Ka	Grado de Competencia
I	0.85	Alto
III	0.8	Alto
IV	0.85	Alto



V	1	Alto
VI	0.85	Alto
VII	0.85	Alto
X	0.85	Alto
XI	0.85	Alto
XII	0.95	Alto
XIV	0.95	Alto
XV	0.9	Alto

Fuente. Elaboración propia

Se le entrega a cada experto una planilla con los aspectos a evaluar y los rangos de evaluación que puede seleccionar (Inadecuado, Poco Adecuado, Adecuado, Bastante Adecuado y Muy Adecuado) a los que asignamos valor numérico del 1 al 5 en el mismo orden. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.2.5. Resultados de la valoración de los aspectos a evaluar

Aspectos a Evaluar	I	PA	A	BA	MA	T
Antecedentes			V, XII	XIV, XV	I, III, IV, VI, VII, X, XI	11
Objetivo			XI	III, V, IV, VI	I, VII, X, XII, XIV, XV	11
Diagnóstico del proceso		III		V, IV, VI	I, VII, X, XI, XII, XIV, XV	11
Identificar oportunidades			XI		I, III, IV, V, VI, VII, X, XII, XIV, XV	11
Aplicación de la propuesta				III, IV	I, V, VI, VII, X, XI, XII, XIV, XV	11
Análisis de los resultados				III, IV, VI, X	I, V, VII, XI, XII, XIV, XV	11

Fuente. Elaboración propia

Tabla 2.2.6 Aspectos a evaluar.

Aspectos a Evaluar	N-P
Antecedentes	-1,25745999183995
Objetivo	0,335577374373344
Diagnóstico del proceso	-0,0444855943685532
Identificar oportunidades	1,51823662962146
Aplicación de la propuesta	0,972851091564465
Análisis de los resultados	0,832925546217046



Fuente. Elaboración propia

Estos puntos se ubican junto con los puntos de corte y determinan el rango de valoración para cada aspecto

Tabla2.2.7 Puntos de corte.

Puntos de corte	C1	C2	C3	C4
	-3,09	-2,7975	-2,1415	-0,8598
Inadecuado		Poco Adecuado	Adecuado	Bastante Adecuado
				Muy Adecuado
				(1) 0,1296
				(2) -0,2505
				(3) 1,3122
				(4) 0,7668
				(5) 0,6269
				(6) 0,0815

Fuente. Elaboración propia

Se concluye con los siguientes resultados

Tabla2.2.8 Resultados de los aspectos a evaluar.

Aspectos a Evaluar	Promedio de aspectos
Antecedentes	Muy Adecuado
Objetivo	Muy Adecuado
Diagnóstico del proceso	Muy Adecuado
Identificar oportunidades	Muy Adecuado
Aplicación de la propuesta	Muy Adecuado
Análisis de los resultados	Muy Adecuado

Fuente. Elaboración propia

El coeficiente de Kendall (W) es de 0.58, el cual nos mostró un equilibrio entre los expertos. Como está por encima de 0.5 se considera que hay una tendencia al acuerdo entre los expertos en nuestro tema a investigar.



CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA PROPUESTA

Tabla 3.1 Análisis de los datos

Mes	Día	Variedad	Tk	tc	Ac	G	St	C/lit	Gr	Densidad	T envejecimiento
Septiembre	19	chocolate	1	6	1,35	6,7	1,34	5000	8,6	1,028	6
Septiembre	18	almendra	5	8	1,2	8,6	1,4	8000	8,3	1,028	5
Septiembre	17	fresa	3	4	1,3	3,3	1,025	5000	3,3	1,029	6
Septiembre	16	chocolate	3	4	1,35	8,2	1,4	6000	8,3	1,028	5
Septiembre	12	chocolate	3	8	1,35	8,2	1,36	5000	3,5	1,0285	4
Septiembre	8	vainilla	3	10	0,12	10,2	1,45	3500	8	1,0286	6
Septiembre	7	chocolate	3	4	1,2	7,2	1,39	4000	8,8	1,0283	4
Septiembre	6	tiramisu	2	5	1,35	8,53	1,46	8000	8,1	1,0285	4
Septiembre	4	Almendra	2	6	1,35	8	1,4	5000	8,4	1,024	5
Septiembre	3	leche past	3	8	1,6	3,5	1,0215	2540	3,5	1,029	4
Septiembre	1	chocolate	5	6	0,7	2	1,39	7000	8,1	1,028	5
Agosto	31	fresa	3	4	0,15	4,3	1,56	5000	3,6	1,0258	8
Agosto	30	guanabana	3	8	0,15	3,6	1,37	8000	3,601	1,0258	4
Agosto	26	batido de fresa	3	6	0,5	1	10453	6800	8,4	1,0257	6
Agosto	25	leche past	2	9	0,16	3,6	1,026	5500	3,6	1,0275	4
Agosto	24	leche past	5	6	0,16	3,5	1,025	4000	8,3	1,0274	5
Agosto	23	leche past	2	8	0,13	3,6	1,0275	8000	3,6	1,026	6
Agosto	22	leche past	2	11	0,154	3,2	1,027	5500	3,5	1,025	8
Agosto	21	l/soya	3	6	0,9	8,4	1,38	8000	8,3	1,0108	6
Agosto	17	fresa	2	10	0,19	3,3	1,058	4000	3	1,0265	5
Agosto	16	leche past	2	6	0,17	2,5	1,38	6000	3,1	1,027	4
Agosto	8	fresa	5	5	0,09	3,4	1,046	6000	3,5	1,028	3
Agosto	5	mango	5	3	0,9	8	1,5	8000	3,2	1,027	6
Agosto	4	leche past	2	7	0,14	3,2	1,027	4000	3,4	1,028	6
Agosto	1	chocolate	3	6	1,8	4,2	1,05	6000	3,3	1,0284	5
Julio	31	almendra	1	12	0,1	8,8	1,025	8000	3,4	1,009	6
Julio	27	tiramisuc	1	11	0,1	8,2	1,6	6500	8,1	1,01502	5
Julio	26	fresa	3	14	0,9	8,6	1,026	5000	5,2	1,016	7
Julio	25	chocolate	1	13	1	8,4	1,04	8000	3,2	1,0285	3
Julio	24	leche past	5	11	0,7	8,6	1,005	3000	3,4	100,9	5
Julio	21	coco	3	13	0,7	7	1,33	7000	3,4	100,44	5
Julio	11	sirope	3	10	52,7	8,8	1,236	8000	3,2	1,024	2

Fuente. Elaboración propia



Análisis de la distribución normal: Como la asimetría y la curtosis se en el rango entre -2 y 2, las variables siguen una distribución normal.

Medidas resumen

Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Máx	Mediana	Asimetría	Kurtosis
Tk	32	2,88	1,24	43,06	1,00	5,00	3,00	0,47	-0,50
tc	32	7,75	3,01	38,78	3,00	14,00	7,50	0,44	-0,85
G	32	5,89	2,68	45,48	1,00	10,20	6,85	-0,14	-1,56
St	32	1,23	0,20	16,33	1,01	1,60	1,28	0,17	-1,57
C/lit	32	5916,88	1688,58	28,54	2540,00	8000,00	6000,00	-0,18	-1,08
Gr	32	5,29	2,41	45,51	3,00	8,80	3,60	0,50	-1,71
T envejecimiento	32	5,09	1,33	26,08	2,00	8,00	5,00	0,08	0,23

Medidas resumen

Mes	Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Máx	Mediana	Asimetría	Kurtosis
Agosto	Tk	14	3,00	1,18	39,22	2,00	5,00	3,00	0,99	-0,67
Agosto	tc	14	6,79	2,22	32,79	3,00	11,00	6,00	0,31	-0,54
Agosto	G	14	3,99	1,95	49,01	1,00	8,40	3,55	1,43	1,13
Agosto	St	14	1,18	0,21	17,41	1,03	1,56	1,05	0,86	-1,15
Agosto	C/lit	14	6057,14	1521,49	25,12	4000,00	8000,00	6000,00	0,05	-1,26
Agosto	Gr	14	4,46	2,11	47,33	3,00	8,40	3,55	1,53	-0,09
Agosto	T envejecimiento	14	5,43	1,45	26,76	3,00	8,00	5,50	0,34	-0,48
Julio	Tk	7	2,43	1,51	62,25	1,00	5,00	3,00	0,60	-0,90
Julio	tc	7	12,00	1,41	11,79	10,00	14,00	12,00	0,00	-1,25
Julio	G	7	8,34	0,63	7,54	7,00	8,80	8,60	-2,06	1,15
Julio	St	7	1,18	0,22	18,95	1,01	1,60	1,04	1,29	-0,35
Julio	C/lit	7	6500,00	1892,97	29,12	3000,00	8000,00	7000,00	-1,24	-0,42
Julio	Gr	7	4,27	1,83	42,84	3,20	8,10	3,40	2,00	0,81
Julio	T envejecimiento	7	4,71	1,70	36,15	2,00	7,00	5,00	-0,51	-0,86
Septiembre	Tk	11	3,00	1,18	39,44	1,00	5,00	3,00	0,44	-0,19
Septiembre	tc	11	6,27	2,00	31,96	4,00	10,00	6,00	0,45	-0,94
Septiembre	G	11	6,77	2,64	38,96	2,00	10,20	8,00	-0,83	-0,85
Septiembre	St	11	1,33	0,16	11,70	1,02	1,46	1,39	-1,71	0,45
Septiembre	C/lit	11	5367,27	1755,50	32,71	2540,00	8000,00	5000,00	0,21	-0,88
Septiembre	Gr	11	6,99	2,30	32,85	3,30	8,80	8,10	-1,15	-0,97
Septiembre	T envejecimiento	11	4,91	0,83	16,93	4,00	6,00	5,00	0,19	-1,39

Figura 3.1. Análisis de la distribución normal Fuente. Software Infostat

Gráfico de caja y bigote

En este gráfico se observa se observan diferencias significativas según el mes en la variable tc.

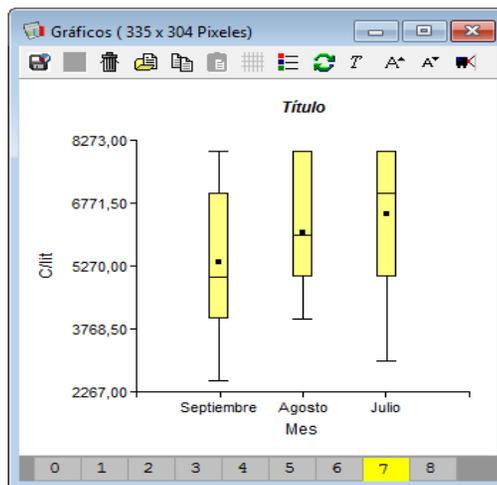
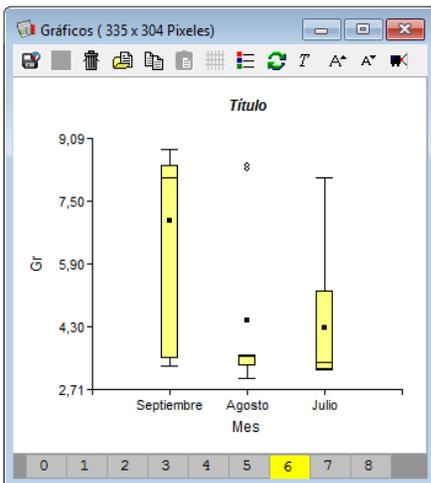
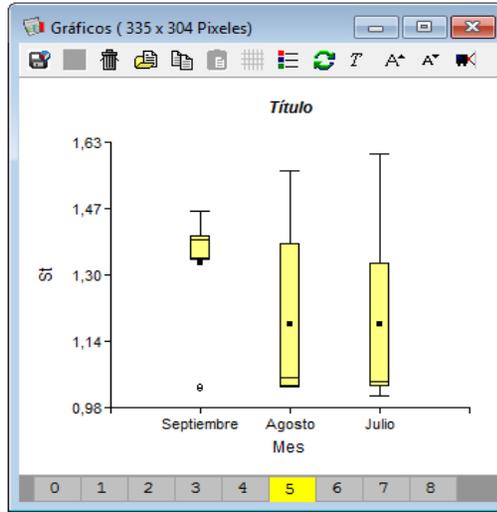
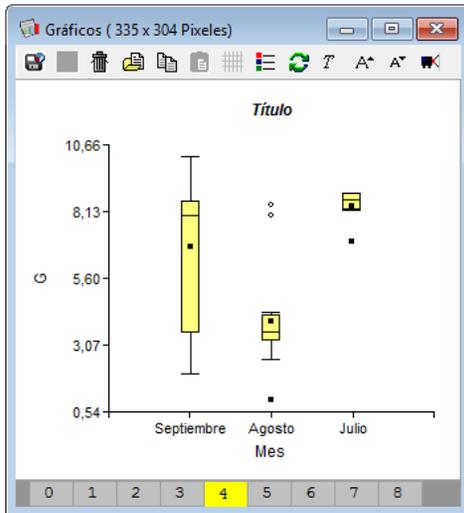
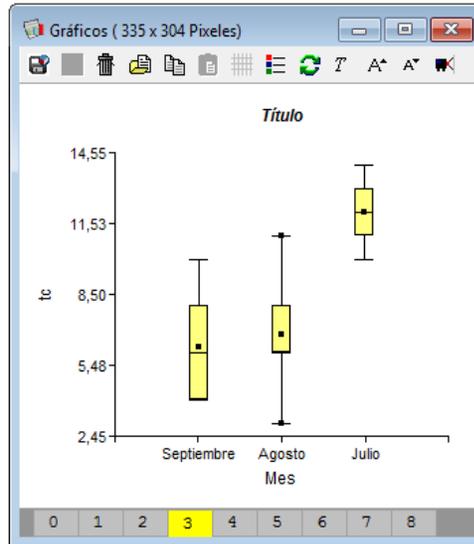
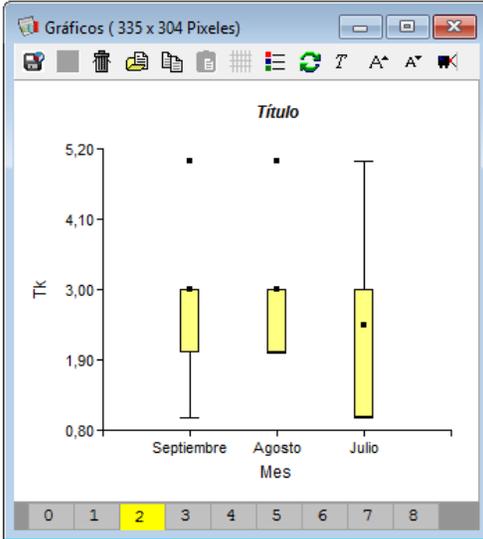




Figura 3.2. Gráfico de caja y bigote Fuente. Software Infostat

Análisis de la capacidad del proceso

Se cuenta con el número de observaciones suficientes (Muestra).

Se analizará si el proceso es capaz (Los puntos de distribución se encuentran dentro de los límites de especificación ± 3).

El valor cp debe ser

Valor del Cp.	Clase de proceso	Decisión
$Cp. > 2$	Clase mundial	Tiene calidad seis sigma
$1.33 \leq Cp. \leq 2$	1	Mas que adecuado
$1 \leq Cp. < 1.33$	2	Adecuado para el trabajo, pero requiere de un control estricto conforme el Cp. se acerca a uno.
$0.67 \leq Cp. < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria
$Cp. < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones serias.

Figura 3.3.Valor del Cp Fuente. Software Infostat

Tabla 3.1.Desicion de la cp en la variable

Variable	Cp	Decisión
Tk	0,54	No adecuado
tc	0,61	No adecuado
G	0,31	No adecuado
St	0,22	No adecuado
C/lit	0,54	No adecuado
Gr	0,4	No adecuado
T envejecimiento	0,75	No adecuado



Relación entre Cp, ppm y % rendimiento

Valor del Cp	% de capacidad	% No conforme	Partes por millón (ppm)
0.500	86.640	13.360	133 600
0.620	93.500	6.500	65 000
0.680	96.000	4.000	40 000
0.750	97.500	2.500	25 000
0.810	98.500	1.500	15 000
0.860	99.000	1.000	10 000
0.910	99.350	0.650	6 500
1.000	99.730	0.270	2 700
1.330	99.990	0.006	60

Figura 3.4. Relación entre la cp, ppm y % rendimiento Fuente. Serón, D. (2020)

Cpk

- **Cpk > 1** indica que el proceso está fabricando artículos que cumplen con las especificaciones.
- **Cpk < 1** indica que el proceso está produciendo artículos fuera de las especificaciones.
- **Cpk < 0** indica que la media del proceso está fuera de las especificaciones.

Figura 3.5. Rangos de cpk Fuente. Serón, D. (2020)

Tabla 3.2. Decisión de la cpk en la variable

Variable	CpK	Decisión
Tk	0,5	Está fuera de las especificaciones
tc	0,53	Está fuera de las especificaciones
G	0,01	Está fuera de las especificaciones
St	0,08	Está fuera de las especificaciones
C/lit	0,41	Está fuera de las especificaciones
Gr	0,32	Está fuera de las especificaciones
T envejecimiento	0,73	Está fuera de las especificaciones

Fuente. Elaboración propia



Relación entre Cpk, ppm y % rendimiento

Valor del Cpk	% de capacidad	% No conforme	Partes por millón (ppm)
0.500	93.320	6.680	66 800
0.510	93.500	6.500	65 000
0.580	96.000	4.000	40 000
0.650	97.500	2.500	25 000
0.720	98.500	1.500	15 000
0.780	99.000	1.000	10 000
0.830	99.350	0.650	6 500
1.000	99.865	0.135	1 350
1.330	99.997	0.003	30

Figura 3.6. Relación entre la cp, ppm y % rendimiento Fuente. Serón, D. (2020)

Aunque las variables siguen una distribución normal. Los índices no tienen significado, ya que el proceso está fuera de control (es inestable). La relación entre Cp y Cpk ($Cp \neq Cpk$) nos dice que el proceso no está centrado. Además con mucha variabilidad.

Diagramas de Control

Análisis de la capacidad del proceso

Ítem	Valor
Media:	2,88
Desv. est.:	1,24
LEI:	1,00
LES:	5,00

Tolerancias bilaterales

Ítem	Valor
Zinf:	-1,51
Zsup:	1,72

Proporciones fuera de especificación

Ítem	Valor
Inferior:	0,0649
Superior:	0,0430
Total:	0,1079

Evaluación aptitud del proceso

Ítem	Valor
cp	0,54
cpk	0,50

Figura 3.7. Capacidad del proceso para la variable Tk Fuente. Software Infostat



Diagramas de Control

Análisis de la capacidad del proceso

Ítem	Valor
Media:	7,75
Desv.est.:	3,01
LEI:	3,00
LES:	14,00

Tolerancias bilaterales

Ítem	Valor
Zinf:	-1,58
Zsup:	2,08

Proporciones fuera de especificación

Ítem	Valor
Inferior:	0,0570
Superior:	0,0188
Total:	0,0758

Evaluación aptitud del proceso

Ítem	Valor
cp	0,61
cpk	0,53

Figura 3.8. Capacidad del proceso para la variable tc Fuente. Software Infostat

Diagramas de Control

Análisis de la capacidad del proceso

Ítem	Valor
Media:	5,89
Desv.est.:	2,68
LEI:	1,00
LES:	6,00

Tolerancias bilaterales

Ítem	Valor
Zinf:	-1,83
Zsup:	0,04

Proporciones fuera de especificación

Ítem	Valor
Inferior:	0,0339
Superior:	0,4843
Total:	0,5183

Evaluación aptitud del proceso

Ítem	Valor
cp	0,31
cpk	0,01

Figura 3.9. Capacidad del proceso para la variable G Fuente. Software Infostat



Diagramas de Control

Análisis de la capacidad del proceso

Ítem	Valor
Media:	1,23
Desv.est.:	0,20
LEI:	1,01
LES:	1,28

Tolerancias bilaterales

Ítem	Valor
Zinf:	-1,10
Zsup:	0,24

Proporciones fuera de especificación

Ítem	Valor
Inferior:	0,1350
Superior:	0,4055
Total:	0,5405

Evaluación aptitud del proceso

Ítem	Valor
cp	0,22
cpk	0,08

Figura 3.10. Capacidad del proceso para la variable St Fuente. Software Infostat

Diagramas de Control

Análisis de la capacidad del proceso

Ítem	Valor
Media:	5916,88
Desv.est.:	1688,58
LEI:	2540,00
LES:	8000,00

Tolerancias bilaterales

Ítem	Valor
Zinf:	-2,00
Zsup:	1,23

Proporciones fuera de especificación

Ítem	Valor
Inferior:	0,0228
Superior:	0,1087
Total:	0,1314

Evaluación aptitud del proceso

Ítem	Valor
cp	0,54
cpk	0,41

Figura 3.11. Capacidad del proceso para la variable C/lit Fuente. Software Infostat



Diagramas de Control

Análisis de la capacidad del proceso

Ítem	Valor
Media:	5,29
Desv.est.:	2,41
LEI:	3,00
LES:	8,80

Tolerancias bilaterales

Ítem	Valor
Zinf:	-0,95
Zsup:	1,46

Proporciones fuera de especificación

Ítem	Valor
Inferior:	0,1709
Superior:	0,0722
Total:	0,2431

Evaluación aptitud del proceso

Ítem	Valor
cp	0,40
cpk	0,32

Figura 3.12. Capacidad del proceso para la variable Gr

Fuente. Software Infostat



Diagramas de Control

Análisis de la capacidad del proceso

Ítem	Valor
Media:	5,09
Desv.est.:	1,33
LEI:	2,00
LES:	8,00

Tolerancias bilaterales

Ítem	Valor
Zinf:	-2,33
Zsup:	2,19

Proporciones fuera de especificación

Ítem	Valor
Inferior:	0,0099
Superior:	0,0144
Total:	0,0243

Evaluación aptitud del proceso

Ítem	Valor
cp	0,75
cpk	0,73

Figura 3.13. Capacidad del proceso para la variable T envejecimiento Fuente. Software Infostat

3.1. Propuestas para la mejora de la gestión de mantenimiento en la Empresa de Productos Lácteos “Escambray”

3.1.1. Identificación de los problemas que afectan el desempeño de la Gestión de mantenimiento.

Se realizaron entrevistas no estructuradas al personal experimentado de las diferentes áreas relacionadas con la función mantenimiento en aras de enriquecer la lista de problemas identificada mediante la lista de chequeo. Se realizó una revisión de los



documentos que normalizan el funcionamiento de la empresa. Quedaron identificados como posibles problemas, los siguientes:

Administración del mantenimiento

1. No se conoce el costo de pérdida de producción por falla.
2. No existe un software para controlar las actividades de mantenimiento y facilitar la toma de decisiones.
3. No es posible definir con exactitud el tiempo requerido para diagnosticar un fallo.
4. El departamento de mantenimiento no participa en la planificación del presupuesto para sus tareas.
5. No se elabora información suficiente y efectiva para la toma de decisiones en el área de mantenimiento.

Servicios de terceros

1. La empresa no tiene definido un procedimiento para la selección de proveedores deservicios de mantenimiento.
2. No existe un procedimiento para evaluar y homologar proveedores que permita llevar a cabo una acción de seguimiento que incluya la reevaluación de estos.
3. No se dominan las actividades más rentables.

Personal

1. Fluctuación del personal afectando el cumplimiento de las tareas de mantenimiento.

Gestión de piezas de repuesto

1. No se conoce el tiempo de abastecimiento para los repuestos
2. No se inspeccionan o ensayan los repuestos que entran al almacén.
3. No se evalúa el sistema de compras, el cual es demasiado lento.
4. Se depende de proveedores extranjeros para la importación de recursos y los suministradores cubanos no tienen los repuestos.
5. No se define el punto del pedido y las cantidades a reaprovisionar para cada artículo.
6. No se conoce el stock mínimo a mantener en inventario.
7. No se implementa un procedimiento para el pronóstico de la demanda de piezas de repuesto.
8. No se evalúa la eficacia del almacén.

Evaluación y control



1. No se compara el desempeño de la organización con otras similares por lo que no se conoce cuán bien se marcha.
2. No se dispone de registro de controles estadísticos adecuados para la demostración de la confiabilidad del servicio de mantenimiento.
3. Los indicadores para la evaluación general del mantenimiento no son suficientes.
4. No se controla el avance de las órdenes de trabajo.

Infraestructura

1. La infraestructura existente no es la adecuada para alcanzar la conformidad del servicio de mantenimiento.
2. Los talleres no tiene el espacio suficiente para desarrollar los trabajos demandados y medios existentes en ellos se adecúan al tipo de trabajo que se realiza pero son insuficientes.
3. No se encuentra estipulada una política de reemplazo de equipos en la empresa.
4. No están catalogadas las herramientas a utilizar en cada área.

Seguridad

1. No se realizan auto inspecciones para verificar el cumplimiento de los planes de medidas de seguridad.
2. La ubicación de los talleres no es la mejor y presentan riesgos para los trabajadores.
3. Cada trabajador conoce los medios que debe utilizar, pero no siempre los usan.

Medio ambiente

1. La formación medioambiental brindada a los trabajadores no es la mejor.
2. En la empresa en ocasiones no se le da el tratamiento adecuado a los desechos peligrosos.

Aseguramiento a la calidad

1. El aseguramiento metrológico existe, pero presenta deficiencias pues no se cuenta con todos los instrumentos necesarios.
2. El personal operativo no ha recibido capacitación respecto a esta materia.

3.1.2. Propuesta del plan de acciones para solucionar los problemas principales.

A continuación, se presenta el plan de acciones diseñado con el fin de superar los problemas fundamentales que afectan el desempeño de la empresa. Se definen las



propuestas con sus responsables, recursos necesarios, fecha de cumplimiento y participantes, así como los elementos a considerar para desarrollar efectivamente cada propuesta.

Problema: Insuficientes procedimientos e indicadores para controlar y evaluar las actividades de mantenimiento.

Propuesta de acciones

1. Diseñar un Cuadro de Mando Integral de Mantenimiento

Fecha de cumplimiento: enero 2024

Responsable: Jefe de mantenimiento

Participantes:

- Personal de Recursos Humanos
- Personal de economía
- Personal de compras y almacenes
- Personal de mantenimiento
- Personal de producción

Recursos necesarios:

- Material de oficina
- Equipos de cómputo

Elementos a considerar:

- Áreas y funciones a evaluar
- Indicadores de mantenimiento

2. Establecer plan de Benchmarking para el área de mantenimiento de la empresa

Fecha de cumplimiento: febrero 2024

Responsable: Jefe de mantenimiento

Participantes:

- Jefe técnico
- Personal de economía
- Personal de Recursos Humanos

Recursos necesarios:

- Material de oficina
- Equipos de cómputo

Elementos a considerar:



- Empresa líder a tomar como referencia
- Indicadores a evaluar y comparar
- Información necesaria para medir el comportamiento de los indicadores decididos

3. Evaluar la eficacia del almacén

Fecha de cumplimiento: abril 2024

Responsable: Jefe de almacén

Participantes:

- Personal de economía
- Personal de compras

Recursos necesarios:

- Material de oficina

Elementos a considerar:

- Indicadores a medir
- Disponibilidad de información

Problema: Inexistencia de un sistema de gestión de inventario de piezas de repuesto.

Propuesta de acciones

1. Establecer un procedimiento para el pronóstico de la demanda

Fecha de cumplimiento: abril 2024

Responsable: Jefe de mantenimiento

Participantes:

- Personal de mantenimiento
- Personal de Tecnología y desarrollo

Recursos necesarios:

- Medios de cómputo
- Material de oficina

Elementos a considerar:

- Demanda histórica de los repuestos
- Métodos de pronóstico de demanda a considerar
- Período futuro a pronosticar

2. Elaborar un procedimiento para solicitar repuestos en caso de emergencia



Fecha de cumplimiento: Último trimestre/2024

Responsable: Jefe de mantenimiento

Participantes:

- Jefe de brigada
- Personal de Tecnología y desarrollo

Recursos necesarios:

- Material de oficina

Elementos a considerar:

- Nivel de demanda
- Nivel de inventario existente
- Proveedores de dicho repuesto y nivel de relaciones con ellos

3. Establecer el tiempo de abastecimiento de las piezas de repuesto

Fecha de cumplimiento: mayo 2024

Responsable: Jefe de compras

Participantes:

- Jefe de mantenimiento
- Jefe de Contabilidad y finanzas
- Personal de almacén

Recursos necesarios:

- Material de oficina

Elementos a considerar:

- Principales proveedores de cada repuesto
- Ubicación geográfica de los proveedores
- Demanda histórica de los repuestos
- Niveles de inventario necesarios

Problema: Baja motivación del personal

Propuesta de acciones

4. Desarrollar un nuevo sistema de estimulación

Fecha de cumplimiento: mayo 2015

Responsable: Jefe de Recursos Humanos

Participantes:



- Jefe de mantenimiento
- Jefe de Contabilidad y finanzas

Recursos necesarios:

- Material de oficina
- Medios de cómputo

Elementos a considerar:

- Resolución No. 17/2014: Formas y sistemas de pagos del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
- Indicadores básicos y condicionantes
- Personal que abarca el sistema de estimulación salarial, así como el personal que certifica el pago.

Problema: No existe un sistema informatizado para el seguimiento, control y toma de decisiones de la actividad de mantenimiento

Propuesta de acciones

5. Implantar un sistema de mantenimiento asistido por computadora

Cumplimiento: primer trimestre de 2024

Responsable: Jefe de informática

Participantes:

- Jefe de Grupo de Perfeccionamiento Empresarial, Organización y Remuneración del
- trabajo
- Especialistas de mantenimiento

Recursos necesarios:

- Equipamiento de cómputo
- Material de oficina

Elementos a considerar:

- Elementos de la gestión de mantenimiento que se desee informatizar en la empresa
- Nivel de integración deseado con otras áreas de la empresa (Recursos Humanos, Producción, Economía, Compras, etc.).



CONCLUSIONES

1-El estudio documental permitió establecer la necesidad de la Economía Circular, la cual tributa a la preservación del valor de los materiales y productos durante el mayor tiempo posible, además, permite ahorrar energía y reducir los costos de producción.

2-La aplicación de un diagnóstico en la Empresa demostró la existencia de problemas de rendimiento en el proceso de producción.

3-La metodología propuesta en la Empresa, evaluada por los expertos, resultó muy adecuada.

4-En el análisis estadístico se observó que: las variables siguen una distribución normal; la capacidad del proceso es no adecuada, lo cual apunta a un rendimiento muy bajo; además, la producción está fuera de las especificaciones.

5-Se identificaron varias propuestas de mejora en la Empresa como: Diseñar un Cuadro de Mando Integral de Mantenimiento, establecer un plan de Benchmarking para el área de mantenimiento de la empresa, evaluar la eficacia del almacén, establecer el tiempo de abastecimiento de las piezas de repuesto, desarrollar un nuevo sistema de estimulación enriquecer el uso de la tecnología



RECOMENDACIONES

1-Darle continuidad a la investigación, en la empresa, para lograr el mejoramiento de los principales problemas detectados y de nuevos problemas que se puedan presentar en lo sucesivo.

2-Capacitar a directivos, y el resto de los trabajadores para facilitar la aplicación de la propuesta en la Empresa “Combinado Lácteo Escambray”.

3-Socializar los resultados obtenidos, para facilitar posteriores investigaciones en la industria del lácteo; así como, favorecer la difusión de la metodología, para enriquecer los estudios de Economía Circular existentes en la localidad.

4-Realizar la aplicación de este nuevo modelo económico (Economía Circular) a las demás empresas existentes en la localidad, para contribuir a mejorar la calidad del proceso de producción.

5-Incorporar el cálculo de los costos de calidad a la propuesta, ya que implica una mejora del proceso de producción, al ser una vía para reducir los gastos operativos



Aplicación de la Economía Circular en la elaboración del Helado, en la Empresa de Productos Lácteos Escambray.





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alea, L. (2020). *Procedimiento para la gestión del reciclaje de los residuos sólidos*

generados en destinos turísticos. (Tesis de maestría). Universidad de Pinar Del

Río.

<https://rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/3752/1/TESIS%20DE%20MAESTR%C3%8>

[DA%20LAZARO%20DANIEL%20ALEA%20GONZ%C3%81LEZ.pdf](https://rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/3752/1/DA%20LAZARO%20DANIEL%20ALEA%20GONZ%C3%81LEZ.pdf)

Anaya-Villalpanda. (2023). La economía circular para la seguridad alimentaria y el

procesamiento agroindustrial de alimentos. *Revista Cubana de Administración*

Pública y Empresarial, 7(2). <https://doi.org/10.5281/zenodo.8241446>

Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado (AUIP). (2021). *Herramientas*

para Implementar Economías Circulares en Procesos Agroindustriales (1ª

Edición). RED Iberoamericana AUIP. [https://riihec.org/wp/pdf/libro-riihec-auip-](https://riihec.org/wp/pdf/libro-riihec-auip-j2021.pdf)

[j2021.pdf](https://riihec.org/wp/pdf/libro-riihec-auip-j2021.pdf)

Burgo, O. B. (2020). *Gestión de empresas agropecuarias con enfoque de economía*

circular para el fomento del desempeño y la sostenibilidad. Univer Sur.

<https://universosur.ucf.edu.cu/?p=1133>

Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). *Economía circular, estrategia y competitividad*

empresarial.

[https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaInd](https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf)

[ustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf](https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf)

de Miguel, C., Martínez, K., Pereira, M., & Kohout, M. (2021). *Economía circular en*

América Latina y el Caribe: Oportunidad para una recuperación transformadora.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).



<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5fceda72-3fed-4ace-bb87-5688547cf2f5/content>

Espinosa-Rodríguez, & Fernández-Capote. (2023). Proyecto de economía circular.

Experiencias y buenas prácticas de sostenibilidad en la Empresa “CEPIL” de Ciego de Ávila. *Revista cubana de Finanzas y Precios*, 7(1).

https://www.mfp.gob.cu/revista/index.php/RCFP/article/view/06_V7N12023_VERyYFC

Ingeniería Química. (2019). *¿Qué es la economía circular?*

<https://www.ingenieriaquimica.net/articulos/437-que-es-la-economia-circular>

López-Falcón & Ramos Serpa. (2021). Acerca de los métodos teóricos y empíricos de investigación: Significación para la investigación educativa. *Revista Conrado*, 17(23).

<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/download/2133/2079/>

Mesguer, V. (2020). *Experto Universitario en Economía e Ingeniería Circular*.

Universidad Católica de Murcia.

https://www.ucam.edu/sites/default/files/public/experto-economia-circular/presentacion-rsc-experto_eco_e_ing_circular-_20cr-semi.pdf

Poza, N. (2021). *Rediseño de la cadena de suministro cárnica en base a la economía circular* [Tesis de grado]. <https://zaguan.unizar.es/record/100944/files/TAZ-TFG-2021-196.pdf>

Prevención Integral – España. (2018). *Ventajas y beneficios de la economía circular*.

argentinambiental. https://argentinambiental.com/wp-content/uploads/pdf/AA97-22-Ventajas_y_beneficios_de_la_Economia_Circular.pdf



Priede, T., & Hilliard, I. (2019). *La economía circular en la industria alimentaria*.

Universidad Europea de Madrid.

<https://abacus.universidadeuropea.com/bitstream/handle/11268/9281/Dossieres%20EsF%2035%20RSC%20en%20la%20industria%20alimentaria.pdf?sequence=2>

Segovia, J. (2021). *Ingeniería Química y economía circular: Retos y oportunidades*.

Universidad de Guanajuato. <https://www.ugto.mx/antenauniversitariaug/77-secciones-principales/319-ug-a-traves-de-la-historia-2>

Serón, D. (2020). *Economía circular: De alternativa a necesidad*. UNED y Economistas

sin Fronteras. <https://ecosfron.org/wp-content/uploads/2020/03/Dossieres-EsF-37-La-Econom%C3%ADa-Circular.pdf>

Vega, J., & Güiza, Y. (2021). *Estudio prospectivo de la economía circular a nivel*

nacional y mundial desde la perspectiva de la ingeniería química y de procesos

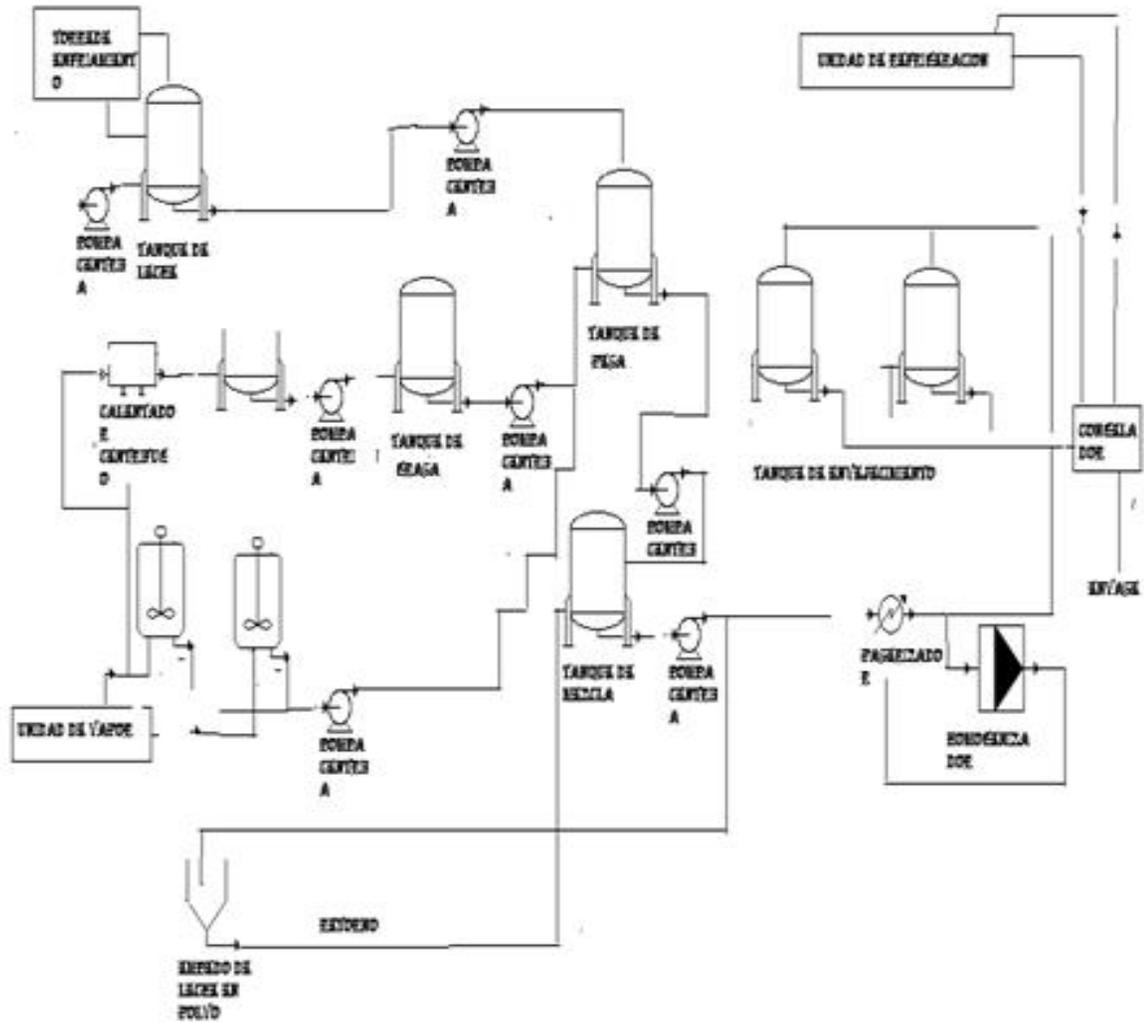
(Tesis de grado). Universidad de San Buenaventura.

<https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/068fdaec-5484-4acc-9878-b01b74ad33da/content>



ANEXOS

Anexos1. DIAGRAMA DE FLUJO





Anexo2. Diagrama de bloque

