

**MEDIDAS PARA REDUCCIÓN DE HUELLA DE CARBONO ENERGÉTICO EN
PROCESO DE PASTEURIZACIÓN DE UNA EMPRESA LÁCTEA EN BOGOTÁ**

JENNY PAOLA LOPEZ VALENZUELA

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2019**

**MEDIDAS PARA REDUCCIÓN DE HUELLA DE CARBONO ENERGÉTICO EN
PROCESO DE PASTEURIZACIÓN DE UNA EMPRESA LÁCTEA EN BOGOTÁ**

JENNY PAOLA LOPEZ VALENZUELA

**Monografía para optar por el título de Especialista en
Gestión Ambiental**

**Orientador(a):
GABRELA ARRIETA LOYO
DRA. INGENIERA AMBIENTAL**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2019**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Director de la Especialización

Firma del Calificador

Bogotá, D.C., Abril de 2019

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García–Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrado

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Decano de Facultad de Educación Permanente y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suárez

Director de Especialización en Gestión Ambiental

Dr. Emerson Mahecha Roa

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestos en el presente documento. Estos corresponden únicamente al autor.

DEDICATORIA

El trabajo realizado lo dedico con mucho cariño a Giovanni Fonseca por ser el apoyo incondicional en mi vida, que, con su amor y respaldo, me ayudo alcanzar mis objetivos propuestos, ya que, con su ejemplo y amor profundo, me encaminaron a seguir con la propuesta investigativa quienes, siempre me dieron esperanzas y tuvieron fe en mí. También se la dedico a mi Madre Cecilia Valenzuela que fue el sustento en todo momento para la realización de esta monografía que me ha permitido continuar pese a todos los obstáculos que se presentaron en el trayecto de esta investigación. A mis amigos que gracias a su apoyo moral me permitieron permanecer con empeño, dedicación y cariño, y a todos quienes contribuyeron con un granito de arena para culminar con éxito a esta meta alcanzada.

Jenny Paola López Valenzuela

AGRADECIMIENTOS

Esta Monografía, si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que me acompañaron en el recorrido laborioso de este trabajo y muchas de las cuales han sido un soporte muy fuerte en momentos de angustia y desesperación, primero y antes que todo, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio, a mi tutora Dra. Ingeniera ambiental Gabriela Arrieta Loyo que con su amplia experiencia y conocimientos me orientaron al correcto desarrollo y culminación con éxito este trabajo para la obtención de título de Especialista en Gestión Ambiental, a través de ellos a la Función Universidad de América.

CONTENIDO

	pag.
INTRODUCCION	14
OBJETIVOS	16
1 PROBLEMA	17
2 MARCO CONCEPTUAL	21
2.1 HUELLA DE CARBONO	21
2.2 FUENTES DE EMISIONES	22
2.3 PRINCIPALES METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO	24
2.4 GESTIÓN DE HUELLA DE CARBONO Y MARKETING ECOLÓGICO	25
2.5 GANADERÍA COMO MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA LÁCTEA	27
2.6 SECTOR ALIMENTICIO DE LÁCTEOS Y PASTEURIZACIÓN DEL PRODUCTO	28
2.7 ACUERDOS Y NORMATIVAS INTERNACIONALES PARA LA GESTIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO	32
2.7.1 Protocolo de Kioto.	32
2.7.2 Acuerdo de Copenhague.	33
2.7.3 El Acuerdo de París.	34
2.7.4 En la Unión Europea.	34
2.8 NORMATIVIDAD DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL SECTOR LÁCTEO COLOMBIANO	35
3 METODOLOGÍA	47
3.1 NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	47
3.2 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	47
3.3 RECOPIACIÓN DE DATOS	50
4 RESULTADOS	51
4.1 VALIDACIÓN DE METODOLOGÍAS A NIVEL INTERNACIONAL EN CUANTO A EMISIONES	51
4.1.1 GHG Protocol.	51
4.1.2 PAS 2050.	51
4.1.3 Norma ISO 14064.	52
4.1.4 El Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3). ha sido desarrollado por Doménech y colaboradores a partir del año 2004.	52
4.2 CONSUMO DE ENERGÍA DE LOS EQUIPOS DE PASTEURIZACIÓN UTILIZADOS EN LA EMPRESA	53
4.3 CONSUMOS DE ENERGÍA DE LOS EQUIPOS DE PASTEURIZACIÓN	56

4.4 ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS EQUIPOS	58
4.4.1 Blender.	58
4.4.2 Pasteurizador.	58
4.4.3 Caldera.	59
4.4.4 Envasadora.	59
4.4.5 Esterilizador.	59
4.5 MEDIDAS PARA REDUCIR LA HUELLA DE CARBONO ENERGÉTICO DE LOS EQUIPOS EN LA EMPRESA LÁCTEA	61
4.6 APORTES	63
5 CONCLUSIONES	65
6 RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFÍA	69

LISTA DE CUADROS

	pag.
Cuadro 1- Descripción del proceso productivo de la leche tratada térmicamente.	29
Cuadro 2- Normativas de gestión medioambiental en Colombia	37
Cuadro 3- Equipo 1 - El Blender	54
Cuadro 4- Equipo 2 - La Caldera	54
Cuadro 5- Equipo 3 - Esterilizador	55
Cuadro 6- Equipo 4 - Envasadora	55
Cuadro 7- Equipo 5 - Intercambiador de placas de enfriamiento	55
Cuadro 8- Equipo 6 - Pasteurizador	56
Cuadro 9- Medidas para la reducción de la Huella de Carbono	61

LISTA DE GRAFICOS

	pag.
Gráfico 1- Consumo de Agua Empresa Láctea	19
Gráfico 2- Clasificación de las emisiones de GEI y emisiones	49
Gráfico 3- Costo Vs. Kilovatio - Empresa Láctea	57
Gráfico 4- Representación grafica de la Huella de carbono de los equipos usados en la empresa	60

LISTA DE TABLAS

	pag.
Tabla 1- Consumos de energía activa y reactiva en la empresa período 2017-2018	56
Tabla 2- Factor de Emisión de consumo Eléctrico del Blender	58
Tabla 3- Factor de Emisión de Consumo Eléctrico de la Pasteurizadora	58
Tabla 4- Factor de Emisión de consumo Eléctrico de la Caldera	59
Tabla 5- Factor de Emisión de consumo Eléctrico Envasadora	59
Tabla 6- Factor de Emisión de Consumo Eléctrico del Esterilizador	59
Tabla 7- Huella de carbono por mes de los equipos de la empresa láctea	60

RESUMEN

El presente documento propone la formulación de medidas de reducción de la huella de carbono energético generada por los equipos utilizados en el proceso de pasteurización en una empresa de lácteos en Bogotá. Para lograr el objetivo planteado se realizó una investigación de nivel descriptivo con diseño de campo en la empresa seleccionada, a través del proceso de recolección de datos propuesto por la metodología PIGA con base en el GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol), que constituye un estándar internacional de medición de Gases Efecto Invernadero. En dicho procedimiento se realizó la observación de los equipos empleados para la pasteurización y se establecieron sus emisiones en Kwh; asimismo, se definió que las emisiones de la empresa láctea se ubican en el alcance 2, la cual se refiere a emisiones indirectas por consumo eléctrico. Sobre la base de esta información se procedió a establecer el cálculo de la huella de carbono y definir jerárquicamente los equipos comprometidos con la finalidad de proponer las medidas de reducción de la huella de carbono en la empresa.

Palabras clave: Gases Efecto Invernadero, Huella de Carbono, Pasteurización, Sustentabilidad.

ABSTRACT

Summary In the present investigation, the formulation of some measurements for reducing energyenergy carbon footprint generated by the equipment used in the pasteurization process in a dairy company in Bogotá is proposed. To achieve this objective, a descriptive level research with design was carried out. field in the selected company, through the data collection process proposed by the PIGA methodology based on the GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol), which is an international standard for measuring greenhouse gases. In this procedure, observation was made of the equipment used for pasteurization and emissions were established in Kwh dairy company are located in scope 2, which refers to indirect emissions for electricity consumption. On the basis of this information, the calculation of the carbon footprint was defined and the committed teams were defined hierarchically in order to propose the measures to reduce the carbon footprint in the company.

Keywords: Gases Greenhouse Effect, Carbon Footprint, Pasteurization.

INTRODUCCION

Se entiende por “cambio climático a la variación global del clima de la tierra debido a causas naturales, pero principalmente a la acción humana, que se traduce en quema de combustibles fósiles, pérdida de bosques y otras actividades producidas en el ámbito industrial, agrícola y transporte, como consecuencia de una retención del calor del sol en la atmosfera, característica conocida como efecto invernadero; entre los gases que producen dicho efecto se encuentran el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano”¹.

El cambio climático ha generado efectos perniciosos en el medio ambiente y en el ser humano. Se señala que en el transcurso de “1901 a 2010, el nivel del mar se incrementó en casi 19 cm., ya que el calentamiento y el deshielo conllevaron a que los mares se expandieran. Para el año 2100, se prevé una elevación media del nivel del mar de entre 24 y 30 cm para 2065 y entre 40 y 63 cm para 2100”².

Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) han sido señaladas a nivel mundial como una responsable de este cambio climático y ambiental en general, puesto que desde 1990 se han incrementado hasta un 50%. Todo esto debido al desarrollo industrial y el alto consumismo en los países desarrollados y en vía de desarrollo, generando consecuencias casi irreversibles en nuestros ecosistemas y en los recursos renovables y no renovables.

En consecuencia, la Organización de las Naciones Unidas indica la creación de planes y estrategias para llevar un desarrollo sustentable en los países, utilizando medidas adecuadas de tipo económico, social, político y ambiental “...ecosistemas tan diversos como la selva amazónica y la tundra antártica pueden estar llegando a umbrales de cambio drástico debido al calentamiento y a la pérdida de humedad, y los efectos producidos por el abastecimiento reducido de agua en los meses más secos tendrán repercusiones sobre varias generaciones”³.

¹ COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. CEPAL. Cambio climático. [sitio web] Bogotá D.C.CO. sec. Temas. [consultado 15, junio, 2018]. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/temas/cambio-climatico>.

² OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.ods. Acción por el Clima. [Sitio web]. Bogotá DC.CO. Sec.Inicio. [consultado. 22, septiembre, 2018]. Disponible en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>.

³ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS.onu.Cambio climático [Sitio web]. Bogotá DC. CO. Sec. Inicio. [consultado. 22, septiembre, 2018]. Disponible en <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html>.

Teniendo en cuenta la preocupación por las afectaciones presentes y futuras en el ecosistema mundial, “se hace necesario el compromiso de las naciones y las industrias para contribuir con la mitigación de los gases efecto invernadero (GEI). En sus procesos productivos. En tal sentido, dentro de las medidas a adoptar es importante la revisión de estrategias adicionales para reducir la huella de carbono limitando el aumento de la temperatura global a menos de 2°C.”⁴

Atendiendo a esta situación, las industrias están incorporando como una alternativa, la mitigación del impacto ambiental a través de la eficiencia energética de sus procesos, siendo el cálculo y gestión de la “huella de carbono y el análisis del ciclo de vida, algunas de las herramientas más difundidas”⁵.

De acuerdo a lo anterior, y considerando que la industria de alimentos es una de las mayores contribuyentes de impactos ambientales por huella de carbono; el presente trabajo se orienta a proponer algunas medidas de reducción de la huella de carbono en el proceso de pasteurización en una empresa de lácteos ubicada en la ciudad de Bogotá D.C, con el fin de contribuir en disminuir parte del daño ambiental como la gestión eficiente de la empresa hacia el desarrollo de procesos energéticos sustentables.

⁴ ORGANIZACIÓN NACIONES UNIDAS –ONU- .Cambio climático [Sitio web]. Bogotá DC. CO. Sec. Inicio. [consultado.22, septiembre, 2018]. Disponible en <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html>.

⁵ OLIVERA, SAIZAR, MARTINEZ, SCALA, LIMA & ARMANETTI. Gestión de la Huella de Carbono. Una experiencia en la industria láctea nacional. En: INNOTEC Gestión, 2013, 5 pp. 6-21.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Establecer una metodología para el cálculo y reducción de la huella de carbono energético generada por los equipos utilizados en el proceso de pasteurización en una empresa de lácteos en Bogotá.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las metodologías más usadas en el sector de alimentos para medir huella de carbono.
- Identificar los equipos, usados en el proceso de pasteurización con consumo energético de producción de leche y sus características de operación.
- Estimar el consumo energético en cada uno de los equipos pasteurizador, enfriador, tanque de almacenamiento, esterilizador, envasadoras, calderas en los últimos 2 años.
- Calcular la huella de carbono en el consumo energético de los equipos: enfriador, pasteurizador, tanque de almacenamiento, esterilizador, envasadoras, calderas, aplicando la metodología seleccionada.
- Proponer medidas para reducir la huella de carbono energético de los equipos en la empresa láctea

1 PROBLEMA

“Colombia se ubica como la cuarta economía de América Latina, después de Brasil, México y Argentina”⁶.

“Durante 2017, el valor agregado de los rubros de los sectores agrícola, ganadería, caza, silvicultura y pesca, se incrementaron en un 4.9%, en relación al 2016; principalmente por el crecimiento de cultivo de otros productos agrícolas representado en 8.1%, y en la actividad pecuaria, caza y pesca en un 4.1%. Por su parte, la explotación de minas y canteras disminuyó un 3.6% en relación al 2016, debido a la disminución de extracción de minerales metálicos en un 16.0%, extracción de petróleo crudo y gas natural en un 3.9%, extracción de minerales no metálicos 1.9% y extracción de carbón mineral en 0.4%”⁷.

Estos sectores que impulsan la economía de país representan igualmente, un consumo de recursos y generación de impactos ambientales significativos, es así que la producción de petróleo y carbón, conocidos como combustibles fósiles, generan en Colombia grandes volúmenes de GEI a la atmósfera, lo que conlleva el reto de reducir las emisiones de CO₂. Al respecto, existen iniciativas gubernamentales dirigidas a lograr dicha meta a nivel nacional, como “la estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC) que consiste en un programa de planeación del desarrollo a corto, mediano y largo plazo conducido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, el cual pretende desvincular el desarrollo económico nacional al incremento de las emisiones de GEI. Desde dicha iniciativa se propone que el crecimiento económico competitivo se genere a través del uso eficiente de los recursos, la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías”⁸.

Por otra parte, la industria de alimentos contribuye significativamente al impacto negativo y deterioro del ambiente en varios aspectos, debido al consumo insostenible de agua y combustibles, la sobrepesca, degradación del medio marino, generación de residuos, subproductos y empaques, consumo y generación de energía. Además, cada sector según su actividad genera residuos en porcentajes diferentes de acuerdo con los productos elaborados. Se calcula que la industria de alimentos “(...) representa alrededor del 30% del consumo total

⁶ COLOMBIA.col.Economía. [Sitio web]. Bogotá DC.CO. Sec. Inicio. [consultado. 21, septiembre, 2018]. Disponible en <https://www.colombia.com/>.

⁷DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. dane. Cuentas Trimestrales – Colombia Producto Interno Bruto (PIB) Cuarto trimestre de 2017Pr. [Sitio web]. Bogotá DC. CO. Sec. Inicio. 22, febrero, 2018. p.7. [consultado 30, septiembre, 2018]. Archivo pdf. Disponible en https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_IVtrim17_oferta_demanda.pdf

⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE.minambiente. Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono. [Sitio Web]. Bogotá DC.CO.Sec.Inicio. [consultado. 21, septiembre, 2018]. Disponible en <http://www.minambiente.gov.co/index.php/estrategia-colombiana-de-desarrollo-bajo-en-carbono>.

de energía en el mundo y un 22% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero”⁹.

Dentro de esta industria, las empresas lácteas representan en todos los países entre un 10% y 30% del total de empresas agroalimentarias. Los cálculos indican que esta industria tiene gran impacto sobre el medio ambiente y el cambio climático: “Si el crecimiento de la industria mundial de productos lácteos continúa según lo esperado, el sector ganadero en su conjunto podría consumir el 80% del presupuesto anual de gases de efecto invernadero del planeta para el año 2050”¹⁰.

Para este sector, procesar la leche como su producto más importante y perecedero, requiere de diferentes procesos para el almacenamiento y conservación, por lo tanto, genera un alto volumen de residuos sólidos y líquidos. El impacto ambiental está concentrado en la problemática de los residuos líquidos, cargados de grasas, aceites y sólidos suspendidos; este proceso se caracteriza por el consumo excesivo de agua.

A nivel mundial, la producción de leche genera el 2,7% de emisiones de GEI, un 1,3% más de las que causa la carne y se prevé que la demanda se “duplica para los próximos 30 años, Por lo tanto, reducir las emisiones (huella de carbono) por unidad de leche se convierten en una necesidad para los productores de leche”¹¹

“Colombia produce alrededor de 6.717 millones de litros de leche al año, de los cuales un 48% son procesados por las grandes transformadoras de la industria láctea formal”¹². Si bien en Colombia el sector de la industria láctea se caracteriza por su baja competitividad, no es menos cierto que está marcado por importantes empresas que contribuyen a la “economía nacional con altos índices de productividad, como es el caso de Colanta, Alpina o Nestlé”¹³. Esto indica la

⁹ OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE. ods Garantizar modalidades de consumo y producción sostenible. [Sitio web]. Bogotá DC. CO. Sec. Inicio. [consultado. 21, septiembre, 2018]. disponible en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>.

¹⁰ LA RED 21.Lr21. Industrias cárnicas y lácteas sobrepasan a las petroleras como los mayores contaminantes. [Sitio web]. Bogotá. DC. CO. Sec. Inicio. [Consultado. 22, septiembre, 2018]. Disponible en <http://www.lr21.com.uy/ecologia/1374847-carne-leche-grandes-contaminantes-industrias-gases-efecto-invernadero>.

¹¹ ROTZ Modeling greenhouse gas emissions from dairy farms. En Journal of Dairy Science, Volume 101, Issue 7, 2018, pp. 6675-6690.

¹² CARRULLA & ORTEGA. Sistemas de producción lechera en Colombia: retos y oportunidades. . En Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Vol 24 (2). 2015. Pp.83-87.

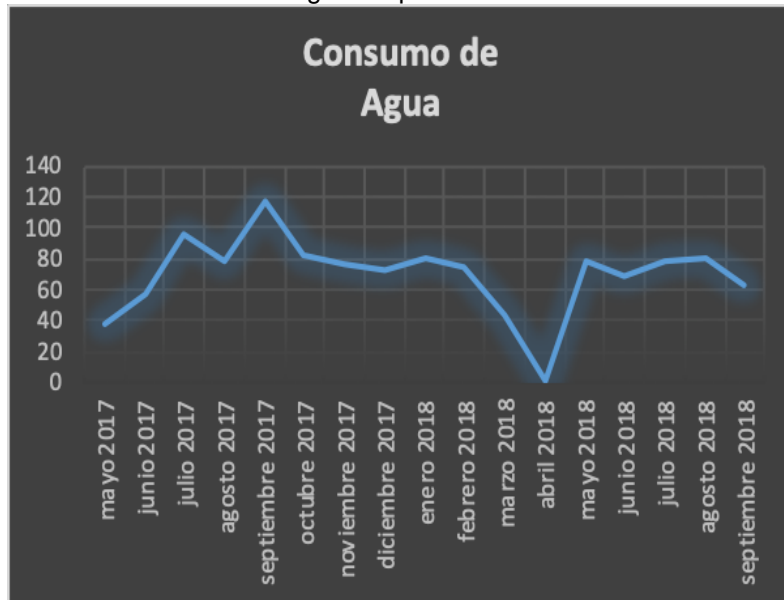
¹³ ASOLECHE. Ranking Lácteo. [sitio web]. Bogotá. DC. CO. Sec. Inicio. [Consultado. 08, octubre, 2018]. Disponible. <https://asoleche.org/2017/07/31/ranking-lacteo/>

necesidad de aunar esfuerzos para atender al daño ambiental que se está generando.

Específicamente uno de los procesos productivos en los cuales se generan altos consumos de agua y energía es la pasteurización, que puede variar de acuerdo a planes de producción y las campañas de mercadeo y ventas.

En el histórico de consumo de agua de una empresa láctea en Bogotá se evidencia una variación para el año 2017 de 116.23% y para el año 2018 de 81.18%, tal y como refleja la Gráfico 1. El agua y la energía están relacionadas en los procesos de producción: extracción de materias primas, refrigeración de plantas térmicas, procesos de limpieza, producción de biocombustibles y funcionamiento de turbinas.

Gráfico 1- Consumo de Agua Empresa Láctea



Fuente. Elaboración propia Datos de Alimentos El Jardín.

En este aspecto, se hace especial énfasis en el consumo de energía que conlleva el proceso de pasteurización a través de tratamientos térmicos para la eliminación de bacterias patógenas en la leche fresca, lo cual exige consumo de combustible para el funcionamiento de las maquinarias.

Estos consumos están dados por la energía activa (kWh), que “es aquella que al ingresar a una instalación por los conductores de electricidad produce luz, calor y movimiento, es decir, la que calienta las resistencias de un horno, provee las fuerzas para mover motores, produce luz al atravesar el filamento de un foco

incandescente, es decir produce trabajo”¹⁴. y por la energía reactiva kVArh (kilo voltio-amperio reactivo hora), que “no se consume ni sirve para calentar, se asocia a todos los aparatos que para su funcionamiento precisen de una bobina (es decir aquellos que funcionan con motores o transformadores) alimentados en corriente alterna la intensidad cambia de sentido de circulación, esta va y viene de nuestro consumo a la red 50 veces por segundo”¹⁵.

Debido a las razones anteriormente expuestas, esta investigación busca conocer cuáles son las medidas de reducción de la huella de carbono energético en los equipos utilizados en el proceso de pasteurización en una empresa de lácteos en Bogotá y los pasos necesarios para optimizar este proceso.

¹⁴COOPERATIVA RURAL DE ELECTRIFICACIÓN. CRE. todo sobre energía y potencia. dependencia [sitio web]. Bogotá DC. CO. Sec. Inicio. [consultado. 09, octubre, 2018]. Disponible en <https://www.cre.com.bo/webcre/empresas/todoenergia.htm>.

¹⁵GESTERNOVA. qué es la energía reactiva y por qué se refleja en la factura de la luz de tu empresa. [sitio web]. Bogotá DC. CO. Sec. Inicio. [consultado. 09, octubre, 2018]. Disponible en <https://gesternova.com/que-es-la-energia-reactiva-y-por-que-se-refleja-en-la-factura-de-la-luz-de-tu-empresa/>.

2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 HUELLA DE CARBONO

“La huella de carbono (HdC) es definida como la medición de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) las cuales son señaladas como contaminantes del medio ambiente; estos gases son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), entre otros, y están vinculadas a las actividades humanas, cotidianas e industriales”¹⁶.

Se considera que la huella de carbono se deriva de la práctica tanto de personas como poblaciones, pequeñas y grandes empresas, industrias, e incluye tanto bienes como servicios. Además, se produce tanto por emisiones directas del lugar que las genera, como por emisiones indirectas, que están fuera del control de la organización pero que se asocian al proceso productivo. Por tanto, es facultad de los gobiernos atender e intervenir sus causas para atenuar el impacto medioambiental. De acuerdo a esto, se considera la siguiente definición: "La huella de carbono es una medida de la cantidad total exclusiva de las emisiones de dióxido de carbono que está directa e indirectamente causado por una actividad o que se acumula en los estadios de vida de un producto "¹⁷.

Esta diferenciación permite que se distinga entre huella de carbono de una organización y huella de carbono de un producto. La huella de carbono de una organización mide la totalidad de GEI emitidos por efecto directo o indirecto provenientes del desarrollo de la actividad de dicha organización.

La huella de carbono de producto mide las emisiones de GEI durante el ciclo de vida de un producto: desde la extracción de las materias primas, pasando por el procesado y fabricación y distribución, hasta la etapa de uso y final de la vida útil.

En tal sentido, la evaluación de la huella de carbono asociada a los productos es compleja, ya que requiere establecer además de la responsabilidad de los consumidores a través de su capacidad de compra, las implicaciones que un bien o servicio tiene para el GEI. Generalmente los modelos de evaluación asignan el aporte únicamente a quienes “generan carbono en el proceso de producción y en

¹⁶ CHACÓN PÁEZ, I., PINZÓN VARGAS, A. C., ORTEGÓN CORTÁZAR, L., & ROJAS BERRIO, S. P. (2016). Alcance y gestión de la huella de carbono como elemento dinamizador del branding por parte de empresas que implementan estas prácticas ambientales en Colombia. En Estudios Gerenciales. Volume 32, Issue 140, July–September 2016, Pp. 278-289.

¹⁷ CHAVEZ& MELENDEZ. Huella de carbono parcial de un kilo de leche pasteurizada de la planta piloto de leche de la UNALM. Trabajo de Titulación para Optar el Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.p.54

el transporte”¹⁸. Es por este motivo que varios países proponen el diseño de metodologías para la medición de la huella de carbono de los productos.

2.2 FUENTES DE EMISIONES

“Los gases efecto invernadero GEI son compuestos químicos en estado gaseoso como el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor en la atmósfera. El dióxido de carbono (CO₂) es un gas que se produce de forma natural y también como subproducto de la combustión de la biomasa, cambios en el uso de las tierras y procesos industriales mediante el uso de combustibles fósiles. Es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta al equilibrio de radiación del planeta. El metano (CH₄) se genera por las eyecciones de los rumiantes; y también en la producción de arroz. El óxido nitroso (N₂O) es emitido por los fertilizantes agrícolas, el estiércol del ganado, el tratamiento de las aguas servidas, la combustión y otros procesos industriales. Los gases fluorados (gases fluorados) se generan en los procesos industriales, refrigeración, y el uso de una variedad de productos de consumo contribuyen a las emisiones de gases fluorados, que incluyen los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆)”¹⁹.

Por tanto, el procedimiento inicial para medir la huella de carbono consiste en identificar las fuentes de emisión, discriminando entre emisiones directas e indirectas.

Las emisiones directas provienen de fuentes que son propiedad de la entidad u organización que reporta (ya sea una empresa u otra institución) o controladas por ésta, como el consumo eléctrico, combustibles fósiles, embalajes, entre otras.

Las emisiones indirectas ocurren como consecuencia de las actividades de la entidad que reporta, pero se derivan de fuentes que no pertenecen ni están controladas por ella, como el transporte del producto o aquellas que se relacionan con el manejo o el reciclaje del producto en poder del consumidor.

El cálculo de la huella de carbono de una empresa o producto, por diversas razones, suele excluir algunas fuentes de emisiones y esto en muchos casos complica el proceso de medición. En algunos casos, las exclusiones buscan evitar que se contabilice dos veces ciertas emisiones, o que el elemento excluido no

¹⁸ SCHNEIDER &SAMANIEGO. La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Comisión Económica Para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2016

¹⁹ MINISTERIO DE AMBIENTE.MINAMBIENTE. Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono. Bogotá DC. 2018

tiene relevancia en cuanto a las emisiones. En otros casos, las exclusiones se deben a que no existe información de las emisiones de una fuente específica.

Al fijarse los límites para la medición se establece cuales fuentes se incluyen y cuales se excluyen, por tanto, normalmente se establecen según su nivel de cobertura o alcance, considerándose tres niveles o “campos” de cobertura:

- “Alcance 1: Incluye todas las emisiones directas, es decir, aquellas que provienen de fuentes que son propiedad de la empresa o controladas por ésta.
- Alcance 2: Incluye las emisiones indirectas asociadas a la energía que consume la empresa.
- Alcance 3: Incluye también emisiones indirectas. Incorpora por un lado los insumos que la empresa utiliza en sus actividades, y por otro lo que sucede con sus productos una vez que salen de la empresa”²⁰.

Según las características de la institución o del producto para el que se quiere efectuar la medición, cobra mayor relevancia uno u otro de estos tres niveles de cobertura. En el caso de la presente investigación, se está considerando el primer y segundo nivel de alcance, que se refiere a las emisiones directas producidas por la empresa láctea en el proceso productivo.

Actualmente, las mediciones de la huella de carbono se han ido extendiendo desde la consideración de la empresa hacia el alcance de los productos, de acuerdo al análisis del ciclo de vida.

Existen distintas formas de definir el ciclo de vida de un producto. Una, conocida como “de la cuna a la tumba”, incorpora todas las fases de la vida: adquisición de materias primas, fabricación, procesado y formulación de productos, distribución y transporte, uso/reutilización y mantenimiento, y gestión de residuos (reciclado, valorización, eliminación en vertedero). Sin embargo, en algunos casos se opta por un ciclo de vida “simplificado”, con un alcance más restringido, como es el caso del enfoque conocido como “de la cuna a la puerta”, el que excluye de la medición las etapas posteriores a la llegada del producto al puerto de destino.

²⁰ FROHMAN & OLMOS. Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático. En Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2013. Santiago de Chile.

2.3 PRINCIPALES METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

“La Huella de Carbono se mide en toneladas equivalentes de Dióxido de carbono (tCO_{2e}), lo cual permite expresar las emisiones de los distintos gases de efecto invernadero en una unidad común. La medida CO_{2e} se calcula multiplicando las emisiones de cada uno de los 6 GEI por su respectivo potencial de calentamiento global (PCG) al cabo de 100 años”²¹.

Es fundamental al momento de medir las emisiones de GEI incorporadas en un producto o servicio, establecer la metodología con la que se realizará dicho cálculo. No existe un único instrumento estandarizado a nivel internacional, sino una gran diversidad de metodologías que presentan diferencias de acuerdo al nivel al que refiere, si se establece una medición del ciclo de vida o del producto y los criterios a tener en cuenta en relación a los agentes contaminantes.

Hacia el año 2008 se desarrolló la primera metodología orientada a un producto sobre la base del análisis de su ciclo de vida. A partir de allí, se generaron otros métodos de cálculo especialmente orientados a productos. En ciertos casos se han ido incorporando versiones o guías especiales para el sector agrícola y otros rubros.

“A nivel internacional se emplean comúnmente el GHG Protocol, centrado en la empresa y toda su labor productiva; la PAS 2050, enfocada en productos y la más popular ya que fue la primera metodología de cálculo que puso a disposición un software libre; y la ISO 14064, que recoge indicadores de las metodologías anteriores, proponiendo un consenso internacional que podría establecerse a futuro como norma estandarizada”²², aunque después de sucesivas discusiones y mesas de trabajo, no se ha logrado la unidad como norma internacional para la medición de los GEI.

“De las anteriores metodologías, la investigación científica señala especialmente los aportes del GHG Protocol y la norma ISO 14064. El GHG Protocol se crea en 1998 con la misión es desarrollar estándares de contabilidad, reportar empresas

²¹ COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. CEPAL. Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático. [Sitio web]. Bogotá. DC. CO. Sec. Inicio.13 de diciembre.p.25. [Consultado. 30, septiembre, 2018]. Archivo pdf. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4101/6/S2013998rev1.pdf>

²² CHACÓN PÁEZ, I., PINZÓN VARGAS, A. C., ORTEGÓN CORTÁZAR, L., & ROJAS BERRIO, S. P. (2016). Alcance y gestión de la huella de carbono como elemento dinamizador del branding por parte de empresas que implementan estas prácticas ambientales en Colombia. En Estudios Gerenciales. Volume 32, Issue 140, July–September 2016, Pages 278-289

aceptadas internacionalmente y promover su amplia adopción. Dicha iniciativa fue propuesta por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD), además de la alianza entre empresas, organizaciones no gubernamentales (ONGs) y gobiernos. Por otra parte, la ISO 14064, brinda orientación a nivel organizacional para la cuantificación, reporte, seguimiento, validación y verificación de la huella de carbono para certificación”²³.

“En la actualidad, es necesario avanzar hacia el consenso de las metodologías desarrolladas para medir el contenido de carbono en bienes y servicios, lo cual permitirá el desarrollo de un conjunto de prácticas y normas aceptadas en todo el mundo, que incidan favorablemente en el medio ambiente y en la cultura de consumo. Es necesario que las empresas cuenten con una metodología estandarizada para sus productos, de acuerdo a la región y al mercado de consumo, ya que la ausencia de una normativa común dificulta la comparación de productos por parte de los consumidores y aumenta el costo de certificación para los productores. Lo cierto es que a pesar de que muchas de estas iniciativas se basan en las normas ISO o PAS, generalmente se adaptan a la realidad específica de cada país y de cada empresa”²⁴.

2.4 GESTIÓN DE HUELLA DE CARBONO Y MARKETING ECOLÓGICO

Debido a las implicaciones que la huella de carbono tiene en el ecosistema, se ha generado una normatividad mundial a partir de cumbres y foros, según la cual cada nación asume un compromiso directo o indirecto frente a su responsabilidad ambiental con el planeta. Tal es el caso del protocolo de Kyoto de la convención del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que constituye una de las políticas internacionales más importantes en este tema. Evidentemente, muchas de las restricciones afectan la competitividad e industrialización de los países más desarrollados, es por ello que han existido fuertes obstáculos para lograr que todos los países sean signatarios del acuerdo y cumplan con los requerimientos del acuerdo.

En Colombia también se está trabajando en la gestión de este importante tema, pues, aunque el país no genera grandes cantidades de GEI en comparación con los países desarrollados, su economía está en auge, junto con otras economías emergentes. Esto conlleva a mayor producción y demanda de productos y servicios y, por ende, a grupos emergentes de nuevos consumidores. Aun cuando en ciertos países de la región se proponen discursos propicios al cuidado del medio ambiente y a los cambios en el comportamiento de consumo, no se

²³ PLAN INSTITUCIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL PIGA. Guía para el cálculo y reporte de Huella de Carbono Corporativa. Secretaría Distrital de Ambiente Subdirección de Políticas y Planes Ambientales. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2015

observa un escenario favorable para la crítica al desmesurado crecimiento económico y a sus consecuencias sobre el cambio climático²⁴.

La gestión de marketing ecológico es un concepto que se aplica a la sostenibilidad a largo plazo de una organización, considerando variables como la innovación organizacional o con el comportamiento organizacional. De hecho, la huella de carbono se ha convertido en un tema preocupante en la cultura de consumo que debe ser considerada por las organizaciones.

Por tal motivo, en distintos países, se han puesto en marcha iniciativas públicas y/o privadas de etiquetado de huella de carbono en los productos que llegan a manos del consumidor. Gracias a dicho etiquetado se explica a los consumidores la cantidad de emisiones de CO₂/GEI que han sido liberadas en el proceso de producción, transporte y/o eliminación del producto, ya sea producido localmente o importado. Dichas etiquetas de cálculo varían de un país a otro, de acuerdo al tipo de indicadores ambientales que se miden, como la cobertura de productos incluidos, la metodología empleada para el cálculo, y el alcance de dichas mediciones, todas estas variables que se han presentado en los apartados anteriores.

“Muchos de estos esquemas son administrados por empresas (particularmente del área del comercio minorista) y suelen no ser comparables entre sí. Medir la huella de carbono de un producto o realizar un inventario de GEI de una empresa implica realizar un ejercicio de contabilidad de emisiones”²⁵.

El objetivo final de la medición de la huella de carbono debe derivar en la implementación de acciones para la reducción de dichas emisiones. Es importante señalar que la medición de la huella de carbono al basarse en distintas metodologías e indicadores, los resultados no siempre son comunicados públicamente. En ocasiones transcurre un tiempo entre la medición de las emisiones y la puesta en práctica de acciones de reducción o compensación, retardando la comunicación pública de sus resultados. En ocasiones esto se debe a que luego de medir por primera vez la huella de carbono, las empresas deciden establecer modificaciones en algunos de sus procesos productivos, registrar nuevamente sus emisiones y reevaluar los resultados.

Por otra parte, es indudable que existen también intereses económicos y políticos que juegan un papel fundamental en la falta de comunicación de información sobre las mediciones de la huella de carbono de determinadas empresas u organizaciones.

²⁴ CHACÓN PÁEZ, Op.Cit.,p.279

²⁵ COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE. CEPAL. (Ob.cit)

2.5 GANADERÍA COMO MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA LÁCTEA

Generalmente, los sistemas de producción ganadera se manejan a través del sistema del monocultivo y bajo sistemas extensivos, por tal motivo, tiene un impacto importante en los recursos naturales globales como agua, biodiversidad, suelo, tomando en cuenta que dicha producción domina alrededor del 30% de la superficie de la tierra. “Por otro lado, la actividad agropecuaria ha conducido a la tala selectiva y desforestación de los bosques primarios del mundo para establecer más pasturas, llevando a su disminución en más de 40 millones de hectáreas desde el año 2000”²⁶. y “se espera que este número aumente ya que hay una demanda creciente de productos de origen animal (leche y carne) tal y como proyecta la Organización de las Naciones Unidas”²⁷.

Por tanto, existe una presión importante entre grupos de consumidores y asociaciones para disminuir el daño medio ambiental producido por la ganadería intensiva y en especial por su contribución al calentamiento global.

Esto es una muestra de la necesidad de promover una ganadería sostenible que fomente “la adopción de sistemas silvopastoriles (SSP), a fin de lograr sistemas de producción ecológicos y la liberación de áreas boscosas. Según investigaciones, los SSP además de contribuir con el mejoramiento de la productividad e incrementar la rentabilidad de las fincas ganaderas ayudan a la conservación de los recursos naturales; sin embargo, existe la limitante de que los productores ganaderos basan su trabajo en prácticas tradicionales extensivas en monocultivos, haciéndolos dependientes de procesos químicos como fertilizantes y concentrados, especialmente para suplementar el ganado.”²⁸ Por tanto, el reto de incorporar una ganadería ecológica es en este momento complicado y requiere la superación de muchos retos prácticos.

Esta situación se extiende al ganado para producción lechera. “El esfuerzo para reducir la huella de carbono de producción leche también puede tener como respuesta la adopción de sistemas agroecológicos y la disminución de las prácticas extensivas. El proceso también puede incorporar la selección y gestión de vacas de baja emisión que requieren mediciones exactas y a gran escala de metano (CH₄), siendo esta una emisión asociada con el gas de efecto invernadero

²⁶ MORA, RIOS, RIOS & CHARRY. Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. En Ingeniería y Región. Vol. 17. 2017. p.1-12.

²⁷ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Cambio climático. (Ob.cit)

²⁸ AGROFORESTERÍA EN LAS AMÉRICAS. Desarrollo de lineamientos para la certificación. Bogota.DC.2018].

(GEI)²⁹. Vale recordar que el ganado lechero representa 18,9% de dichas emisiones.

Las empresas lácteas representan en todos los países entre un 10% y 30% del total de empresas agroalimentarias. Para este sector, procesar la leche como su producto más importante y perecedero requiere de diferentes procesos para su almacenamiento y conservación, por lo tanto, genera un alto volumen de residuos sólidos y líquidos y consumo excesivo de agua.

Otro de los procesos que generan emisiones GEI es la pasteurización, el cual merece especial atención por ser el tema de estudio en la presente investigación.

2.6 SECTOR ALIMENTICIO DE LÁCTEOS Y PASTEURIZACIÓN DEL PRODUCTO

La gran facilidad de la leche para sufrir un rápido deterioro y contaminaciones de todo tipo, exige someterla a un tratamiento que permita aumentar el tiempo de conservación y eliminar posibles agentes patógenos antes de ser consumida. En Colombia, este tratamiento viene exigido por el decreto 616 de 2006, modificado parcialmente por el decreto 2838 de 2006 que reglamenta la venta de leche cruda y leche cruda enfriada; además hace referencia a la prohibición de venta directa de leche sin procesar, acotando que “solo se permite en zonas del país que por condiciones de accesibilidad geográfica y disponibilidad no pueden comercializar leche higienizada”³⁰.

La pasteurización, es el proceso térmico realizado a líquidos (generalmente alimentos) con el objeto de reducir los agentes patógenos que puedan contener, tales como bacterias, protozoos, mohos y levaduras, etc. El proceso de calentamiento recibe el nombre de su descubridor, el científico-químico francés Louis Pasteur (1822-1895).

“El tratamiento térmico de este procedimiento permite la esterilización parcial de los alimentos, alterando lo menos posible la estructura física, los componentes químicos y las propiedades organolépticas. A diferencia de la esterilización, la

²⁹ PUBMED. Revisión invitada: mediciones indirectas a gran escala de las emisiones de metano entérico en el ganado lechero: una revisión de los poderes y su potencial para su uso en decisiones de manejo y reproducción. [Sitio web]. Bogotá. DC. CO. Sec. Inicio.13 de diciembre.p.25. [Consultado. 30, septiembre, 2018]. Archivo pdf. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28161178>.

³⁰ MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 616 de 2006 (Febrero 28). Diario oficial N° 46.196.

pasteurización no destruye las esporas de los microorganismos, ni elimina todas las células de microorganismos termofílicos. En la pasteurización, el objetivo primordial es la disminución sensible de sus poblaciones, alcanzando niveles que no causen intoxicaciones alimentarias a los humanos”³¹.

Para pasteurizar la leche, se le somete “a un proceso de aumento de temperatura, que puede tener dos opciones: la primera es aumentar la temperatura hasta los 63°C durante 30 minutos, procedimiento conocido como LTLT (Low Temperature Long Time o Baja Temperatura Alto tiempo), que casi no es utilizada salvo en queserías tradicionales. Otra opción es el someter el producto durante 15 minutos a una temperatura de 71,7°C, denominado HTLT (High Temperature Long Time o Alta Temperatura Alto Tiempo), siendo este último el método más utilizado y más adecuado en el proceso de pasteurización, ya que elimina mohos, levaduras y la mayor parte de las formas vegetativas de las bacterias. Posterior a este proceso se baja la temperatura hasta los 6°C, siendo su periodo máximo de utilización de una semana”³².

En la industria lechera se cumple un proceso organizado que inicia con la recepción de grandes volúmenes de leche cruda cumpliendo una serie de pasos hasta la elaboración del producto final que se pone a disposición del consumidor generalmente en envases específicos. En la tabla N° 1 se presenta de manera esquemática el proceso productivo de la leche industrial que incluye el proceso de tratamiento término o pasteurización.

Cuadro 1- Descripción del proceso productivo de la leche tratada térmicamente.

Operación	Descripción	Aspectos ambientales
Recepción y almacenamiento	La leche llega normalmente en carro tanques de capacidad variable. Se toman muestras para análisis de calidad, contenido graso y proteico de la leche, el precio de la leche varía según su composición.	Leche de rechazo. Pérdidas de leche en las operaciones de vaciado y llenado de tanques, la leche se va por los desagües contribuyendo a la carga orgánica de las aguas residuales

³¹ QUIMICA.ES. QES. Pasteurización [Sitio web]. Bogotá. DC. CO. Sec. Inicio.13 de diciembre.p.25. [Consultado. 30, septiembre, 2018]. Archivo pdf. Disponible en http://www.quimica.es/enciclopedia/Pasteurización.html#Proceso_HTS.

³² CIENCIA T CAMPO. Pasteurización, esterilización y uth de la leche.Sitio web]. Bogotá. DC. CO. Sec. Inicio.13 de diciembre.p.25. [Consultado. 30, septiembre, 2018]. Archivo pdf. Disponible en <https://cienciaycampo.wordpress.com/2011/03/13/pasterizacion-esterilizacion-y-uth/>

Cuadro 1 (continuación)

Operación	Descripción	Aspectos ambientales
Filtración/Clarificación	Se eliminan las partículas orgánicas e inorgánicas de suciedad que pueda contener la leche tras el ordeño o debido al transporte. También se eliminan los aglomerados de coágulos que se forman en la leche. El grado de impurezas varía de acuerdo a la procedencia y de las técnicas de ordeño, este proceso es inevitable.	Lodos de clarificación: son residuos semipastosos formados por partículas de suciedad, componentes sanguíneos, gérmenes y por otras sustancias principalmente de tipo proteico. Si son vertidos con el efluente final pueden producir aumentos importantes de la carga contaminante del vertido dando lugar a problemas en el medio receptor. También se producen pérdidas de leche que pueden ser arrastradas junto con las aguas residuales hasta el vertido final
Descremado y homogenización	Inicialmente se separa la crema de la leche y luego se homogeniza el contenido graso de la leche en distintas proporciones de acuerdo al producto que se quiere: Leche entera, semidescremada y descremada. La crema sobrante se emplea para producir la crema de leche y la mantequilla	Este proceso genera lodos con un contenido menor de componentes sanguíneos y bacterias que en el caso de la leche cruda. Si los lodos son vertidos directamente al efluente final producen un aumento importante de la carga orgánica del vertido.
Tratamiento Térmico	El tratamiento térmico destruye casi completamente los microorganismos que hay contenidos en la leche. Un efecto adicional es la inactivación en mayor o menor grado de las enzimas lácteas. Los tratamientos térmicos son pasterización (calentamiento hasta 70-85oC), esterilización (calentamiento 100 -120oC) y Ultra pasterización (UHT) (calentamiento hasta 135-150oC)	El consumo energético derivado de esta operación es elevado, aunque disminuye en función del porcentaje de recuperación de calor, mediante la recuperación de condensados.

Cuadro 1 (continuación)

Operación	Descripción	Aspectos ambientales
Homogeneización	Antes o después del tratamiento térmico se realiza la homogeneización. Con la homogeneización se reduce el tamaño de los glóbulos grasos favoreciendo una distribución uniforme de la materia crema a la vez que se evita la separación de dichas cremas.	Agua residual
Almacenamiento refrigerado	La leche, una vez tratada y refrigerada se almacena en tanques hasta su envasado. Este almacenamiento refrigerado permite controlar la calidad de la leche antes de su envasado e independizar esta etapa del proceso de producción.	Posibles pérdidas de leche que pueden darse durante su estancia en los tanques de almacenamiento.
Envasado	Proceso y consiste en el llenado de los envases con el producto. La condición indispensable para conseguir la conservación del producto durante un largo período de tiempo es mantener las condiciones asépticas durante el envasado	Generación de residuos de envases por defectos de fabricación o problemas durante el envasado.
Limpieza tanques, equipos e instalaciones	Consumo de agua Consumo de productos químicos para limpieza. Consumo de energía térmica y eléctrica	Vertido aguas residuales (volumen de vertido y carga contaminante) Generación de residuos (envases de productos de limpieza)

Fuente: Corantioquia. Manual de usuario <http://www.corantioquia.gov.co> 2016.

En el proceso de tratamiento térmico de las industrias lácteas se emplean una serie de equipos cuya capacidad es idónea para la demanda del mercado. Se debe recordar que la industria láctea nacional no solo atiende la demanda de leche líquida sino sus derivados: yogurt, quesos, mantequilla, crema, quesos fundidos, quesos para untar, postres, etc.

Específicamente en la industria láctea existen dos procesos cuya actividad destaca por la intensidad del consumo energético y volumen de producción, dichos procesos están en las plantas de pasteurización y de pulverización. Los principales insumos energéticos para el procesamiento de lácteos son utilizados en el enfriador, pasteurizador, tanque de almacenamiento, esterilizador, envasadora, calderas. Estos consumos utilizados en la maquinaria dentro del proceso generan contaminación y GEI puesto que se encuentran en cadena de transformación de energía para la utilización eléctrica y térmica.

2.7 ACUERDOS Y NORMATIVAS INTERNACIONALES PARA LA GESTIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

En la comunidad internacional existen pocos acuerdos que cubran universalmente las emisiones GEI y disminuir la huella de carbono, ya sea por consumo humano o por efectos de las cadenas de producción. Sin embargo, existe una fuerte presión por parte de sectores interesados en la gestión medioambiental e instituciones supranacionales que valoran y fomentan esta práctica, los cuales han logrado incidir en las políticas internacionales y en acciones a niveles regionales, sobre todo en países industrializados. A continuación, se señalan los más relevantes.

2.7.1 Protocolo de Kioto. Es un instrumento jurídico internacional de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), suscrita en 1992 dentro del anteriormente conocido como la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro, pero no entró en vigor sino hasta 2005. Este es el primer documento internacional conocido, cuyos esfuerzos estuvieron orientados a generar un acuerdo entre países industrializados para la reducción de los GEI.

Tiene el objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero: Dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre. “Para cumplir este objetivo, cada país firmante (más de 190 países) tiene la obligación de cumplir unos porcentajes de emisión (índice máximo que pueden contaminar), calculados dependiendo de las tasas de polución que cada nación emita; impulsando a los gobiernos de cada nación a establecer políticas y leyes que doten de responsabilidad a las empresas y ciudadanos”³³.

³³ ECODES. Marco Internacional: Protocolo de Kyoto. Disponible en: <https://ecodes.org/cambio-climatico-y-ecodes/marco-internacional-protocolo-de-kyoto>.

A pesar de ser el primer esfuerzo conocido para la reducción de la huella de carbono y frenar el cambio climático, en 2001 Estados Unidos se retira del acuerdo, y en diciembre de 2011 lo hace Canadá debido a las multas relacionadas con el incumplimiento de la reducción de emisiones. En 2013 se establece una prórroga del protocolo a fin de llegar al acuerdo de reducción de emisiones para el año 2020, sin embargo, este proceso de prórroga no contó con el respaldo de Estados Unidos, Rusia, y Canadá.

2.7.2 Acuerdo de Copenhague. Se trata de un documento para el control del cambio climático, presentado por los países desarrollados el marco de la XV Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, realizada en Copenhague en diciembre de 2009. El acuerdo únicamente fue tomado por cuatro países emergentes (China, India, Brasil y Sudáfrica) y los Estados Unidos. Fue aceptado posteriormente por la Unión Europea y rechazado por los países en desarrollo. El texto, no vinculante, sin objetivos cuantitativos y sin plazos (y que no prolonga el Protocolo de Kyoto), fue criticado por numerosos gobiernos y organizaciones como un "fracaso".

Dicho fracaso se debió fundamentalmente a falencias en el proceso de su elaboración y la ausencia de liderazgo, ya que "no es sencillo producir un acuerdo internacional que satisfaga a 180 gobiernos, regulando materias vinculadas con la producción, transporte y consumo de productos y con la generación y suministro de servicios, en áreas de fuerte impacto económico"³⁴. "En general los actores principales del comercio internacional no quisieron aceptar limitaciones en sus emisiones más severas que las que aplicarán sus competidores. En este contexto es muy difícil configurar una voluntad política compartida por todos"³⁵. El acuerdo alcanzado no fue oficializado.

³⁴ ESTRADA OYUELA. Acuerdo de Copenhague PIGA (Ob.cit). pp. 109-127.

³⁵ ESTRADA OYUELA. Acuerdo de Copenhague: las negociaciones sobre el cambio climático después de la XV Conferencia. Revista del CEI Número 17 - abril de 2010. pp. 109-127. 1º11 Disponible En: www.cei.gob.ar/userfiles/Acuerdo_de_Copenhague_rev_17.pdf

2.7.3 El Acuerdo de París. “El Acuerdo de París es un acuerdo internacional en la lucha contra el cambio climático, adoptado por todos los países de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) desde noviembre de 2016. Las negociaciones del acuerdo se llevaron a cabo en el contexto del Grupo de Trabajo Ad Hoc de la Plataforma de Durban, establecido en la Cumbre de Durban en 2011 (COP17, Sudáfrica)”³⁶.

El objetivo de dicho acuerdo fue evitar que el incremento de la temperatura media del planeta supere los 2°C respecto a los niveles preindustriales, así como fomentar esfuerzos adicionales para que esta media no supere los 1,5°C, estableciendo la necesidad de nivelar las emisiones y las absorciones de gases efecto invernadero a partir del año 2050.

Para conseguir este objetivo, el Acuerdo plantea que cada 5 años todos los países partícipes deben comunicar sus planes de desarrollo para la reducción de emisiones manteniendo sus objetivos nacionales mediante políticas y medidas. Actualmente, “se han presentado 190 planes de lucha contra el cambio climático que cubren alrededor del 99% de las emisiones de todas las Partes de la Convención”³⁷.

Este acuerdo histórico fija un objetivo relevante para la mayoría de la comunidad internacional; sin embargo, en junio de 2017 el presidente Donald Trump anunció la retirada de los Estados Unidos del acuerdo.

Tal y como puede apreciarse, los acuerdos anteriormente señalado no han resultado suficientes ni efectivos para el control del GEI y el cambio climático, lo cual también se refleja en la ausencia de metodologías estandarizadas para la medición de la huella de carbono, según se pudo evidenciar durante el curso del proceso de este proceso de investigación.

2.7.4 En la Unión Europea. En el caso de la Unión Europea, la lucha contra el cambio climático y la implementación de una economía baja en carbono ha sido un objetivo importante que ha logrado un consenso entre los países que conforman el bloque. En 2014, la UE acordó el objetivo vinculante de que “la UE cumplirá colectivamente el objetivo de la manera más eficaz posible en términos de coste, con reducciones en los sectores sujetos y no sujetos al régimen de

³⁶ GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio para la Transición Ecológica. Naciones Unidas: Principales elementos del Acuerdo de París. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/elmentos-acuerdo-paris.aspx>

³⁷ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. UNFCCC. Lista de INDCs. Disponible en: <https://www.unfccc.int/sites/submissions/indc/Submission%20Pages/submissions.aspx>.

comercio de derechos de emisión del 43 % y del 30 %, respectivamente, en 2030 en comparación con 2005” (Secretaría General del Consejo Europeo, 2014)³⁸.

Mediante propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo en julio de 2016, se concretó la distribución del esfuerzo para los diferentes estados miembros, en relación con los sectores de actividad no afectados por la obligación de participar en el comercio de derechos de emisión, conocidos como sectores difusos (transporte, edificación, resto de actividades industriales, comercio, agricultura, gestión de residuos etc.). Actualmente, la Unión Europea en su conjunto ha logrado unificar esfuerzos y se han logrado importantes avances en la gestión de la huella de carbono.

Como se evidencia, lejos de alcanzarse un acuerdo unificado que permita establecer normativas internacionales, existen desacuerdos a nivel internacional para suscribir un convenio que implique la reducción de la huella de carbono. Esto ha favorecido por su parte que no se haya logrado una metodología estandarizada para la medición de la huella de carbono, tal y como se presentará en el apartado 5.1. en el cual se exponen las distintas metodologías a nivel internacional para la medición de la huella de carbono y se selecciona la que se considera más conveniente para los fines de esta investigación.

2.8 NORMATIVIDAD DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL SECTOR LÁCTEO COLOMBIANO

La normatividad para la gestión y disminución de la huella de carbono en “Colombia está regulada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a través de la resolución 1962”³⁹. Este es el ente encargado a nivel nacional de regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente y el uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, con la finalidad de mitigar el impacto de actividades contaminantes del entorno y determinar las normas ambientales.

Dicha normatividad se establece sobre la base de los artículos 19 y 80 de la Constitución Política, que señalan la obligación del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y garantizar su desarrollo sostenible.

³⁸ UNION EUROPEA Marco De Actuación En Materia De Clima Y Energía Hasta el Año 2030. 24 de octubre de 2014. Disponible en: <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-169-2014-INIT/es/pdf>

³⁹ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1962 del 25 de septiembre de 2017. República de Colombia [sitio web]. Bogotá DC. CO. Sec. Inicio. [consultado. 09, octubre, 2018]. Disponible en <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/29-res%201962%20de%202017.pdf>.

En tal sentido, la resolución 1962 establece los límites del indicador de cociente asociado al inventario de emisiones de gases efecto invernadero, a 789 kg de CO₂/ m³ la cual se aplica a todas las cadenas productivas del país. En dicha resolución también se establecen los tipos de emisiones GEI, de acuerdo a lo establecido en el protocolo de Kyoto.

Por otro parte, se señala la obligatoriedad del cumplimiento del 20% en la reducción de emisiones de GEI de forma gradual y se exhorta a los productores a acogerse a dicha resolución.

Para mejorar y preservar la calidad del aire y evitar y reducir el deterioro del medio ambiente, los recursos naturales renovables y mejorar la calidad de vida de la población, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha adoptado estrategias enfocadas a seguimiento y control de las emisiones contaminantes generadas por fuentes fijas (aquella fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa) y fuentes móviles (fuente de emisión que por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza).

Para el control y prevención de las emisiones contaminantes generadas por fuentes fijas y móviles este Ministerio ha adoptado estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire y establecido procedimientos y especificaciones técnicas requeridas para su monitoreo.

En materia de incentivos el Ministerio ha promovido la exclusión de Impuesto del Valor Agregado a las Ventas – IVA y la deducción del Impuesto de Renta a las inversiones del control y mejoramiento del medio ambiente, incluidas las enfocadas a la reducción de emisiones contaminantes al aire. Así mismo, ha impulsado la reducción arancelaria para la importación de los vehículos con tecnologías más limpias.

A continuación, en la Cuadro 2 se presentan las principales normativas de gestión medioambiental que tienen impacto en la reducción de la huella de carbono.

Cuadro 2- Normativas de gestión medioambiental en Colombia

Año	Legislación	Objetivo	Contenido	Reglamento que Modifica
1979	Ley 9 de 1979 Nivel Nacional	Dicta medidas sanitarias		
1982	Decreto 2 de 1982 Nivel Nacional	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	<p>Propone reglas de:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Calidad del aire y sistemas de medición -Emanación de partículas para fuentes fijas artificiales calderas a base de carbón -Emanación de dióxido de azufre y neblina ácida para fuentes fijas artificiales plantas productoras de ácido sulfúrico -Emanación para plantas de ácido nítrico e plantas de ácido nítrico -Determinación de localización de chimeneas y ductos de fuentes fijas artificiales. -Contenido de humedad de las emanaciones, de la emanación de partículas por ductos de fuentes fijas artificiales -Conservación y fallas en los equipos de control -Estudios de impacto ambiental, quemas abiertas, tasas retributivas, registro para fuentes fijas artificiales, permisos sanitarios de funcionamiento y planes de cumplimiento para fuentes fijas artificiales e instalación de las mismas. 	
1991	Resolución 3002 de 1991 Secretaría Distrital de Salud	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Reglamenta los niveles admisibles de contaminantes producido por las fuentes móviles con motor a gasolina	
1992	Resolución 1113 de 1992 Secretaría Distrital de Salud	Dicta medidas sanitarias	Requisitos mínimos para avalar ante la Secretaría Distrital de Salud del Distrito Capital la suficiencia de personas naturales o jurídicas inscritas para prestar servicios en el área de contaminación del aire	

Cuadro 2 (Continuación)

Año	Legislación	Objetivo	Contenido	Reglamento que Modifica
1992	Resolución 1969 de 1992 Secretaría Distrital de Salud	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Reglamenta los niveles de emanación admisibles de contaminantes producidos por las fuentes móviles con motor Diesel	
1995	Decreto 948 de 1995 Nivel Nacional	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Reglamenta la Ley 23 de 1973, el Decreto Nacional 2811 de 1974, la Ley 9 de 1979 y la Ley 99 de 1993, presión y control de la contaminación atmosférica y conservación de la calidad del aire	
1995	Decreto 2107 de 1995 Nivel Nacional	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Veta de uso de crudos pesados, art. 1. Cremaciones abiertas en zonas rurales, art. 2. Emanación de vehículos diesel, art. 3. Solicitud del abalo, art. 4. Gestión, vigencia, alcance y renovación del permiso de emanación atmosférica, art. 5, art. 6. Evaluación de emanaciones de vehículos automotores, art. 7. Entrega del informe de estado de emanación, oportunidad y requisitos, art. 8. Reglas y estándares para fuentes fijas, art. 9. Alargamiento de plazos para acoso de fuentes limpias, art. 10. Distribución de industrias o actividades contaminantes, art. 11. Inhabilitación para vehículos automotores, art.12.	
1996	Resolución 160 de 1996 Departament o Administrativo de Medio Ambiente	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Niveles tolerables de emisión de contaminantes de fuentes móviles con motor a gasolina y diesel	
1997	Decreto 1228 de 1997 Nivel Nacional	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Certificado de emanación para vehículos automotores importados o ensamblados y que cumplan las reglas de emisión por peso vehicular del Ministerio del Medio Ambiente, art. 1.	

Cuadro 2 (Continuación)

Año	Legislación	Objetivo	Contenido	Reglamento que Modifica
1997	Decreto 1697 de 1997 Nivel Nacional	Modificación de artículo		Decreto Nacional 948 de 1995 Protección y Control de la calidad del aire
1999	Acuerdo 23 de 1999 Concejo de Bogotá D.C.	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Tasación de las emisiones de gastos y otros contaminantes de vehículos automotores para salvaguardar el aire en el Distrito Capital	
2000	Decreto 2622 de 2000 Nivel Nacional	Medidas ante materias contaminantes	Contenido de plomo y otros contaminantes en los combustibles, especificaciones de eficacia, en masa ambiental y técnica de los combustibles que se importen, distribuyan, produzcan y consuman en la nación. art. 1.	Artículo 40 del Decreto 948 de 1995
2001	Resolución 391 de 2001 Departament o Administrativ o de Medio Ambiente	Dicta medidas sanitarias	Reglas técnicas y modelo ambientales para la protección atmosférica y resguardo de la calidad del aire en Bogotá D.C. Definiciones, bases de calidad del aire para agentes contaminantes, sistemas de muestreo, consideraciones generales de las reglas de emisión, para fuentes fijas, altura del punto de descarga, sistemas de muestreo de fuentes fijas, conservación y fallas en equipos de control, control de orgánicos y compuestos volátiles.	
2002	Decreto 1530 de 2002 Nivel Nacional	Medidas ante materias contaminantes	Contenido de plomo y otros contaminantes en los combustibles, y otros estándares de calidad, en materia ambiental y técnica de los combustibles importados, producidos, distribuidos y consumidos en el territorio nacional. art. 1	Artículo 40 del Decreto 948 de 1995, Decreto 1697 de 1997 y Decreto 2622 de 2000
2003	Resolución 1208 de 2003 Departament o Administrativ o de Medio Ambiente	Dicta medidas sanitarias	Reglas de control y prevención de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire, definiciones especiales, estándares ambientales y reglas técnicas, protección de la calidad del aire en Bogotá D.C.; elemetos contaminantes, reglas de emisión para fuentes fijas, art. 1 a 9.	

Cuadro 2 (Continuación)

Año	Legislación	Objetivo	Contenido	Reglamento que Modifica
2003	Resolución 1699 de 2003 Departament o Administrativo de Medio Ambiente	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Programa Iniciativa de Aire Limpio de Bogotá D.C., para proteger la salud de los ciudadanos y moderar la contaminación, juntando esfuerzos entre líderes del sector privado y público u otras organizaciones no gubernamentales, organismos internacionales art. 1 a 3.	
2005	Directiva 7 de 2005 Secretaría General Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Dicta medidas sanitarias	Asegurar la conservación del medio ambiente en la Secretaría General y usar los planteamientos señalados en el Decreto Distrital 061 de 2003, el cual implementa el Plan de Gestión Ambiental en el Distrito Capital. Prohíbe fumar o derivados en cualquiera de sus formas dentro de estructuras cerradas o escaleras de cada una de las sedes de la Secretaría General, a excepción de jardines, terrazas, patios, balcones, pasillos sin techo, o espacios totalmente abiertos. Unidad Administrativa se responsabilizará por el control de vehículos que estén a cargo de la entidad y realizará prácticas para evitar la quema excesiva de combustible y contaminación por parte de los mismos.	
2006	Decreto 174 de 2006 Alcalde Mayor	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Medidas para la reducción de contaminación y mejorar del Aire en el Distrito Capital. Clasifica el Puente Aranda, Fontibón y Kennedy, como fuente de alta contaminación, Clase I, por material menor o igual a 10 micras (PM10). Ordena al DAMA la implantación de medidas para reducción de contaminación e implementa una restricción vehicular. Ordena al IDU, a la Secretaría de Obras Públicas y a la EAAB priorizar la ejecución de obras de infraestructura relacionadas con la malla vial de la ciudad, en las zonas clasificadas como fuentes alta de contaminación, antes determinadas.	

Cuadro 2 (continuación)

Año	Legislación	Objetivo	Contenido	Reglamento que Modifica
2006	Decreto 417 de 2006 Alcalde Mayor	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Implementa medidas para mejorar la calidad del aire en el Distrito Capital. Clasifica las zonas Engativá, Tunjuelito, Rafael Uribe Uribe y a las UPZ 27, 28 y 71 de la zona de Suba y la zona que se extiende al occidente de los cerros de suba, hasta el perímetro urbano del Distrito Capital y entre la UPZ 27 y la calle 200, y a la zona de Bosa y las UPZ 65 y 69 de Ciudad Bolívar, como fuente alta de contaminación, Clase I, e, implementa las medidas para la reducción de la contaminación en fuentes Clase I, y el seguimiento del avance de estas medidas.	
2006	Decreto 979 de 2006 Nivel Nacional	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Reglamenta, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, relacionado el control y cuidado de la contaminación atmosférica y calidad del aire, relacionado a las reglas de calidad del aire, niveles de prevención, emergencia y alerta por contaminación del aire, procesos para la atención de episodios, Planes de Contingencia por causa de contaminación atmosférica y clasificación de Areas-fuente de contaminación.	
2008	Resolución 909 de 2008 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Asienta las reglas y los estándares de emisión admisibles de contaminantes para fuentes fijas, implementa los procedimientos de medición de emisiones para fuentes fijas y reglamenta los convenios de reconversión a fuentes limpias aplicables para todas las actividades industriales, equipos de combustión externa, instalaciones de incineración, industrias de producción de concreto, cemento y	

			agregados, y control de emisiones molestas, además a todos los establecimientos de comercio y de servicio.	
2008	Resolución 910 de 2008 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Asienta los niveles permisibles de emisión de contaminantes para fuentes móviles terrestres, reglamenta los requisitos y certificaciones de los vehículos y otras fuentes móviles, importadas o fabricadas nacionalmente, indicando las excepciones respectivas.	
2009	Acuerdo 367 de 2009 Concejo de Bogotá D.C.	Descontaminación atmosférica	Asienta que la información de las Estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá RMCAB, será permanente y deberá ser publicada, dentro de las 12 horas siguientes a la recepción de los datos, en la página Web de la Secretaría Distrital de Ambiente y entregada a los medios de comunicación. Secretaría permitirá la medición de CO2 y en conjunto con la Secretaría Distrital de Movilidad, la modularán con el Sistema Integrado de Transporte Público SIPT.	
2010	Resolución 610 de 2010 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Asiente la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para el territorio nacional los niveles máximos para contaminantes criterio, niveles máximos para contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos y límenes para las sustancias productoras de olores ofensivos, medición de la calidad del aire por las autoridades ambientales, niveles de prevención, emergencia y alerta por contaminación del aire.	Resolución 601 de 2006.
2010	Resolución 650 de 2010 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Dicta medidas sanitarias	Implementa el protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire por dos manuales, uno sobre Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire y el segundo sobre Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire propensas a establecer las metodologías, directrices y procedimientos necesarios para las acciones en el territorio nacional.	

Cuadro 2 (continuación)

Año	Legislación	Objetivo	Contenido	Reglamento que Modifica
2010	Resolución 651 de 2010 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Dicta medidas sanitarias	Se establece el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire "Sisaire", para ser la fuente de información para la evaluación, diseño y ajuste de las políticas y estrategias nacionales y regionales para el control de la contaminación del aire y usará el Sistema de Información Ambiental para Colombia, SIAC. Igualmente obliga su implementación por parte de las Corporaciones Autónomas Regionales, las Corporaciones para el Desarrollo Sostenible, las Autoridades Ambientales de los Grandes Centros Urbanos y las demás referidas en el artículo 13 de la Ley 768 del 2002	
2010	Resolución 2154 de 2010 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Modificación de artículo		Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.
2011	Decreto 98 de 2011 Alcalde Mayor	Descontaminación atmosférica	Utiliza el Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá como planeación a corto y mediano plazo para el Distrito Capital, que orienta la descontaminación del aire de la ciudad, para prevenir y minimizar el impacto ambiental e impacto a la salud.	

Cuadro 2 (continuación)

Año	Legislación	Objetivo	Contenido	Reglamento que Modifica
2011	Decreto 623 de 2011 Alcalde Mayor	Descontaminación atmosférica	Cataloga las áreas-fuente de Clase I, II y III de Bogotá, D.C., e implementa las medidas para la reducción de la contaminación por fuentes fijas en el Distrito Capital. En base al impacto sobre el medio ambiente las áreas fuentes se clasifican en: Clase I, Clase II y Clase III, por material particulado menor o igual a 10 micras (PM10), donde Clase I sea la más contaminante. Para las fuentes móviles seguirán vigentes según especificado en los artículos 8, 9, 10 y 11 de Decreto 174 de 2006.	
2011	Resolución 935 de 2011 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Implementa a nivel nacional diez sistemas de evaluación de muestras contaminantes por fuentes fijas y el número de pruebas o corridas para la práctica de los sistemas empleados para la evaluación de emisiones contaminantes en fuentes fijas.	
2011	Resolución 6982 de 2011 Secretaría Distrital de Ambiente	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Explica normativas para control de la contaminación de la atmosfera por fuentes fijas y calidad del aire. Implementa las reglas y los estándares de emisión aceptables de contaminantes al aire para fuentes fijas en el período urbano del Distrito Capital para todas las actividades industriales, comerciales y de servicio, equipos de combustión externa, presentes en la zona urbana del Distrito Capital.	

Cuadro 2 (continuación)

Año	Legislación	Objetivo	Contenido	Reglamento que Modifica
2012	Fallo 2 de 2012 Consejo de Estado	Dicta medidas sanitarias	La contaminación del aire con olores de tal intensidad afecta a un núcleo familiar, sin pasar el umbral para generar un daño en la Salud, pueden generar un daño antijurídico en los derechos fundamentales de intimidad, recreación y educación. La Sala investigará los cargos y a la luz de los mismos determinará si hubo o no lesión de los bienes jurídicos referenciados.	
2013	Resolución 1541 de 2013 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Dicta medidas sanitarias	Determina los niveles aceptables de calidad del aire, y la evaluación de actividades que generan hedores ofensivos. Establece las pautas para a evaluación niveles de calidad del aire o sustancias de olores ofensivos de que trata el capítulo anterior, dicha evaluación se dará a través de la medición directa de sustancias o mezclas de sustancias.	
2013	Sentencia T-154 de 2013 Corte Constitucional	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	La extracción, transportación y uso del carbón generan daños al ecosistema por lo que esas actividades deben ser vigiladas, con y tener severas medidas sanitarias y de control, para salvaguardar la integridad del ambiente y, particularmente, la salud y demás derechos de la población. Dicha vigilancia está respaldada en Colombia en la Ley 9 de 1979, la cual dicta medidas sanitarias, que asignaba al Ministerio de Salud el deber de establecer la preservación de la calidad del aire, postulado en la Ley y del Decreto Ley 2811 de 1974, Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	

Cuadro 2 (continuación)

Año	Legislación	Objetivo	Contenido	Reglamento que Modifica
2015	Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 Nivel Nacional	Descontaminación atmosférica	Comprende y fija el reglamento del Sector Ambiente, de protección y control de la calidad del aire, aplicable en todo el territorio nacional, por el cual se implementan las leyes de protección del medio ambiente, los mecanismos de control, prevención y atención de episodios por contaminación del aire causada por fuentes contaminantes fijas y móviles, las reglas básicas para la fijación de los estándares de emisión y descarga nocivos, ruido y olores ofensivos a la atmósfera, regula el otorgamiento de permisos de emisión, las herramientas y medio de control y vigilancia, y el papel del ciudadano en el control de la contaminación atmosférica. (Artículo 2.2.5.1.1.1 al 2.2.5.1.4.6).	
2017	Resolución 1962 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Medidas ante las emanaciones atmosféricas	Se consigna el límite del indicador de cociente, del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero del Etanol Anhidro Combustible Desnaturalizado, para proteger el medio ambiente. Estas emisiones provienen de gases de efecto invernadero provenientes de fuentes controladas por la empresa, como, hornos, vehículos, entre otras.	
2017	Resolución 2210 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Modificación de artículo	Entrada en vigencia a partir del 29 de diciembre de 2017.	Artículo 11 de la Resolución número 1962 de 2017.

Fuente: Elaboración propia con información de la alcaldía de Bogotá

3 METODOLOGÍA

3.1 NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo a los objetivos planteados, la presente investigación es de nivel descriptivo, definido como un estudio que: “busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.”⁴⁰. En tal sentido, la recolección de datos permite describir los conceptos de huella de carbono y los consumos energéticos de las maquinas utilizadas en el proceso de pasteurización de la empresa seleccionada.

El diseño de la investigación es de campo, ya que los datos de los consumos energéticos se tomaron de las visitas realizadas a las instalaciones de la empresa de lácteos Alimentos El Jardín, ubicada en la ciudad de Bogotá. Por tal razón, se obtuvo información primaria a partir de la recolección de datos del consumo de los equipos utilizados para el proceso de pasteurización en la empresa. Los datos fueron recogidos entre enero de 2017 hasta septiembre de 2018.

3.2 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información en la empresa de lácteos fue recolectada siguiendo la metodología propuesta por el “Plan PIGA.”⁴¹ de la Alcaldía de Bogotá, la cual está construida desde la base del GHG Protocol.

El GHG Protocol es una herramienta de cálculo que proporciona el marco de para cuantificar las emisiones de GEI; constituye el programa estandarizado en el mundo propuesto por la Organización Internacional de Normalización para el registro del clima aplicable a todos los países del mundo, y es validado a través de distintos inventarios de GEI elaborados por empresas individuales. Ofrece a los países en desarrollo, ONG, agencias gubernamentales y universidades, que posean actividades que dan origen a las emisiones de gases de efecto invernadero, una herramienta de gestión aceptada internacionalmente que ayuda a dichas empresas en la competencia en el mercado global y tomar decisiones informadas sobre el cambio climático.

⁴⁰ HERNÁNDEZ SAMPIERI, FERNÁNDEZ Y BATISTA, Metodología de Investigación. Mc-Graw-Hill. Mexico.2014. p.80

⁴¹ Plan Institucional de Gestión Ambiental PIGA (Ob.cit)

Existen distintas bases de cálculo que se han propuesto sobre la base de las necesidades de las empresas y los países, todas ellas fundamentadas en los indicadores propuestos por la metodología.

Siguiendo estas bases de cálculo, la Alcaldía de Bogotá a través del Plan PIGA, desarrolló una herramienta específica de recolección de datos para establecer la metodología de recolección según las características y necesidades específicas de la ciudad. Se seleccionó dicha metodología particular, ya que se considera es la idónea debido a la ubicación de la empresa láctea, así como las necesidades, particularidades y normativas de las empresas que desarrollan su gestión en la ciudad.

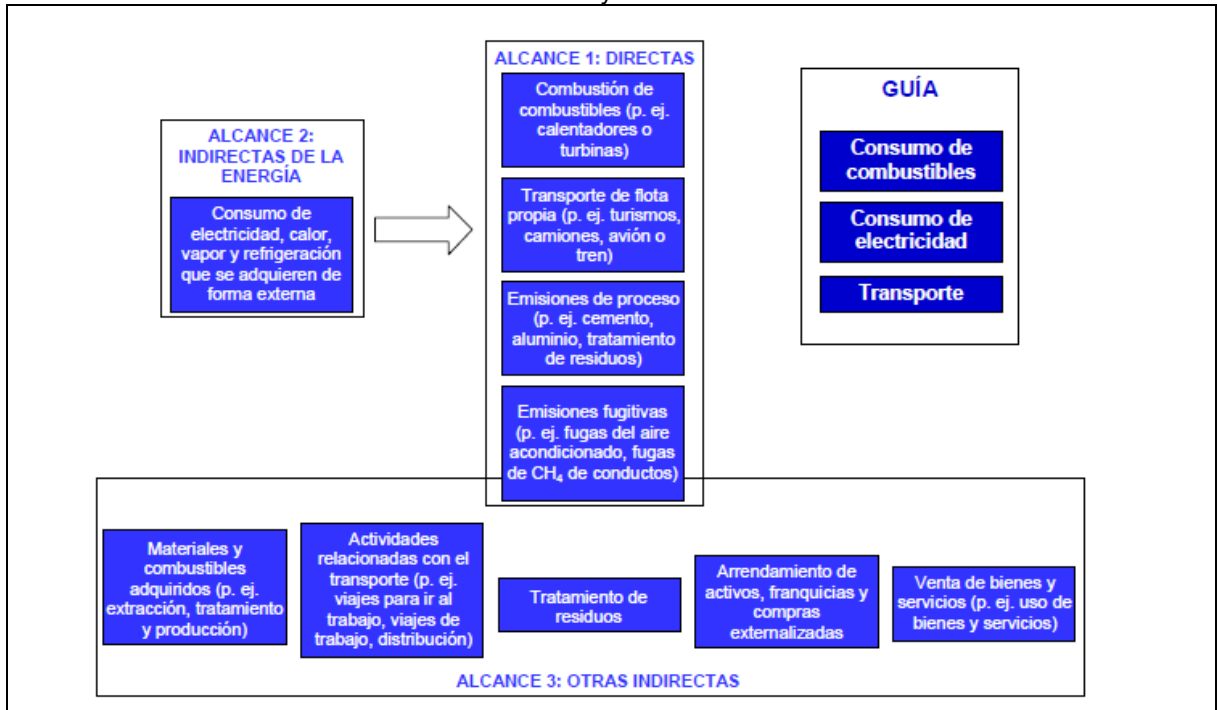
La finalidad del plan PIGA es estandarizar el proceso para la identificación y cuantificación de emisiones de GEI para la medición de la Huella de Carbono Corporativa y minimizar la subjetividad en la definición de estrategias corporativas para reducir dichas emisiones. Como se ha señalado, dicha metodología fue elaborada con base en el GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol) y además se incorporó la matriz establecida en el proyecto “Mecanismo para la mitigación voluntaria de gases efecto invernadero en Colombia– MVC” de la Corporación Ambiental Empresarial y la Fundación Natura, con apoyo de otros organismos.

De esta manera, la metodología PIGA pretende la implementación de un método unificado y factible al contexto de las organizaciones públicas y privadas colombianas.

Es importante reiterar que hasta el momento no existe una norma estandarizada a nivel mundial para la medición de GEI; por tanto, en esta investigación se seleccionó la metodología PIGA ya que aporta la integración del GHG Protocol ampliamente desarrollado en las organizaciones globales y las matrices propuestas por organismos privados para su aplicación en Colombia.

El GHG Protocol, y en consecuencia, la metodología PIGA inicia su procedimiento, estableciendo el alcance de las emisiones de una organización: Emisiones directas; Emisiones indirectas y Otras emisiones indirectas, según lo expresado en la siguiente Gráfico 2:

Gráfico 2- Clasificación de las emisiones de GEI y emisiones



Fuente: Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (2011)

De acuerdo al caso estudiado, y siguiendo el esquema previo, se estableció que las emisiones de la empresa láctea se ubican en el alcance 2, es decir, las fuentes indirectas de energía derivadas del consumo de electricidad.

Una vez establecido el alcance de la empresa de lácteos se procedió a obtener información sobre los equipos de pasteurización de la siguiente manera:

- Se revisaron las facturas de consumos de energía eléctrica de la empresa en Kilovatios/hora en el período de tiempo definido para la investigación (mayo 2017-septiembre 2018)
- Se revisó el consumo por maquinarias o equipos en Kilovatios/hora
- Se identificó de las fuentes de consumo de energía determinando la cantidad y el tipo de equipos o maquinaria que consumen energía eléctrica.
- Dichos consumos establecidos en kilovatios/hora fueron calculados a razón de 12 horas por 30 días y posteriormente tabulados (Ver Tabla 1)

Posteriormente, se decidió recurrir al cálculo de las emisiones de la huella de carbono de la organización. La fórmula general para dicho cálculo es la siguiente:

HUELLA DE CARBONO=Datos de Actividad x Factor de Emisión

3.3 RECOPIACIÓN DE DATOS

En relación al procedimiento de recolección y análisis de resultados se siguieron las siguientes pautas:

- Recopilación de información relacionada con el cambio climático, la huella de carbono y la industria láctea, en documentos primarios (revistas indexadas y organizaciones nacionales e internacionales) que configuran la información conceptual aportada en este trabajo.
- Realización de visitas de diagnóstico a la empresa para presentar la propuesta de trabajo y recolectar información.
- Recolección de datos en la empresa y análisis de la información, de la siguiente manera:
 1. Observación inicial para el reconocimiento de la planta de procesamiento y las maquinas utilizadas para el proceso de pasteurización.
 2. Definición del tipo y cantidad de equipos con consumo energético, vinculados al proceso de pasteurización.
 3. Registro de datos de consumos energéticos aportados por los equipos definidos.
 4. Cálculo de emisiones
- Elaboración de las alternativas para mejorar y reducir sustancialmente el consumo energético.

4 RESULTADOS

4.1 VALIDACIÓN DE METODOLOGÍAS A NIVEL INTERNACIONAL EN CUANTO A EMISIONES

“A través del desarrollo de este trabajo, se observó que uno de los obstáculos más importantes para la validación de una metodología a nivel internacional en la medición y control de emisiones y posterior cálculo de la huella de carbono, es la ausencia de un criterio estandarizado logrado a través de un acuerdo internacional que permita determinar los indicadores adecuados y convenientes a través de los cuales se realizarán dichas mediciones”⁴².

A nivel internacional las metodologías que se emplean con mayor frecuencia son las siguientes:

4.1.1 GHG Protocol. El cual se implementó en la presente investigación, la cual está centrada en la empresa y toda su labor productiva, de acuerdo a las pautas señaladas en el este trabajo.

4.1.2 PAS 2050. Desarrollada por British Standards Institution (BSI) y copatrocinada por Carbon Trust y Defra (Department for Environment Food and Rural Affairs). Está enfocada en las emanaciones emitidas a lo largo del ciclo de vida del producto o servicio, que abarca todas las actividades desde la adquisición de las materias primas hasta su gestión como residuo. Esta metodología es útil a los consumidores ya que en algunos países se encuentran a disposición a través de las tablas nutricionales de los productos, permitiendo a los consumidores decidir que alimentos comprar.

⁴² CHACÓN PÁEZ, I., PINZÓN VARGAS, A. C., ORTEGÓN CORTÁZAR, L., & ROJAS BERRIO, S. P. Alcance y gestión de la huella de carbono como elemento dinamizador del branding por parte de empresas que implementan estas prácticas ambientales en Colombia En Estudios Gerenciales. Volume 32, Issue 140, July–September 2016, Pages 278-289.

4.1.3 Norma ISO 14064. Fue la primera metodología de cálculo que puso a disposición un software libre; y la, que recoge indicadores de las metodologías anteriores, proponiendo un consenso internacional que podría establecerse a futuro como norma estandarizada, aunque después de sucesivas discusiones y mesas de trabajo, no se ha logrado la unidad como norma internacional para la medición de los GEI.

4.1.4 El Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3). ha sido desarrollado por Doménech y colaboradores a partir del año 2004.

En este método la información fluye directamente de una organización a otra sin necesidad de contar con la colaboración de clientes o proveedores de la cadena de suministro para calcular la huella. Toda la huella de productos pasa de una entidad a otra, acumulándose progresivamente, y el estudio de huella se limita siempre a una única entidad. De este modo, el alcance organizacional queda perfectamente delimitado en todo momento.

Comparado con las otras metodologías, esta propuesta como ventajas que presenta un enfoque a la organización y de sus productos o servicios con la misma metodología; además permite expresar el indicador tanto en toneladas de CO₂ (huella de carbono) como en hectáreas de terreno bioproductivo (huella ecológica). Por otro lado, permite extraer los datos de entrada de las cuentas contables, lo cual permite a su vez, incorporar todas las fuentes posibles de emisión de carbono, permitiendo así la comparabilidad. Finalmente, el ciclo de vida previo se incorpora con los productos o consumos de entrada, con lo cual no es necesaria la colaboración directa de clientes o proveedores; la información fluye automáticamente a lo largo de la cadena de suministro.

“En la actualidad, es necesario avanzar hacia el consenso de las metodologías desarrolladas para medir el contenido de carbono en bienes y servicios”⁴³, lo cual permitirá el desarrollo de un conjunto de prácticas y normas aceptadas en todo el mundo, que incidan favorablemente en el medio ambiente y en la cultura de consumo. Es necesario que las empresas cuenten con una metodología estandarizada para sus productos, de acuerdo a la región y al mercado de consumo, ya que la ausencia de una normativa común dificulta la comparación de productos por parte de los consumidores y aumenta el costo de certificación para los productores. “A pesar de que muchas de estas iniciativas se basan en las

⁴³ REPOSITORIO CEPAL. huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático. (Ob.cit).

normas ISO o PAS, generalmente se adaptan a la realidad específica de cada país⁴⁴.

Para el desarrollo de este proyecto, se inició con la recopilación de información suministrada por la empresa Láctea, se escoge la planta de producción de leche y yogurt como referente de consumo energético alto, partiendo de la base que en la planta de producción está la mayor cantidad de maquinaria utilizada para la pasteurización y procesamientos.

Dentro de las principales metodologías; para una compañía láctea, se decide utilizar el **GHG Protocol** como método de estudio para el caso. Obteniendo los siguientes resultados.

4.2 CONSUMO DE ENERGÍA DE LOS EQUIPOS DE PASTEURIZACIÓN UTILIZADOS EN LA EMPRESA

En los siguientes apartados se presentan los resultados correspondientes a las emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen a la Huella de Carbono de la empresa láctea estudiada, durante el período 2017-2018. Los resultados se organizan siguiendo las siguientes etapas

Fase I. Análisis de las instalaciones de la empresa para identificar los equipos, definir el alcance como emisiones indirectas.

Fase II. Recopilación de datos de actividad en términos de energía consumida en Kwh.

Fase III. Especificación de la energía activa y energía reactiva en la totalidad de los equipos.

Fase IV. Cuantificación de las emisiones de acuerdo a los datos reportados.

Fase V. Análisis de los resultados, determinando los equipos y actividades que generan mayor emisión.

Desarrollo de las fases:

Fase I: En el proceso de pausterización de la empresa de estudio, se cuenta con seis equipos:


⁴⁴ REPOSITORIO CEPAL. huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático. Sitio web]. Bogotá DC.CO. Sec. Inicio. [consultado. 21, septiembre, 2018]. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4101/6/S2013998rev1.pdf>

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas de dichos equipos y se expresa el consumo de cada uno en Kwh.

Cuadro 3- Equipo 1 - El Blender


Equipo	Función	Capacidad	
El Blender es un tanque que agita la leche en el proceso de inicio de la pasteurización.	Evitar la separación de la crema de la leche por gravedad, a través de una agitación suave y continua para evitar la desintegración de los glóbulos de grasa.	Con una capacidad 700 Lt/h	

Cuadro 4- Equipo 2 - La Caldera

Equipo	Función	Capacidad	
Caldera Es un tanque que permite graduar la temperatura interna según la necesidad	La función de las calderas es participar en el proceso de calentamiento de la leche a temperaturas aproximadas de 138° a través de un proceso de transferencia de calor a través de agua caliente.	Con una capacidad 1252 Lt/h	


Cuadro 5- Equipo 3 - Esterilizador

Equipo	Función	Capacidad
<p>Esterilizador: Es un sistema de tanques y facilidades que permiten llegar a temperaturas muy altas</p>	<p>La función del esterilizador es hacer el tratamiento UHT (tratamiento a temperaturas ultra altas >130°). Es una unidad diseñada para ajustar la carga microbiana</p>	<p>Con una capacidad 5000 Lt/h</p>




Cuadro 6- Equipo 4 - Envasadora

Equipo	Función	Capacidad
<p>Envasadora: Es un sistema de tubería que permite la distribución de producto a cada línea de llenado</p>	<p>La función de la envasadora es una máquina que envasa al vacío los productos lácteos previamente pasteurizados, listos para el consumo humano.</p>	<p>Con una capacidad 8000 Lt/h</p>




Cuadro 7- Equipo 5 - Intercambiador de placas de enfriamiento

Equipo	Función	Capacidad
<p>Intercambiador de placas de enfriamiento: Un sistema de placas que permite hacer un cambio de temperatura del producto a altas a bajas temperaturas.</p>	<p>Este equipo está diseñado para el proceso de enfriamiento controlado durante la pasteurización, garantizando el cambio de temperaturas necesario posterior al calentamiento de la leche.</p>	<p>Con una capacidad 10.000 Lt/h</p>



Cuadro 8- Equipo 6 - Pasteurizador

Equipo	Función	Capacidad
<p>Pasteurizador: Es un tanque con capacidad de incrementar la temperatura de un producto en corto tiempo</p>	<p>El pasteurizador procesa el material láctico implementando un proceso de calentamiento a corto plazo que integra la limpieza y el desnatado de la leche. Elimina microorganismos patógenos</p>	<p>Con una capacidad de 15000 Lt/h.</p>



Nota:

Las imágenes son tomadas dentro del área operacional de la empresa Alimentos EL Jardin S.A.

Nota:

Una vez descritos el equipo que hacen parte del proceso de pasteurización se pasa a la fase II para conocer los consumos por cada equipo.

4.3 CONSUMOS DE ENERGÍA DE LOS EQUIPOS DE PASTEURIZACIÓN

Una vez seleccionados los equipos a medir se realizaron 8 visitas donde se realizaron comprobación de datos de consumo de los equipos en relación al consumo de energía reportado por la compañía prestadora del servicio de energía, donde los resultados de consumo de energía fueron los siguientes.

Tabla 1- Consumos de energía activa y reactiva en la empresa período 2017-2018

Año	Mes	Energía Activa (MWh)	Energía Reactiva (MWh)
	Mayo	6.06	4.06
	Junio	5.5	3.02
	Julio	6.80	3.54
	Agosto	4.95	3.74
	Septiembre	6.29	4.02
	Octubre	6.79	3.72
	Noviembre	2.72	3.16
	Diciembre	2.89	2.89
2018	Enero	3.339	5.83
	Febrero	2.75	5.63

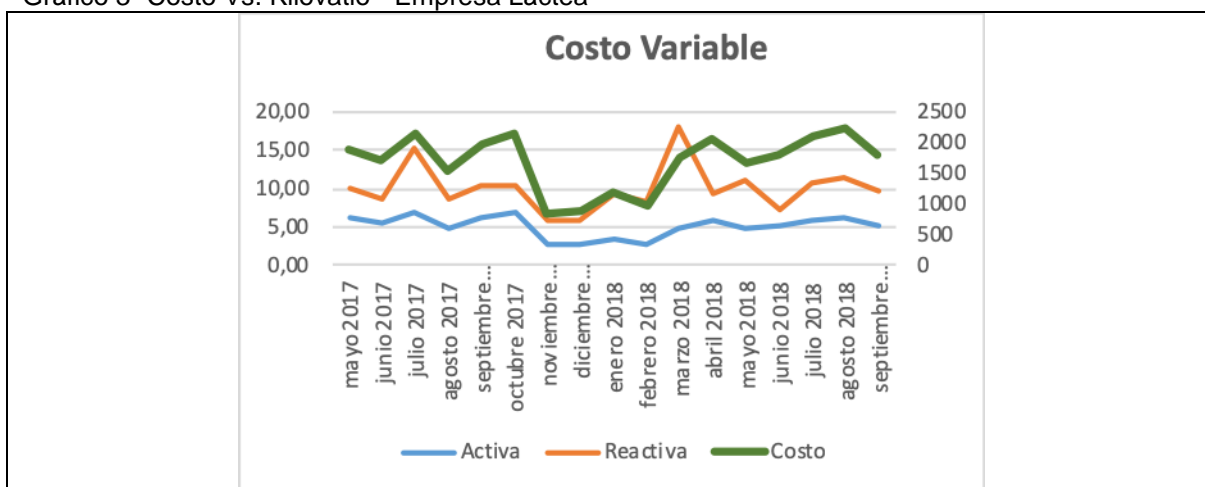
Tabla 1 (Continuación)

	Marzo	4.9	13.2
2018	Abril	5.8	3.65
	Mayo	4.7	6.5
	Junio	5.02	2.39
	Julio	5.9	4.86
	Agosto	6.23	5.27
	Septiembre	5.09	5.27
	Octubre	3.07	2.76
	Noviembre	2.86	2.66
	Diciembre	2.4	2.37

Fuente: Elaboración propia

En el histórico de dos años de consumo energético de las maquinas utilizadas en el proceso de pasteurización de la empresa láctea, tomando como referencia el período mayo 2017-septiembre 2018, se obtienen consumos de 6.79% para el 2017 y de 13.20% para el 2018, tanto de energía activa como de reactiva, según se evidencia en la Gráfico 3.

Gráfico 3- Costo Vs. Kilovatio - Empresa Láctea



Fuente: la autora

En consecuencia, la empresa de lácteos de Bogotá genera un consumo energético promedio de 9.9% anual, lo cual significa un aporte negativo en las emisiones GEI debido a los procesos productivos de la planta de pasteurización provocado por las máquinas utilizadas.

4.4 ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS EQUIPOS

Tomando como herramienta de cálculo, la ecuación de la metodología. Teniendo en cuenta el consumo eléctrico de cada uno de los equipos mencionados anteriormente, se realizó la estimación para 12 horas de consumo que es el promedio de uso. A continuación, se señalan los resultados. Teniendo en cuenta el cálculo de las emisiones aplicando los factores de emisión para energía eléctrica que para la actualidad está en 0,385 Kg de CO₂eq/KWh asignados para España.

Ecuación 1. Cálculo de las emisiones

$$\text{Ton CO}_2\text{eq} = [(\text{kWh/año}) * \text{FEnergía_eléctrica}] / 1000 \text{ (Kg/Ton)}$$

Fuente. Inventario de gases de efecto invernadero años (2012 y 2013)

Según la formula antes mencionada, la generación de CO₂eq se da en Toneladas, pero para mayor exactitud, se realizará la respectiva conversión a Kilogramos.

4.4.1 Blender. En una hora el Blender consume 1,9 Kwh. Por lo tanto, para un uso diario de 12 horas durante un mes, este equipo estaría consumiendo un promedio aproximado de 684 Kwh al mes, lo cual implica una huella de carbono de 263,34 Kg de CO₂ eq.

Tabla 2- Factor de Emisión de consumo Eléctrico del Blender

Electricidad	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO ₂ eq/kWh)		Kg de CO ₂ eq
		684	KWh	0,385	Kg de CO ₂ eq/kWh

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Pasteurizador. En una hora el pasteurizador consume 2,7 Kwh. Por lo tanto, para un uso diario de 12 horas, durante un mes este equipo estaría consumiendo un promedio aproximado de 972 Kwh al mes, lo cual implica una huella de carbono es de 374,22 Kg de CO₂ eq.

Tabla 3- Factor de Emisión de Consumo Eléctrico de la Pasteurizadora

Electricidad	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO ₂ eq/kWh)		Kg de CO ₂ eq
		972	kWh	0,385	Kg de CO ₂ eq/kWh

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Caldera. En una hora la caldera consume 1,1 Kwh. Para un uso diario de 12 horas, durante un mes este equipo consume un promedio aproximado de 396 Kwh al mes, lo cual permite estimar que la huella de carbono es de 152,46 Kg de CO2 eq.

Tabla 4- Factor de Emisión de consumo Eléctrico de la Caldera

Electricidad	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO2 eq/kWh)		Kg de CO2 eq
	396	kWh	0,385	Kg de CO2 eq/kWh	152,46

Fuente: Elaboración propia

4.4.4 Envasadora. En una hora la envasadora consume 3,3 Kwh y su uso diario por 12 horas, implica el consumo aproximado de 1188 Kwh al mes, la huella de carbono es de 457,38 Kg de CO2 eq.

Tabla 5- Factor de Emisión de consumo Eléctrico Envasadora

Electricidad	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO2 eq/kWh)		Kg de CO2 eq
	1188	kWh	0,385	Kg de CO2 eq/kWh	457,38

Fuente: Elaboración propia

4.4.5 Esterilizador. El esterilizador consume 4,4 Kwh por hora, lo cual genera una huella de carbono es de 609,84 Kg de CO2 eq para un uso diario de 12 horas, durante un mes, ya que este equipo estaría consumiendo un promedio aproximado de 1584 Kwh al mes.

Tabla 6- Factor de Emisión de Consumo Eléctrico del Esterilizador

Electricidad	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO2 eq/kWh)		Kg de CO2 eq
	1584	kWh	0,385	Kg de CO2 eq/kWh	609,84

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, los 5 equipos antes mencionados, generan en total una huella de carbono de 1.857,24 Kg de CO2 eq en un mes, según se muestra en la Tabla 7.

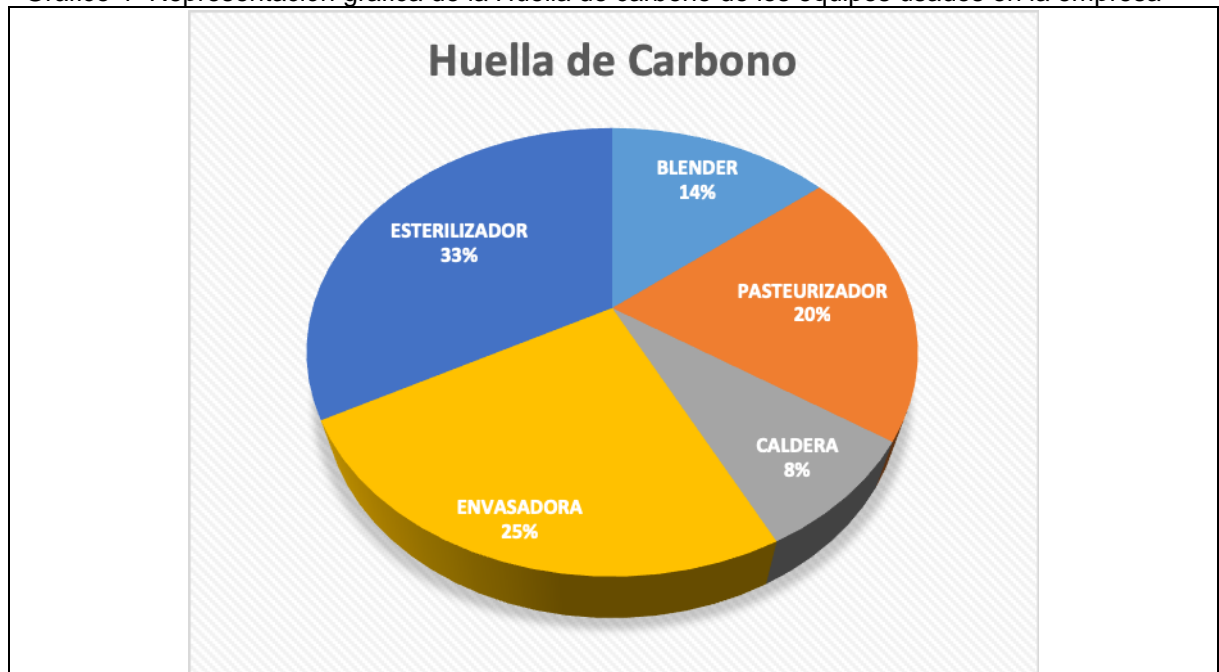
Tabla 7- Huella de carbono por mes de los equipos de la empresa láctea

EQUIPO	Consumo (Kwh)	Consumo mensual	Huella de Carbono
BLENDER	1,9	684	263,34
PASTEURIZADOR	2,7	972	374,22
CALDERA	1,1	396	152,46
ENVASADORA	3,3	1188	457,38
ESTERILIZADOR	4,4	1584	609,84
TOTAL		4824	1.857,24

Fuente: Elaboración propia

En la Gráfico 4 podemos observar que el consumo de los equipos empleados por la empresa que se utiliza para la esterilizador de la leche, es quien genera mayor huella de carbono seguido de la envasadora y el pasteurizador. Sin embargo, todos los equipos tienen altas emisiones, por lo tanto, aunque las medidas enfocadas a la reducción de la huella deben poner el acento en el control de las emisiones de los 3 equipos que generan mayor GIE, es necesario hacer una intervención sistémica en el proceso productivo de la empresa.

Gráfico 4- Representación grafica de la Huella de carbono de los equipos usados en la empresa



Fuente: Elaboración propia

4.5 MEDIDAS PARA REDUCIR LA HUELLA DE CARBONO ENERGÉTICO DE LOS EQUIPOS EN LA EMPRESA LÁCTEA

De acuerdo a los resultados obtenidos, y siguiendo las pautas derivadas por el Plan PIGA de la Alcaldía de Bogotá, se proponen las siguientes medidas para reducir la huella de carbono en la empresa láctea:

Cuadro 9- Medidas para la reducción de la Huella de Carbono

ACCIONES RECOMENDADAS	BENEFICIOS	LIMITANTES
Establecer la medición de la huella de carbono en la empresa en lapsos regulares	Seguimiento a progresos y cuantificación de avances	Tener disponibilidad de personal para realizar los estudios
Definir los horarios de uso de los equipos y disminuir el tiempo de uso de cada equipo a períodos que no superen las 8 horas diarias.	Mejoramiento y eficiencia en procesos logísticos	Tener disponibilidad de personal para organización de horarios
Proponer días de uso de los equipos con más consumo y establecer métodos alternativos y ecológicos para el envasado del producto.	Mejoramiento y eficiencia en procesos logísticos	Tener disponibilidad de personal para organización de horarios
Establecer un plan de inversión que permita la actualización y mejora de tecnologías para la planta. Teniendo en cuenta que entre el 60% y 70% del consumo de energía en las industrias se debe a la maquinaria utilizada.	La actualización de equipos implica el mejoramiento de la operación y eficiencia de los procesos.	El costo del mejoramiento puede ser alto y con recuperación a mediano o largo plazo.
Realizar estudio del uso de motores y su eficiencia, es decir, si un motor está operando por fuera de un rango entre 75% y 95% de su capacidad nominal, el motor está operando con baja eficiencia y bajo rendimiento. Por tal razón es necesario realizar los cálculos necesarios para cambiar los motores a motores a la medida de la operación y de alta eficiencia tipo IE3 o IE4. (para disminuir el Calor y Fricción)	Al realizar el cambio de motores podemos disminuir considerablemente la energía activa y reactiva consumida en la red	El costo de nuevas tecnologías en motorización puede ser algo alto, sin embargo, pueden tener recuperación económica a mediano plazo

Cuadro 9 (continuación)

ACCIONES RECOMENDADAS	BENEFICIOS	LIMITANTES
<p>Considerar la instalación de bancos de condensadores para atenuar la generación de energía reactiva en el sistema eléctrico a causa de la operación de los motores. Los cuales rectifican y aprovechan parte de esa energía. Recordemos que la energía reactiva la generan los motores y suponen hasta el 30% del importe total de la factura.</p>	<p>Después de un buen estudio de calidad de energía, podría disminuir hasta en un 90% la generación de reactivos</p>	<p>Dependiendo de la calidad de los condensadores, el costo puede llegar a ser alto, aunque no ten excesivo</p>
<p>Si no se realiza modernización de los equipos en general se pueden llegar a realizar estudios para hacer modificaciones de sistemas de control y automatización a los equipos de la industria. Ya que estos sistemas están enfocados a la optimización eficiente de los equipos a controlar. Entre estos sistemas, para los motores, se pueden utilizar los Variadores de frecuencia, los cuales optimizan la aplicación de potencia a los equipos evitando picos de potencia. En el caso de la automatización programable se pueden ajustar los tiempos de las actividades de forma muy precisa optimizando tiempo, operación, consumo de energía, entre otros.</p>	<p>Le da una presentación de modernismo a la planta. Puede requerir de menos mano de obra no calificada.</p>	<p>Podría no lograr las mejoras de un equipo nuevo. Puede ser muy costoso</p>
<p>Incorporar a la cadena de medición de las emisiones, otros elementos de la cadena productiva de la empresa, tales como al consumo de bombillas y otros equipos eléctricos.</p>	<p>Se alcanzarían las mediciones con mayor exactitud</p>	<p>Requeriría más tiempo por parte del personal asignado</p>
<p>Considerar el aprovechamiento de la iluminación natural, instalando claraboyas o tragaluces en las bodegas, o simplemente cambiando algunas tejas tradicionales por tejas traslucidas, disminuyendo así, la necesidad de utilización de bombillas. Procedimiento aplicable a oficinas y otros puntos de la planta.</p>	<p>La utilización de iluminación natural incrementa los niveles de seguridad en el trabajo para los trabajadores</p>	<p>Es económico, pero teniendo en cuenta la calidad de los materiales.</p>

Cuadro 9 (continuación)

ACCIONES RECOMENDADAS	BENEFICIOS	LIMITANTES
Realizar los respectivos cambios en la tecnología de iluminación actual, cambiando de iluminación halógena y fluorescente a iluminación LED.	Ofrece las mismas o mejores prestaciones, durabilidad y calidad; asegura un ahorro de hasta el 90% de energía eléctrica en comparación con la iluminación halógena.	El cambio de iluminación puede ser de medio costo dependiendo de los materiales.
Utilizar temporizadores y/o sistemas de activación por movimiento para la iluminación en lugares de tráfico esporádico de personas tales como: pasillos, baños o parqueaderos.	Disminuye el consumo de energía	En algunos casos es incómodo para los transeúntes puesto que el sistema es temporizado
Considerar la utilización de uso de energías limpias y renovables dedicadas como mínimo a la iluminación de la planta. Estas tecnologías disminuyen notablemente el costo de la factura de energía. Siendo la energía fotovoltaica la más común y fácil de usar.	Mejora de forma notable la imagen de la compañía siendo referente en materia de modernismo y ambientalismo	Son sistemas que son altamente costosos por la novedad tecnológica
Utilizar sistemas de ventilación generalizados, evitando el uso de ventiladores personales.	Un solo sistema de ventilación mediano consume menos recursos que varios sistemas pequeños	Podría ser complicado en temas de instalación
Hacer un estudio de la utilización del parque automotor y sus consumos y gastos, con el fin de establecer nuevos sistemas logísticos que economicen el uso, consumo de combustible y gastos de operación de estos equipos disminuyendo la generación de GEI.	El estudio también podría disminuir los costos de mantenimiento por menor kilometraje.	Se requiere personal capacitado en logística de transporte.

Fuente: Elaboración propia

4.6 APORTES

Considerando que esta monografía es un estudio de caso, se espera sea tomada y aplicada, total o parcialmente por la empresa Alimentos como una guía para realizar un mejoramiento continuo en beneficio de la implementación de sus sistemas de gestión de Calidad, la empresa se vería altamente beneficiada en los siguientes aspectos:

Ahorro de energía eléctrica: La implementación de los sistemas sugeridos en esta monografía, optimizaría notablemente la utilización de los equipos de producción, incluso en los sistemas de iluminación nos garantizaría mejor iluminación y ahorros de hasta el 70% en la energía consumida mensualmente.

Optimización de recursos: Cuando la compañía realice las mejoras en los sistemas eléctricos, electrónicos, logísticos y todos los procesos en general a los que se le ha realizado recomendaciones, será cuando se evidenciara un verdadero incremento en las ganancias, logrando una producción más limpia, minimizando costos de operación, materia prima, gastos en servicios públicos, mejorando la satisfacción del personal, agilizando procesos logísticos; en fin, garantizando una producción más limpia.

Mejoramiento de la imagen de la empresa: En su programa de mejoramiento continuo la empresa podría empezar a beneficiarse, implementando programas de marketing para que sus clientes la reconozcan como una compañía protectora del medio ambiente.

Mejora de la calidad de vida del personal: Al minimizar la generación de productos y gases contaminantes, la compañía puede evidenciar una mejor calidad de aire y puede garantizar que sus empleados tienen menor exposición contaminante, disminuyendo la posibilidad de provocar enfermedades a corto, mediano y largo plazo. Por otro lado, al cambiar los sistemas de iluminación a los adecuados para cada una de las áreas de trabajo, también nos van a garantizar menor cansancio en el personal que labora constantemente bajo esta iluminación (oficinas, producción, bodegas).

Durabilidad de los equipos: Con la aplicación de equipos optimizados para el uso directo de la empresa, la disminución en la generación de energías reactivas, el control en las temperaturas, la disminución de consumo de energía y fricción de sistemas mecánicos; nos van a garantizar una notable elongación en la durabilidad de los equipos, disminución en los gastos de mantenimiento, entre otros.

Como aporte al conocimiento, esta monografía va enmarcada directamente a la disminución de emisiones de CO₂ y GEI en general, lo que le evitaría con amplia facilidad tener dificultades en aprobación de las respectivas caracterizaciones y un mejoramiento en la para evidenciar un ambiente laboral más limpio y tranquilo

Igualmente este trabajo se realizo teniendo en cuenta los principios teóricos de áreas de estudio vistas como Calidad del Aire y Producción mas Limpia los cuales hicieron parte del programa académico de la Especialización Gestión Ambiental.

5 CONCLUSIONES

Las emisiones mundiales de Gases Efecto Invernadero (GEI) son señaladas como una de las responsables de los cambios medioambientales que están sucediendo en el mundo; dichos gases son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), entre otros, y están vinculadas a las actividades humanas, cotidianas e industriales debido a las elevadas tasas de consumo de los países desarrollados. Su efecto tiene implicaciones en los recursos renovables y no renovables, con el consecuente desgaste de los ecosistemas.

La huella de carbono (HdC) es definida como la medición de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) las cuales son señaladas como contaminantes del medio ambiente: "La huella de carbono es una medida de la cantidad total exclusiva de las emisiones de dióxido de carbono que está directa e indirectamente causado por una actividad o que se acumula en los estadios de vida de un producto"⁴⁵. Por tal motivo, es responsabilidad de los gobiernos atender dichas emanaciones en beneficio de la calidad medioambiental; y particularmente, las empresas e industrias deben considerar medidas específicas que conlleven a la reducción de la huella de carbono, estableciendo regulaciones.

La normatividad para la gestión y disminución de la huella de carbono en Colombia está regulada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a través de la resolución 1962, del año 2017. El cual pretende desvincular el desarrollo económico nacional al incremento de las emisiones de GEI. Por tal motivo, se han establecido un conjunto de esfuerzos orientados en ese sentido.

No obstante, aun cuando este es un problema mundial en el cual participan los países signatarios del convenio de Kyoto, no se ha logrado desarrollar una metodología estandarizada de cálculo de la huella de carbono que pueda ser aplicada a nivel internacional, aunque existen innumerables esfuerzos por parte de instituciones y organizaciones públicas y privadas.

De acuerdo a lo anterior, en la presente investigación se planteó como problema general la situación de una empresa de lácteos ubicada en la ciudad de Bogotá en relación a la huella de carbono que ésta genera y se planteó como objetivo general establecer una metodología para el cálculo y reducción de la huella de carbono energético generada por los equipos utilizados en el proceso de pasteurización.

⁴³ CHAVEZ& MELENDEZ. Huella de carbono parcial de un kilo de leche pasteurizada de la planta piloto de leche de la UNALM. Trabajo de Titulación para Optar el Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.p.54

Asimismo, se definieron un conjunto de objetivos específicos que se lograron a través de la implementación de un estudio descriptivo y de campo llevado a cabo en la mencionada empresa entre enero de 2017 hasta septiembre de 2018.

El objetivo N° 1 se orientó a describir las metodologías más usadas en el sector de alimentos para medir huella de carbono. En tal sentido, se precisó la inexistencia de una metodología particular para dicho sector y se logró documentar las herramientas que han sido validadas internacionalmente y que son usadas con mayor frecuencia en la medición de la huella de carbono. Estas son el GHG Protocol, PAS 2050, Norma ISO 14064 y el Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3). La diferencia entre dichas metodologías está en que algunas centran la medición de la huella en los productos elaborados, y otras, como la norma ISO en el proceso y gestión de la empresa, estableciendo herramientas de recolección y el uso de bases de cálculo específicas. Sin embargo, ninguna de estas metodologías ha logrado un consenso internacional para su aplicación en el sector empresarial, por tanto, es decisión de las industrias y los países seleccionar las que consideran más idóneas.

Para la presente investigación, luego del proceso de documentación, se seleccionó e implementó el GHG Protocol, a través de la metodología propuesta por el Plan PIGA de la Alcaldía de Bogotá, en la cual se realizaron las adaptaciones del GHG Protocol de acuerdo a las necesidades y lineamientos establecidos por el gobierno colombiano en materia ambiental, lo cual hace que el proceso de cálculo de la huella de carbono en la empresa se hiciera bajo los requerimientos locales.

El objetivo N° 2 se propuso identificar los equipos usados en el proceso de pasteurización con consumo energético de producción de leche y sus características de operación. Se identificaron el blender, con un consumo de 1.9Kwh; las calderas, con 1,1 Kwh; el esterilizador 4,4Kwh; la envasadora, 3,3 Kwh; el intercambiador de placas de enfriamiento 0 y el pasteurizador 2,7 Kwh-. Asimismo, se definió su función en el proceso de pasteurización y vida útil.

Siguiendo el objetivo N° 3 se estimó el consumo energético en cada uno de los equipos. En tal sentido, siguiendo las pautas de la metodología PIGA se revisó el histórico de dos años de consumo energético de las maquinas utilizadas en el proceso de pasteurización de la empresa, tomando como referencia el período mayo2017-septiembre 2018, y se obtuvieron de manera general consumos de 6.79% para el 2017 y de 13.20%.

El objetivo N° 4 propuso calcular la huella de carbono en el consumo energético de los equipos mencionados. Aplicando la calculadora de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), se logró cuantificar que el equipo que genera mayor huella de carbono es el esterilizador, seguido de la envasadora y en tercer lugar el pasteurizador. Sin embargo, todos los equipos, a excepción del intercambiador

que no genera consumo, tienen altas emisiones, lo cual indica la necesidad de que la empresa implemente de manera urgente medidas para su reducción.

Finalmente, de acuerdo al objetivo N° 5 se propusieron medidas para reducir la huella de carbono energético de los equipos en la empresa láctea, siguiendo como criterio general el consumo eléctrico de los equipos y poniendo el acento en los equipos que generan mayor huella de carbono. Asimismo, se consideraron criterios para proponer a la empresa una gestión sustentable basada en principios ecológicos a través de energías limpias y renovables.

6 RECOMENDACIONES

La presente investigación puso en evidencia la necesidad de que las empresas de producción de alimentos, y particularmente, las empresas de lácteos, establezcan un compromiso con el medio ambiente para la reducción de la huella de carbono. Por tanto, la principal recomendación es intensificar la atención a dichas empresas para que cumplan las normativas ambientales y adopten metodologías de cálculo de las emanaciones y reducción de la huella de carbono.

Se recomienda intensificar los esfuerzos para la investigación en espacios académicos sobre la huella de carbono, que permita desarrollar una metodología estandarizada o validar las metodologías ya propuestas para que sean adaptadas a las necesidades y requerimientos del país.

Es pertinente incentivar las campañas informativas a través de instituciones públicas y privadas, dirigidas al público general, de manera de generar conciencia ecológica y reducir al mínimo las emanaciones de GEI en las actividades cotidianas, y a la vez, que sea el propio consumidor quien exija de las empresas de productos alimenticios el cumplimiento de la reducción de la huella de carbono.

BIBLIOGRAFÍA

AGROFORESTERÍA EN LAS AMÉRICAS. Desarrollo de lineamientos para la certificación. Bogota.DC.CO. 2018

ASOLECHE. Ranking Lácteo. Bogotá. DC. 2018.

BOLAÑOS, C. Optimización de variables energéticas en función de la productividad y competitividad de la industria láctea y caracterización energética y tecnológica del sector. Trabajo de grado. Magister en Ingeniería Eléctrica Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ingeniería. Bogotá D.C.2014.

CARBALLO, GARCÍA & DOMENECH. El MC3. Una alternativa metodológica para estimar la Huella corporativa de carbono (HCC). En DELOS: Revista de Desarrollo Local Sostenible Vol. 2. N° 5. 2009. Pp. 59-69.

CARRULLA & ORTEGA. Sistemas de producción lechera en Colombia: retos y oportunidades. En Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Vol 24 (2). 2015. Pp.83-87.

CHACÓN PÁEZ, I., PINZÓN VARGAS, A. C., ORTEGÓN CORTÁZAR, L., & ROJAS BERRIO, S. P. Alcance y gestión de la huella de carbono como elemento dinamizador del branding por parte de empresas que implementan estas prácticas ambientales en Colombia En Estudios Gerenciales. Volume 32, Issue 140, July–September 2016, Pages 278-289

CHAVEZ& MELENDEZ. Huella de carbono parcial de un kilo de leche pasteurizada de la planta piloto de leche de la UNALM. Trabajo de Titulación para Optar el Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 2017

COLOMBIA.col. Economía. Bogotá DC.2018

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. CEPAL. Cambio climático Bogotá DC. 2018].

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE. CEPAL. Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático. Bogotá. DC. .2018

COOPERATIVA RURAL DE ELECTRIFICACIÓN. CRE. Todo sobre energía y potencia. 2018. Bogotá DC.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA. DANE. Cuentas Trimestrales – Colombia Producto Interno Bruto (PIB) Cuarto trimestre de 2017. Bogotá DC.

ESTRADA OYUELA. Acuerdo de Copenhague: las negociaciones sobre el cambio climático después de la XV Conferencia. Revista del CEI Número 17 - abril 2010. pp. 109-127. Disponible En: www.cei.gob.ar/userfiles/Acuerdo_de_Copenhague_rev_17.pdf

FROHMAN & OLMOS. Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2013. Santiago de Chile.

GESTERNOVA. Qué es la energía reactiva y por qué se refleja en la factura de la luz de tu empresa. 2018 Bogotá.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, FERNÁNDEZ Y BATISTA, Metodología de Investigación. Mc-Graw-Hill.. 2014. México.

LA RED 21. Industrias cárnicas y lácteas sobrepasan a las petroleras como las mayores contaminantes. Bogotá. 2018

MINISTERIO DE AMBIENTE. Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono. 2018. Bogotá DC.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 616 de 2006 (Febrero 28). Diario oficial N° 46.196.

MORA, RIOS, RIOS & CHARRY. Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. En Ingeniería y Región. Vol. 17. 2017. Pp.1-12

NEGUSSIE, E., DE HAAS, Y., DEHARENG, F., DEWHURST, R. J., DIJKSTRA, J., GENGLER, N., BISCARINI, F. Invited review: Large-scale indirect measurements for enteric methane emissions in dairy cattle: A review of proxies and their potential for use in management and breeding decisions. En Journal of Dairy Science, 100: Vol 4. 2017. pp. 2433-2453

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE. ODS Garantizar modalidades de consumo y producción sostenible. Bogotá DC. CO. 2018

OLIVERA, SAIZAR, MARTINEZ, SCALA, LIMA & ARMANETTI. Gestión de la Huella de Carbono. Una experiencia en la industria láctea nacional. En: INNOTEC Gestión. Vol 5. 2013, pp. 6-21

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Cambio climático. [Bogotá DC. CO. Sec. Inicio. 2018

PLAN INSTITUCIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (PIGA) Guía para el cálculo y reporte de Huella de Carbono Corporativa. Secretaría Distrital de Ambiente Subdirección de Políticas y Planes Ambientales. 2015 Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.

QUIMICA.ES. QES. Pasteurización. Bogotá. DC. 2018

ROTZ Modeling greenhouse gas emissions from dairy farms En Journal of Dairy Science, Volume 101, Issue 7, 2018, pp. 6675-6690

SCHNEIDER & SAMANIEGO. La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Comisión Económica Para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile. 2018].