

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**ESTIMACIÓN DE HUELLA DE CARBONO PARA FLORÍCOLA
ECOROSSES S.A. BASÁNDOSE EN LA METODOLOGÍA GHG PROTOCOL
MEDIANTE UNA CALCULADORA DE HUELLA DE CARBONO.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

BYRON SANTIAGO JARAMILLO VALVERDE

byron.jaramillo01@hotmail.com

DIRECTOR: JARAMILLO SANCHEZ LUIS ANGEL

luis.jaramillo@epn.edu.ec

Quito, 01 de octubre del 2019

DECLARACIÓN

Yo, Byron Santiago Jaramillo Valverde, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

BYRON SANTIAGO JARAMILLO VALVERDE

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Byron Santiago Jaramillo Valverde, bajo mi supervisión.

Ing. Luis Ángel Jaramillo Sánchez
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios, por las bondades recibidas día a día, por la fortaleza ante las adversidades, por la salud que me da para disfrutar de la vida, por darme la oportunidad de nacer en una estupenda familia y por no faltarme nada en ningún momento.

A mis padres Hugo y Elvia por su amor incondicional, por todo el apoyo que me brindan aun en las peores circunstancias de mi vida y por ser el pilar en mi vida.

Byron Jaramillo

DEDICATORIA

*El presente trabajo
se lo dedico a mis padres.
Por estar a mi lado siempre
por ser mis mejores amigos.*

ÍNDICE

Tabla de contenido

- ÍNDICE V
- ÍNDICE DE FIGURAS VII
- ÍNDICE DE TABLAS VIII
- CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN..... 1**
 - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 1**
 - JUSTIFICACIÓN..... 2**
 - OBJETIVOS 3**
 - GENERAL 3
 - ESPECÍFICOS 4
 - ALCANCE 4**
 - MARCO TEÓRICO 4**
 - CULTIVO DE ROSAS..... 4
 - UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y EXTENSIÓN DEL CULTIVO DE ROSAS 5
 - MANEJO DEL CULTIVO DE ROSAS 5
 - HUELLA DE CARBONO..... 13
 - LA AGRICULTURA Y GASES DE EFECTO INVERNADERO 15
 - METODOLOGÍA Y CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO 15
- CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA 16**
 - RECOPIACIÓN DE DATOS 16**
 - MAPA DE PROCESOS 16**
 - FORMATO DE REGISTROS 18**
 - ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO BAJO LA METODOLOGÍA GHG PROTOCOL 18
 - DESARROLLO DE LA CALCULADORA CON LA METODOLOGÍA GHG PROTOCOL..... 23**
 - DESCRIPCIÓN DE LA CALCULADORA..... 23
- CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 30**
 - LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN 30**
 - CALCULADORA DE HUELLA DE CARBONO PARA ECOROSSES S.A. 31**
 - EMISIONES DEL ALCANCE 1 31
 - EMISIONES DEL ALCANCE 2 33
 - EMISIONES DEL ALCANCE 3 33
 - EMISIONES TOTALES DE CO₂eq PRODUCIDAS POR ECOROSSES S.A. 34**
 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS CON OTROS PAÍSES Y OTROS**

PRODUCTOS	35
PROPUESTA TÉCNICA PARA DISMINUCIÓN DE EMISIONES DE CO₂ EN FLORÍCOLA ECOROSSES S.A.	37
USO DE FERTILIZANTES	37
RECICLAJE DE RESIDUOS Y GENERACIÓN DE COMPOST.....	38
USO DE AGUA RESIDUAL.....	38
AHORRO ENERGÉTICO	39
DISMINUCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES.....	39
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	42
CAPÍTULO 5: BIBLIOGRAFÍA	43
Bibliografía	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Uso de suelo y plantaciones florícolas	5
Figura 2: Flujograma de Producción	6
Figura 3: Preparación del suelo	7
Figura 4: Aplicación de fertilizante	7
Figura 5: Siembra de Patrones	8
Figura 6: Flujograma MIPE	9
Figura 7: Preparación de químicos para fumigación	9
Figura 8: Monitoreo de Plagas y Enfermedades	10
Figura 9: Fumigación	10
Figura 10: Flujograma de Postcosecha.....	11
Figura 11: Recepción e Inmersión de flor	12
Figura 12: Clasificación de Flor.....	12
Figura 13: Empaquetado de Flor	13
Figura 14: Almacenamiento de Flor en cuarto frío	13
Figura 15: Sistema Informático Venture.....	16
Figura 16: Mapa de Procesos de ECOROSSES S.A.	17
Figura 17: Hoja 1- Datos del Cultivo	24
Figura 18: Hoja 2-Uso de Suelo.....	25
Figura 19: Consumo Energético Mensual	26
Figura 20: Factores de Cálculo de Energía Pérdida.....	27
Figura 21: Hoja 4-Consumo de Hidrocarburos.....	28
Figura 22: Hoja 5-Productos Agrícolas y Fitosanitarios.....	28
Figura 23: Hoja 6-Insumos.....	29
Figura 24: Hoja 7-Resultados	30
Figura 25: Emisiones de Productos Agrícolas.....	32
Figura 26: Emisiones Totales correspondientes al alcance 1.....	32
Figura 27: Emisiones generadas por alcance en el cultivo de rosas	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Captación de Carbono por el Cultivo.....	20
Tabla 2: Descripción detallada de Calculadora de Huella de Carbono.....	23
Tabla 3: Consumo Energético Anual de la Empresa.....	25
Tabla 4: Emisiones del Alcance 1.....	31
<i>Tabla 5: Emisiones totales del Alcance 2.....</i>	<i>33</i>
Tabla 6: Emisiones totales del Alcance 3.....	33
Tabla 7: Cantidad de Emisiones por el Cultivo de Rosas.....	34

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio climático es uno de los mayores desafíos que enfrentamos actualmente, el cambio climático está provocando escases de recursos básicos y la migración de la población a las grandes ciudades, las nuevas necesidades del planeta apuntan a un incremento de la demanda de los principales servicios (Benavides & León, 2007).

Las emisiones procedentes de la agricultura, silvicultura y pesca casi se han duplicado, se estima que se incrementen en un 30% para 2025. Las emisiones generadas por el sector agrícola han incrementado de 4700 millones de tCO₂eq en 2001 a 5300 millones de tCO₂eq al año 2014, esto se debió a la expansión de la agricultura e industrialización de la misma en países en desarrollo (FAO, 2014).

En consecuencia en el Acuerdo de París realizado en el año 2015, varios países del mundo han tomado medidas para “mitigar” sus emisiones de gases de efecto invernadero para reducir el cambio climático (COP21, 2015), “la mitigación es la reducción de emisiones y el aumento de sumideros de carbono” (IPCC, 2018).

La agricultura es muy vulnerable al cambio climático, los cambios de temperatura reducen la cantidad y calidad de los productos deseados, por lo que este estudio se enfoca a nivel de ecosistemas naturales, para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el cultivo y exportación de rosas.

En la actualidad las florícolas generan un alto impacto ambiental a nivel de ecosistemas naturales debido a la utilización de pesticidas y productos tóxicos, estos productos químicos son utilizados en gran volumen para combatir enfermedades y plagas del suelo produciendo así rosas de calidad pero generando efectos significativos sobre las funciones y deterioramiento en el suelo, ocasionando así una disminución de su productividad (Villalobos & Villalobos, 2018).

El presente estudio se encuentra alineado a las exigencias legislativas nacionales dando como derecho al ciudadano a vivir en un ambiente sano, libre de contaminación y

sustentable, garantizando los derechos de la naturaleza mediante una planificación que proteja los recursos, garantice la conservación de hábitats e incluya la introducción de tecnologías limpias con estándares de calidad ambiental (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2014).

En la Constitución de la República del Ecuador establece en el artículo 414 que *“El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación y protegerá a la población en riesgo”* (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

La rosa es la principal flor exportada y de mayor demanda en Estados Unidos, Europa y Asia del Norte, situando al Ecuador como tercer exportador mundial. Dentro de las exportaciones no petroleras en el Ecuador, las rosas ocupan el cuarto lugar con el 6,4% de las exportaciones netas solo por detrás del camarón, banano y cacao (Expoflores, 2018). Los mercados internacionales tienen estándares altos en cuanto a tolerancia de plagas y enfermedades en la flor, por lo que demandan cuidado y monitoreo en el cultivo de la misma, siendo esta la razón principal para el uso de productos agrícolas y fitosanitarios, adicionalmente los compradores solicitan que las empresas generen compromisos socio-ambientales de sostenibilidad y buscan que estas cuenten con certificaciones que avalen esto, que en el Ecuador se rige a la certificación FlorEcuador (Cazar, 2019). Por este motivo el desarrollo de este estudio propone la estimación de la Huella de Carbono para el cultivo de rosas logrando una cuantificación aproximada del total de emisiones producidas por este giro de negocio, generando concientización y propuestas para la disminución de las mismas.

JUSTIFICACIÓN

La competitividad en el mercado internacional para el cultivo de rosas ha generado que este sector productivo tienda a la industrialización, llevando consigo el uso de técnicas internacionales para maximizar la producción por hectárea sembrada y dejando a un lado los costos ambientales de estas prácticas. El Panel Internacional de Expertos sobre el Cambio Climático, establece que los sectores de la acuicultura, silvicultura y agricultura son los responsables de la generación de alrededor de 10 a 12 GtCO₂eq/año de

emisiones de GEI (IPPC, 2016).

Las emisiones totales en el Ecuador representan el 0.15% del total mundial generado, siendo de 80.627,16 Gg de CO₂ eq/año, de estas aproximadamente el 18,17% corresponden a la agricultura, siendo estas las que ocupan el tercer lugar en emisiones a la atmósfera debajo del sector de la energía con el 46,43% y el sector forestal con el 25.35% de los gases de efecto invernadero. (Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2017)

El cálculo de la Huella de Carbono es un indicador que brinda una estimación de posibles riesgos asociados al cambio climático y ayuda a la identificación de los puntos o etapas de mayor generación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, proponiendo respuestas efectivas a los compromisos de la organización en su reducción de emisiones de gases a la atmósfera. El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) es la herramienta internacional estandarizada más utilizada para el cálculo y comunicación del Inventario de emisiones, contiene una metodología extensa pero eficaz para la obtención de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) directos e indirectos, proporcionando la huella de carbono organizacional en un tiempo determinado que generalmente trata de un año calendario (MMA CI, 2018).

En vista de esta problemática, es importante la estimación de la Huella de Carbono para identificar los inventarios de gases de efecto invernadero organizacionales y los puntos críticos o de mayor generación de emisiones para proponer una respuesta objetiva ante la problemática del cambio climático, ya que la industria florícola ecuatoriana cuenta con una carencia de datos sobre las emisiones que producen.

Es decir que esté presente proyecto de titulación va a ayudar a identificar y resolver los problemas antes mencionados mediante una medición de la huella de carbono, la misma que servirá al sector floricultor para conocer su realidad en cuanto a las emisiones que producen.

OBJETIVOS

GENERAL

- Estimar la Huella de Carbono para la florícola ECOROSSES S.A. basándose en la metodología GHG Protocol mediante una calculadora de Huella de Carbono.

ESPECÍFICOS

- Realizar un levantamiento de información a través de visitas técnicas a la empresa, determinando así las condiciones iniciales para el procesamiento de datos correspondientes al año 2017.
- Desarrollar un mapa de procesos con la información de las visitas a la empresa para la identificación de las variables que influyen en el cultivo de flores.
- Desarrollar una herramienta de estimación de la Huella de Carbono mediante hojas de cálculo de Excel para uso de la florícola ECOROSSES S.A.
- Estimar Huella de Carbono mediante la metodología GHG Protocol para la identificación de puntos críticos de generación de GEI.
- Plantear propuestas para reducir las emisiones de carbono a la atmósfera basándose en los resultados obtenidos,

ALCANCE

La estimación de la Huella de Carbono está enfocada en la florícola ECOROSSES S.A., ubicada en el cantón Mejía; debido a la falta de estudios de este tipo se ha previsto realizar una calculadora de huella de carbono aplicable a la floricultura por medio de una herramienta informática de cálculo.

MARCO TEÓRICO

CULTIVO DE ROSAS

El cultivo de rosas inició en el Ecuador a finales del siglo XIX, esta una industria que ha crecido significativamente y de manera dinámica, convirtiéndose en un importante pilar de la economía del país. Las rosas ecuatorianas son consideradas como una de las mejores del mundo, ya que, según los expertos la intensidad del color de las rosas depende gran parte que los rayos solares caigan perpendicularmente sobre ellas (Expoflores, 2018). Siendo la diversidad geográfica y los diferentes climas presentes, uno de los principales componentes para la expansión de la floricultura en el Ecuador.

La geografía del país cuenta con micro climas que favorecen al cultivo de rosas, debido

que el Ecuador se encuentra en la zona ecuatorial, las condiciones de luminosidad a la que está sometido ayuda para que las rosas crezcan con tallos más largos, gruesos y verticales, los botones compactos y de colores vistosos (Cazar, 2019).

UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y EXTENSIÓN DEL CULTIVO DE ROSAS

Hasta el último censo realizado por el INEC en 2016, el Ecuador contaba con 5 163 hectáreas cultivadas con rosas, bajo invernaderos. En la Figura 1 se muestra la concentración de florícolas en el país, estas se encuentran en las provincias de Pichincha, Cotopaxi e Imbabura, con aproximadamente el 87% de producción bruta (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2016).

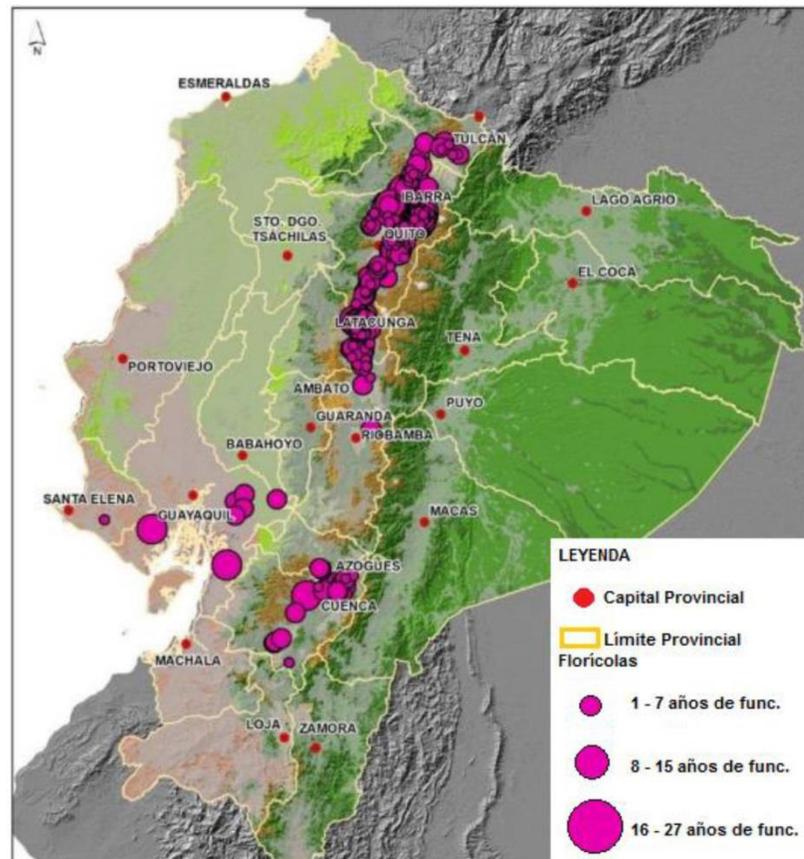


Figura 1: Uso de suelo y plantaciones florícolas (Bonilla, Maldonado, Silveira, & Bayón, 2016)

MANEJO DEL CULTIVO DE ROSAS

PRODUCCIÓN

En la Figura 2 se muestra el flujograma del proceso productivo de rosas en la empresa

ECOROSSES S.A., mismo que sirve de base para la realización del diagrama de flujo de la empresa.

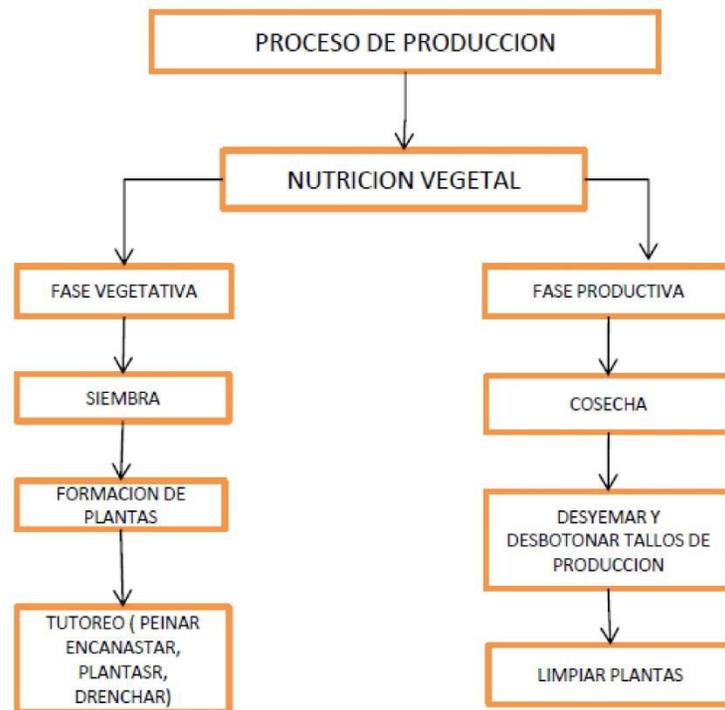


Figura 2: Flujograma de Producción
Elaborado por el autor: Byron Jaramillo

Fuente: (Cazar, 2019).

En las Figuras 3 y 4 se muestra como la producción de rosas comienza con la preparación del terreno, removiendo maleza para que este se encuentre apto para la recepción de las plantas. El suelo que se encuentra en la zona de Machachi es rico en materia orgánica, teniendo aproximadamente un 6% de materia orgánica natural, siendo necesaria una inclusión en el terreno de 10 t de materia orgánica adicional por hectárea logrando así la disminución en el uso de productos químicos y fertilizantes sin afectar a la producción de rosas, consiguiendo así los requerimientos mínimos para la producción de estas y cumpliendo con los parámetros establecidos por los clientes como tallos largos, botones grandes y libres de enfermedades (Cazar, 2019).



Figura 3: Preparación del suelo
Elaborado por: Byron Jaramillo

Fuente: (Cazar, 2019)



Figura 4: Aplicación de fertilizante
Elaborado por: Byron Jaramillo

Fuente: (Cazar, 2019)

En la Figura 5 se muestra que una vez realizada la inclusión de fertilizantes y materia orgánica en el suelo, se procede a la siembra de patrones, que son tipos de rosas que tienen una alta resistencia a enfermedades y plagas del suelo. Sobre este patrón se injerta la variedad que se desea producir, teniendo en aproximadamente en cinco meses la primera producción de dicha variedad de rosa.



Figura 5: Siembra de Patrones
Elaborado por el autor: Byron Jaramillo
Fuente: (Cazar, 2019).

En el proceso de producción, una vez que la rosa se encuentra lista para ser cortada, es guardada en mallas de 20 a 25 tallos de una misma variedad para ser trasladada por medio de tractores hasta una zona llamada Postcosecha donde se deposita la flor en contenedores de hidratación para ser clasificada y empacada (Cazar, 2019).

MANEJO INTEGRAL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES (MIPE)

El Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades es un concepto nuevo en sanidad vegetal, como se muestra en la Figura 6 ya no solo se trabaja con fumigaciones, sino también involucra otras áreas del cultivo de rosas, como son ventilación, fertilización y labores realizadas por los operarios en el cuidado de las plantas (Rodríguez, 2019).

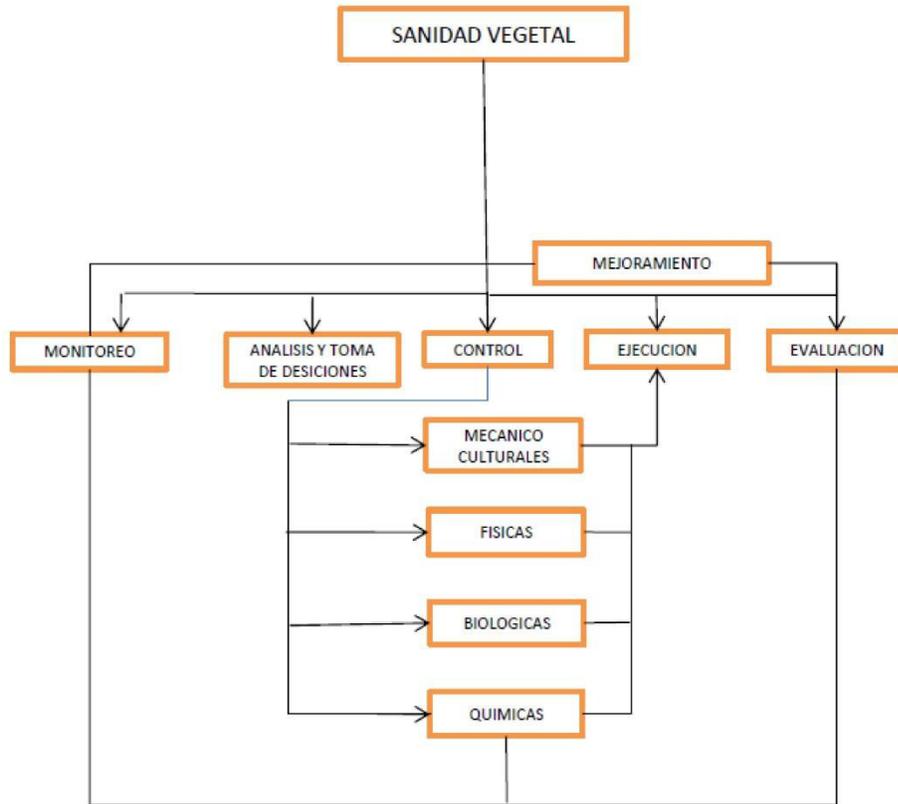


Figura 6: Flujograma MIPE
 Elaborado por el autor: Byron Jaramillo
 Fuente: (Rodríguez, 2019).



Figura 7: Preparación de químicos para fumigación
 Elaborado por: Byron Jaramillo
 Fuente: (Rodríguez, 2019).

En los procesos del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, se presenta como base fundamental el monitoreo (Figura 8), mismo que hace referencia a revisión diaria de las

plantas y registro por medio de ubicación geográfica con GPS donde se identifican diferentes plagas y enfermedades.



Figura 8: Monitoreo de Plagas y Enfermedades
Elaborado por el autor: Byron Jaramillo
Fuente: (Rodríguez, 2019).

Por medio del monitoreo, se realiza una estrategia de control tanto en fumigación como en labores culturales del cultivo (Figura 9); procediendo a coordinar las fumigaciones respectivas en donde sea necesario aplicar productos químicos para el control de plagas y enfermedades. Con una rotación adecuada y controlando el manejo de plaguicidas y fungicidas de acuerdo a las normas establecidas en la planificación previa para evitar resistencia; se procede a aplicar la estrategia establecida, posteriormente se realiza un nuevo monitoreo y de acuerdo a eso se evalúa y se toma decisiones para el control de las plagas y enfermedades (Solórzano, 2019).



Figura 9: Fumigación
Elaborado por el autor: Byron Jaramillo
Fuente: (Rodríguez, 2019).

El uso de químicos se ha tornado necesario en cantidades grandes por el tipo de suelo, plagas presentes en la zona y enfermedades propagadas en el cultivo, la utilización de

estos químicos maximiza el rendimiento de las cosechas y ayuda a mejorar las deficiencias en nutrientes presentadas en el suelo. El proceso de exportación de rosas es sometido a rigurosos controles en los que la tolerancia es mínima en cuanto a plagas y enfermedades, para que el negocio sea rentable es necesaria la utilización de químicos para evitar la aparición de anomalías en la flor (Rodríguez, 2019).

POSTCOSECHA

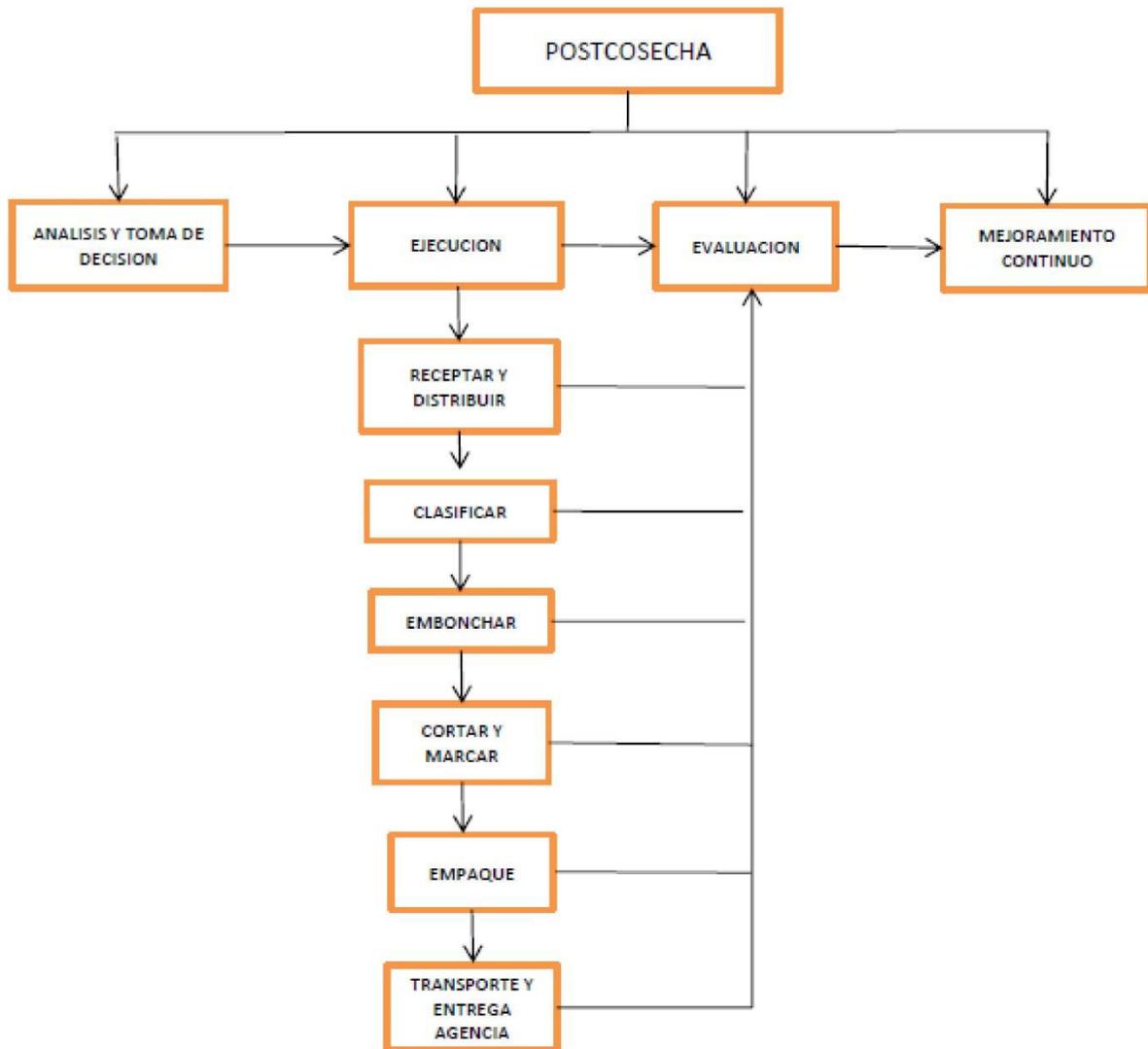


Figura 10: Flujograma de Postcosecha

Elaborado por: Byron Jaramillo

Fuente: (Salazar, 2019).

Como se muestra en la Figura 10, el proceso comienza cuando la flor sale de los invernaderos y es transportada en tractor, llega a un área llamada Recepción (Figura 11), en la cual la malla transportada es bajada del tractor y sumergida en un producto químico con toxicidad 4 (etiqueta verde) que no es nocivo para el ambiente ni para el usuario que se encuentra en contacto con el mismo, pero si para las plagas como hongos o invertebrados que puedan estar presentes en la rosa.

Una vez que la rosa es sujeta a inmersión en este químico, reposa aproximadamente de 2 a 4 horas en un cuarto frío a 4°C.



Figura 11: Recepción e Inmersión de flor
Elaborado por el autor: Byron Jaramillo
Fuente: (Salazar, 2019).

Cuando la flor a reposado en el cuarto frío, sale a ser procesada, donde es sujeta a revisión para cumplir con parámetros de calidad como tamaño del tallo, coloración del tallo, apertura de del talos, calidad del follaje, plagas y enfermedades y grosor de tallo como se muestra en la Figura 12 y13, de acuerdo a estos parámetros las rosas pasan a ser empaquetadas en 20 o 25 unidades dependiendo de la variedad y el pedido del cliente como se muestra en la Figura 12 y13.



Figura 12: Clasificación de Flor
Elaborado por el autor: Byron Jaramillo
Fuente: (Salazar, 2019)



Figura 13: Empaquetado de Flor
Elaborado por el autor: Byron Jaramillo
Fuente: (Salazar, 2019)

Como se muestra en la Figura 14, una vez las rosas se encuentran empaquetadas, estas pasan a un cuarto frío a temperatura de 1°C, manteniéndose en este lugar como mínimo 24 horas en una solución hidratante, siendo empacadas y almacenadas en camiones frigoríficos para ser transportadas hasta el aeropuerto de Quito (Salazar, 2019).



Figura 14: Almacenamiento de Flor en cuarto frío
Elaborado por el autor: Byron Jaramillo
Fuente: (Salazar, 2019).

HUELLA DE CARBONO

La Huella de Carbono es la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por las actividades realizadas día a día, esta cantidad de emisiones son generadas diariamente por las industrias, combustión interna de motores y por la actividad humana cotidiana. Por lo dicho anteriormente se debe tomar medidas para mitigar la contaminación ambiental provocada, debido a que la misma genera daños a la vida marina, vegetal y animal (Millán & Rosero, 2015).

El concepto de Huella de Carbono surgió en los años noventa a partir de la Huella

Ecológica, la que estima la cantidad de recursos que una persona o población necesitaba para desarrollar sus actividades. Dentro de esta Huella Ecológica se encuentran sub-huellas, entre las cuales se ubica la Huella de Carbono, en el Ecuador en 2009 la huella de carbono represento el 34% de la huella ecológica total del país, siendo la más representativa en cuanto a emisiones generadas en función del impacto con el cambio climático (Global Footprint Network, 2013).

La Huella de Carbono se define como la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero producidos por las actividades diarias (personales o colectivas) propagadas a la naturaleza (Schneider & Samaniego, 2010).

CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático hace alusión a variaciones radicales y cuantificables en el clima, que persisten en el tiempo, generalmente décadas o años. Este cambio climático puede deberse por ciclos internos y externos de la Tierra, acción humana que altera la composición de la atmosfera global aumentando así los gases de efecto invernadero. La problemática del cambio climático radica en el aumento de la temperatura entre 1,5° a 2° C con respecto a la época preindustrial (IPCC, 2018).

EFFECTO INVERNADERO

Es un evento natural que ocurre hace millones de años, mantiene una temperatura constante en la Tierra por largos periodos de tiempo manteniendo así condiciones adecuadas para la vida. En la atmosfera hay diferentes gases disueltos que forman el aire y son llamados gases invernadero porque son los responsables de este efecto, principalmente agua y dióxido de carbono, pero también hay en menor medida gases como metano, óxido de nitrógeno y clorofluorocarbonados (CFC) (NASA, 2019).

En la proporción adecuada estos gases cumplen su cometido interactuando en los ciclos naturales de la Tierra, pero al aumentar su concentración aumenta el calor en la misma. Exceptuando a los CFC antes mencionados, los otros gases se generan de manera natural dando consigo un mantenimiento de la temperatura alrededor de los 15°C. A partir de la revolución industrial se liberaron mayor cantidad de gases producidos por los gases de las industrias, quema de combustibles fósiles y por la extinción de grandes superficies de bosque nativo (NASA, 2019).

LA AGRICULTURA Y GASES DE EFECTO INVERNADERO

El sector agrícola, ganadero, de la silvicultura entre otros usos de suelo son los responsables de alrededor de 10.35 a 12.46 GtCO₂eq/año, siendo entre los principales gases el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, los emitidos por estos sectores productivos. En los últimos cincuenta años, su concentración aumento en un 50% en relación de lo que existía en la época preindustrial (IPPC, 2016).

METODOLOGÍA Y CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

- **Metodología GHG Protocol**

El GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol) fue implementado en 2001 por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) como una herramienta estándar para la estimación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, cuya metodología está guiada para el sector gubernamental e industrial.

Esta metodología permite un inventario de los Gases de Efecto Invernadero propios de una empresa, generando información para la planificación, gestión y reducción de los GEI; facilitando la contabilización de los mismos (World Resources Institute , 2004).

Esta metodología consiste en tres alcances que son:

Alcance 1

Son el total de las emisiones generadas directamente por la empresa por conceptos propios de funcionamiento, es decir; son internas de la misma, siendo estas emisiones producto de la actividad empresarial, como insumos de oficina, cantidad de bosques o pastizales, uso de hidrocarburos, etc (World Resources Institute , 2004).

Alcance 2

En este alcance se toma en cuenta todas las emisiones indirectas por uso de energía eléctrica para el desarrollo de la actividad (World Resources Institute , 2004).

Alcance 3

Son el total de emisiones indirectas que se generan fuera de la empresa, es decir son externas a la misma. Este alcance para conceptos de cuantificación es opcional,

puesto que; se debe analizar si es factible utilizarlo o no dependiendo el giro del negocio (World Resources Institute , 2004).

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

La metodología desarrollada para el presente proyecto se describe a continuación:

RECOPIACIÓN DE DATOS

En la Figura 15 se muestra el proceso de recopilación de datos, mismo que se realizó mediante la entrevista con el técnico de sistemas de la empresa, quien a través del sistema informático Venture; proporcionó los soportes de documentación de las compras y consumos de productos e insumos correspondientes al año 2018. Estos consumos corresponden a cartón, papel, plástico, químicos, insumos agrícolas y todo lo necesario para producir las rosas desde etapa inicial hasta el embalaje y exportación

Código	Nombre	Nivel	Estado	Código de barras 2	U. Consumo	U. Compra
001.1.01	AGROQ_BESTICIDAS	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.02	AGROQ_COADYUVANTE	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.03	AGROQ_BIOESTIMULANTES	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.04	AGROQ_HORMONAS Y ESTIMULANTES	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.05	FERTILIZANTES	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.06	FERT_SUSTRATOS	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.07	AGROQ_ANTIESTRESANTES	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.08	INSUMOS QUIMICOS DE POSTCOSECHA	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.09	INSUMOS MATERIALES DE POSTCOSECHA	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.10	MANTENIMIENTO ELECTRICO	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.11	MANTENIMIENTO INVERNADEROS	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.12	MANTENIMIENTO CONSTRUCCION	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.13	MANTENIMIENTO MAQUINARIA Y EQUIPO	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.14	MANT_HERRAMIENTAS ACTIVOS MENORES	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.15	MANT_HERRAMIENTAS CALEFACCION	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.16	MANT_SUMINIST DE ASEO Y LIMPIEZA	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.17	MANTENIMIENTO VEHICULOS	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.18	MANTENIMIENTO RESERVORIO	GRUPO	ACTIVO		und	und
001.1.19	MANTENIMIENTO CALEFACCION	GRUPO	ACTIVO		und	und

Figura 15: Sistema Informático Venture
Elaborado por el autor: Byron Jaramillo
Fuente: (Estrella, 2019).

MAPA DE PROCESOS

Como se muestra en la Figura 16 y basado en las visitas a la empresa, las entrevistas con los técnicos y la información recopilada por medio del sistema informático propio de esta; se levantó la información y se realizó un mapa de procesos, donde se muestra las actividades y los procesos involucrados en el cultivo y venta de flores. Diferenciando el uso de los productos que será:

- Color rojo: Proceso de producción

- Color azul: Uso interno
- Color verde: Emisiones resultantes

El desarrollo de este mapa favorecerá la identificación de cada tipo de emisión y su respectivo alcance al cual pertenecen, el mismo que se muestra a continuación:

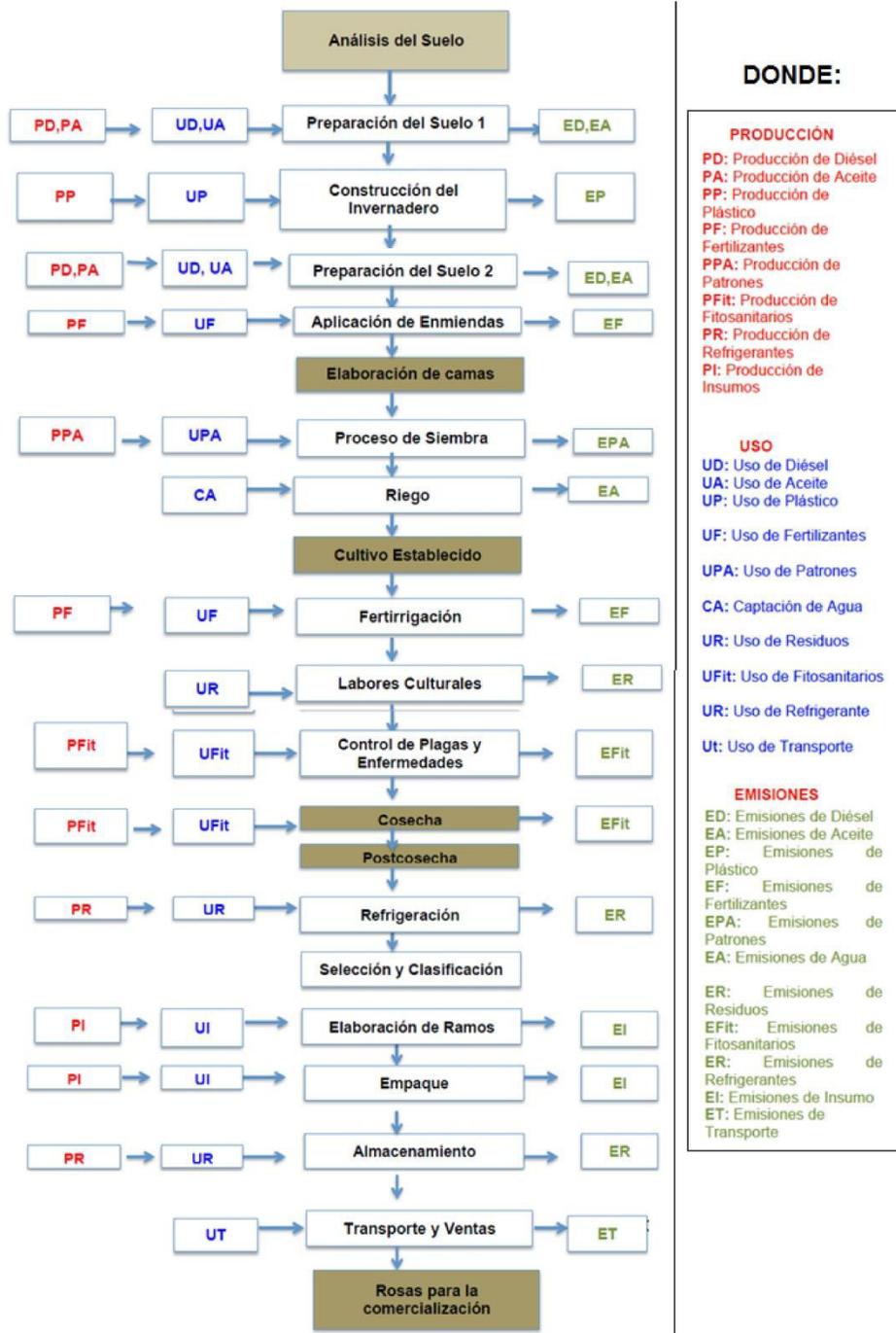


Figura 16: Mapa de Procesos de ECOROSSES S.A.
 Elaborado por: Byron Jaramillo
 Fuente: (Cazar, 2019).

Es importante conocer que cada codificación de color representa a las fuentes de generación o emisión para el cálculo de la Huella de Carbono mediante la metodología GHG Protocol

FORMATO DE REGISTROS

Una vez realizado el mapa de procesos se procedió a la clasificación de cada fuente de emisión según el alcance al que pertenecen. De manera complementaria se realizó un análisis con cada Jefe de Área para revisión de documentación y clasificación de insumos por tipo.

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO BAJO LA METODOLOGÍA GHG PROTOCOL

Para la estimación de la cantidad de emisiones generadas por ECOROSSES S.A. bajo la Metodología GHG Protocol está integrada por tres alcances en los cuales se encuentran las emisiones generadas directa e indirectamente. Para esta estimación se basara en los datos recopilados por las entrevistas y visitas a la empresa como son: cantidad de combustibles utilizados, la energía eléctrica, los insumos, etc. Para el cálculo de emisiones generadas por cada alcance se utilizara la siguiente ecuación:

$$Emisión = \sum (Cantidad\ de\ Producto\ o\ insumo\ en\ Kg) * FE$$

Dónde:

FE= Factor de emisión de CO₂ de cada producto o insumo en kgCO₂eq/kg de Producto

Emisión= kg de CO₂eq de producto

ALCANCE 1

En este alcance hace referencia a las emisiones internas y propias de la empresa, es decir a las emisiones desde fuentes controladas o que pertenecen a la empresa. (Generalitat de Catalunya , 2011)

Para el proyecto este alcance está constituido por:

- **Uso de Lubricantes y Aceites**

Corresponde al total de aceites y lubricantes para el buen funcionamiento de la maquinaria. Para la estimación de la cantidad de emisiones de CO₂ liberadas a la atmosfera se ha utilizado la ecuación 2:

$$Emisión = \sum_n (Consumo\ aceite\ o\ lubricante) * FE$$

Dónde:

FE= Factor de emisión de aceite o lubricante (kgCO₂eq/l)

Consumo= Consumo de aceite o lubricante al año

Emisión= Emisión total de Aceite o Lubricante al año

n= Tipo de aceite o lubricante

- **Uso de combustibles**

Corresponde al total de combustible utilizado para el uso de tractores, maquinaria motorizada, generadores eléctricos, camiones de entrega, automóviles de propiedad de la empresa y combustible búnker que es utilizado para la calefacción de los invernaderos en épocas de temperaturas bajas en la zona. Para el cálculo de la cantidad de emisiones se utilizará ecuación 3:

$$Emisión = \sum_n (Consumo\ combustible) * FE$$

Dónde:

FE= Factor de emisión de combustible (kgCO₂eq/TJ)

Consumo= Consumo de aceite o lubricante al año (TJ/año)

Emisión= Emisión total de Aceite o Lubricante al año

n= Tipo de combustible

- **Uso de Suelo**

Para poder estimar la cantidad de CO₂ captada por el cultivo, se debe conocer el tiempo que el mismo ha permanecido en siembra constante, además de conocer el área de

siembra y si es de tipo pastizal o agricultura propiamente dicha. Basándose en el Capítulo 4 de las directrices del (IPCC), para la agricultura, silvicultura y uso de tierras, como se muestra en la Tabla 2:

Tabla 1: Captación de Carbono por el Cultivo

Variable	Factor de Emisión (kg CO ₂ eq/ha)
Año 0-5	13,360
Año 5-10	9,730
Año 10-15	9,050
Año 15-20	6,670
Año 20-25	3,310
Año 25-30	360
Año +30	-460

Fuente: (IPCC, 2006)

- **Residuos Inorgánicos y Orgánicos**

Para la estimación de Gases de Efecto Invernadero producidos por residuos orgánicos, se debe conocer que la mayoría son producidos en el área de Postcosecha y restante en el área de cultivo por procesos de erradicación de plantas, desyeme de brotes, limpieza de área cultivada bajo invernadero.

Para los residuos inorgánicos producidos por la empresa, en su mayoría se producen en el área de empaque y el resto en labores de limpieza y mantenimiento de las instalaciones.

Se puede estimar estas emisiones por medio de la ecuación 4:

$$Emisión_{RI\ y\ RO} = \sum_n (Cantidad)_{RI\ y\ RO} * FE$$

Dónde:

FE= Factor de emisión de residuo (Inorgánico u Orgánico)

(kg CO₂eq/kg residuo)

Cantidad= Cantidad de residuo al año (kg/año)

Emisión= Emisión total de residuos al año

n= Tipo de Residuo

- **Uso de Productos Agrícolas y Fitosanitarios**

ECOROSSES al ser una empresa exportadora de rosas, está comprometida a vender un producto de calidad, por ello invierte en el uso de productos de fertilización y fitosanitarios para mantener al cultivo en condiciones saludables y libre de plagas.

Para el cálculo de emisiones correspondientes a productos agrícolas y fitosanitarios, se puede utilizar la ecuación 5:

$$Emisión = \sum_n (Consumo\ producto) * FE$$

Dónde:

FE= Factor de emisión por consumo de producto (kgCO₂eq/kg)

Consumo= Consumo de aceite o lubricante al año (kg/año)

Emisión= Emisión total del producto al año

n= Tipo de producto (Agrícola o Fitosanitario)

Para determinar la cantidad de emisiones cabe mencionar que los datos respectivos del factor de emisión (FE), fueron sacados del Inventario Ecológico (Ecoinvent) en su tercera versión. Para encontrar el factor de emisión se buscó por su nombre comercial o a su vez por su ingrediente activo.

ALCANCE 2

Este alcance hace referencia a las emisiones indirectas, producidas por el consumo de energía eléctrica adquirida por la empresa. (Generalitat de Catalunya , 2011)

- **Consumo de Energía Eléctrica**

Para la ECOROSSES, la empresa que le suministra energía eléctrica es la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por medio de las facturas eléctricas se procedió al cálculo de energía suministrada a la empresa.

Para la estimación de la cantidad de emisiones se utilizó la ecuación 6:

$$Emisión = \sum_n (Consumo\ energético) * FE$$

Dónde:

FE= Factor de emisión o mix de energía eléctrica (kgCO₂eq/MWh)

Consumo= Consumo de energía eléctrica al año (MWh/año)

Emisión= Emisión total por energía eléctrica al año

n= Tipo de Demanda (Industrial o Comercial)

Para el cálculo de emisiones por consumo de energía eléctrica, se utilizó el factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador, el mismo que fue desarrollado en el 2013 con información proporcionada por el Ministerio del Ambiente (MAE), Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) y el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). Siendo el valor del factor de emisión de CO₂ para el cálculo del presente proyecto el de 0,5062 tCO₂/MWh (Ministerio del Ambiente, 2014).

ALCANCE 3

En este alcance se hace referencia a las emisiones indirectas que ocurren fuera de la empresa ECOROSSES S.A. tales como:

- **Consumo de Agua**

El consumo de agua entra en este alcance, puesto que para el desarrollo de la agricultura es necesaria grandes cantidades de agua, la misma que es captada por medio de canales en los exteriores de la empresa ECOROSSES S.A., siendo esta agua utilizada para mantenimiento de las instalaciones, riego, mezcla de fertilizantes y productos químicos. (Santillán, . Etchevers, Paz, & Alvarado, 2016)

Para la estimación de la cantidad de emisiones se utilizó la ecuación 6:

$$Emisión = \sum_n (Consumo\ de\ agua) * FE$$

Dónde:

FE= Factor de emisión por consumo de agua (kgCO₂/kg)

Consumo= Consumo de agua al año (kg/año)

Emisión= Emisión total por consumo de agua al año

Los datos recolectados fueron expresados en m³/año, para el cálculo de emisiones ese valor fue multiplicado por la densidad del agua.

DESARROLLO DE LA CALCULADORA CON LA METODOLOGÍA GHG PROTOCOL

La Calculadora de Huella de Carbono fue realizada mediante hojas de cálculo de Excel, determinando la cantidad de dióxido de carbono emitida a la atmosfera cuya unidad es tonelada de dióxido de carbono por kilogramo de rosa vendida (tCO_2eq/kg rosa vendida) o tonelada de dióxido de carbono equivalente por hectárea (tCO_2eq/ha)

DESCRIPCIÓN DE LA CALCULADORA

La herramienta de cálculo fue desarrollada mediante la metodología GHG Protocol, la misma que está diseñada en una hoja de cálculo de Excel; esta que cuenta con varias hojas de ayuda que son representadas en la Tabla 2:

Tabla 2: Descripción detallada de Calculadora de Huella de Carbono

Nombre de Hoja de Cálculo	Descripción
Datos de Cultivo	Presenta datos relacionados a todas las compras de productos e insumos
Uso de Suelo	Muestra los datos relacionados con la superficie de siembra, cantidad de agua utilizada y cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos
Consumo Energético	Presenta los datos generales en cuanto a medidores de luz eléctrica utilizada mes a mes, tipo de tarifa y tensión eléctrica.
Consumo de Hidrocarburos	Muestra la cantidad de combustibles y aceites utilizados para el funcionamiento de maquinaria, vehículos, calefacción y generadores en la empresa
Consumo Agrícola y Fitosanitario	Visualiza la cantidad de productos químicos para la sanidad de la siembra así como para enriquecer el suelo.
	Presenta el contenido bruto de cartón,

Insumos Varios	plástico, papel y artículos diversos para el terminado de la flor (empaques)
Hoja de Resultados	Muestra la cantidad de emisiones generadas por la empresa por cada tipo de alcance y las emisiones totales de kg de CO ₂ eq/kg rosa exportada

Elaborado por: Byron Jaramillo
Fuente: (World Resources Institute , 2004).

Descripción de componentes de la calculadora de Huella de Carbono.

- **Hoja N°1: Datos generales del cultivo**

CULTIVO DE ROSAS			
ETAPAS	VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD
COMBUSTIBLE	gasolina super	509.74	gal
	gasolina extra	714.24	gal
	diesel tractores maquinaria	5359	gal
	fuel oil liviano calefaccion	45530	gal
ACEITES	aceite sae # 30 havoline	52	l
	aceite # 140	4.5	l
	aceite 2 tiempos	33	l
	aceite 3 en 1	2	l
	aceite hidráulico- rojo	1	l
	aceite 15w40	297	l
	aceite 20w50 km 5000	65	l
	aceite bio plus motor 2 tiempos	1	l
	aceite havoline 20w50 km 5000	4	l
	aceite 80w90 castrol hino gd caja de cambios	49	l
	aceite # 140 granel de pipa	18.9	l
	aceite 15w40 mobil delvac generadores	24	l
	aceite 15w40 golden bear	572	l
	aceite hidro 19 transmisión John deer	84	l

Figura 17: Hoja 1- Datos del Cultivo

Elaborado por: Byron Jaramillo
Fuente: (Estrella, 2019)

En la hoja “Datos del Cultivo” como se muestra en la Figura 17, se encuentra las compras realizadas a lo largo de un año calendario, para facilidad y comprensión se encuentra la misma dividida de acuerdo a la categoría del producto o insumo necesario para el cultivo de rosas.

Las unidades de medida se encuentran en la columna denominada “variable”, para insumos que necesiten transformación a kilogramos, se encuentra en la columna denominada “equivalencia” su peso relativo, mismo que fue medido en una balanza calibrada de propiedad de la empresa. Al multiplicar ambos datos se determina el valor en gramos del insumo, mismo que es necesario para la determinación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

- **Hoja N°2: Uso de Suelo**

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA						
AÑO DE CALCULO		2017				
NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN		TIPO DE ORGANIZACIÓN		SECTOR ECONOMICO		PROVINCIA
ECOROSSES S.A.		Mediana empresa		Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca		Pichincha
Año de cálculo		Año	# Bloques	Superficie (Ha)	Producción anual bruta (kg)	
2,017.00		2,017.00	32.00	45.70	2,011,308.60	
Tipo de Cultivo		Area Cultivada (Ha)		Uso Anterior del Suelo	Cambio del Uso del	Emisiones Parciales
Rosas		45.70		Pastizales	Agrícola	125.30
Emisiones Totales		125.30				
AREAS CON VEGETACION		m ²	Ha	FACTOR DE EMISION DE kg CO ₂ /Ha	EMISIONES kg CO ₂	EMISIONES t CO ₂
PASTIZALES		146,194.55	14.62	6,669.54	97,505.04	97.51
ROSAS		311,056.58	31.11	6,670.54	207,491.54	207.49
TOTAL						305.00

Figura 18: Hoja 2-Uso de Suelo

Elaborado por: Byron Jaramillo

Fuente: (Estrella, 2019)

En la Hoja “Uso de Suelo” como se muestra en la Figura 18 se encuentra los datos asociados a la empresa, como son el tipo de industria, año de cálculo de emisiones, producción total de rosas en ese año, área de cultivo, área de pastizales o área de bosque protector, cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos que se generan en la empresa y el agua utilizada para duchas, riego y usos general.

En la parte final de esta hoja de cálculo se encuentra el total de emisiones por conceptos contenidos en la misma hoja, misma que servirá como referencia para clasificarlas por tipo de alcance de emisiones.

- **Hoja N°3: Consumo Energético**

Tabla 3: Consumo Energético Anual de la Empresa

No.	TRANSFORMADOR	TIPO	TENSIÓN	COBERTURA	Energía Eléctrica Total (kWh)
1	15KVA #130506624-59	COM/DEMANDA	BAJA	Casa Administrativa	6,927.98
2	15KVA #88174906-83	COM/DEMANDA	BAJA	Casa de la hacienda, laboratorio	17,121.92
3	50KVA #145548713-38	INDUSTRIAL	BAJA	Área 3, ventiladores, comba de fumigación, bomba de agua.	235,681.84
4	200/125/75KVA #90002302-2	INDUSTRIAL	MEDIA	Postcosecha, cuartos fríos, riego.	591,220.47
5	75KVA #175656801-50	INDUSTRIAL	BAJA	Área 4	80,870.30
6	160KVA #135169511-72	INDUSTRIAL	BAJA	Calefacción, bomba de pozo.	361,887.60
7	15KVA #1877441-0	COM/DEMANDA	BAJA	Pumamaqui	2,388.19
8	30KVA #75005804	COM/DEMANDA	BAJA	Reservorio 2, Pumamaqui	15,754.20

Elaborado por: Byron Jaramillo

Como se muestra en la Tabla 2 el consumo anual de energía eléctrica, es base para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero, la Hoja “Consumo Energético” cuenta con celdas en la cual se puede introducir el código de transformador, así como el número de suministro con el que se cuenta en la empresa.

Para el correcto uso de la hoja de cálculo, se debe identificar el tipo de demanda (Comercial, industrial), así como la tensión con la que se trabaja (Baja, media, alta). Los valores representados en la Figura 19 corresponden al costo facturado mensualmente, en esta figura se muestra el cálculo de las emisiones generadas en el mes de enero por consumo de energía eléctrica, sirviendo de ejemplo para la utilización de esta hoja de cálculo.

CALCULO DE CONSUMO MENSUAL (kWh)								
ENERO								
No.	TRANSFORMADOR	TIPO	VALOR (usd)	Cargo tarifario	Costo facturable	Consumo energético (kWh)	total (kWh)	
1	15KVA #130506624-59	COM/DEMANDA	83.68	0.08	24.30	300.00	870.96	
				0.10	59.38	570.96		
2	15KVA #88174906-83	COM/DEMANDA	94.4	0.08	24.30	300.00	974.04	
				0.10	70.10	674.04		
7	15KVA#1877441-0	COM/DEMANDA	16.93	0.08	16.93	209.01	209.01	
				0.10	0.00	0.00		
No.	TRANSFORMADOR	TIPO	VALOR (usd)	Consumo energético (kWh)	Consumo energético (kVArh)	Factor de Potencia (FP)	kVArh a kWh	kWh Total
3	50KVA #145548713-38	INDUSTRIAL	1,615.08	19,974.00	8,547.00	0.95	8,119.65	28,093.65
4	100/125/75KVA#90002302-2	INDUSTRIAL	4,771.25	56,984.00	6,573.00	0.99	6,507.27	63,491.27
5	75KVA #175656801-50	INDUSTRIAL	555.04	8,548.00	5,647.00	0.85	4,799.95	13,347.95
6	160KVA#135169511-72	INDUSTRIAL	2,453.59	29,887.00	12,548.00	0.91	11,418.68	41,305.68
8	30KVA#75005804	COM/DEMANDA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				117,447.01			30,845.55	
						Consumo energético total mensual (kWh)		148,292.56

Figura 19: Consumo Energético Mensual
Elaborado por: Byron Jaramillo
Fuente: (Estrella, 2019)

Para demanda comercial, en la factura o planilla eléctrica se encuentra bien diferenciada la cantidad de energía consumida en ese mes. En demanda industrial, se encuentra en la factura o planilla la cantidad de energía consumida en kWh, en la celda denominada “Factor de Potencia” se debe introducir el valor encontrado en la planilla eléctrica, el mismo que de ser inferior a 0.9, demanda cobros adicionales y muestra una pérdida de energía eléctrica en este transformador.

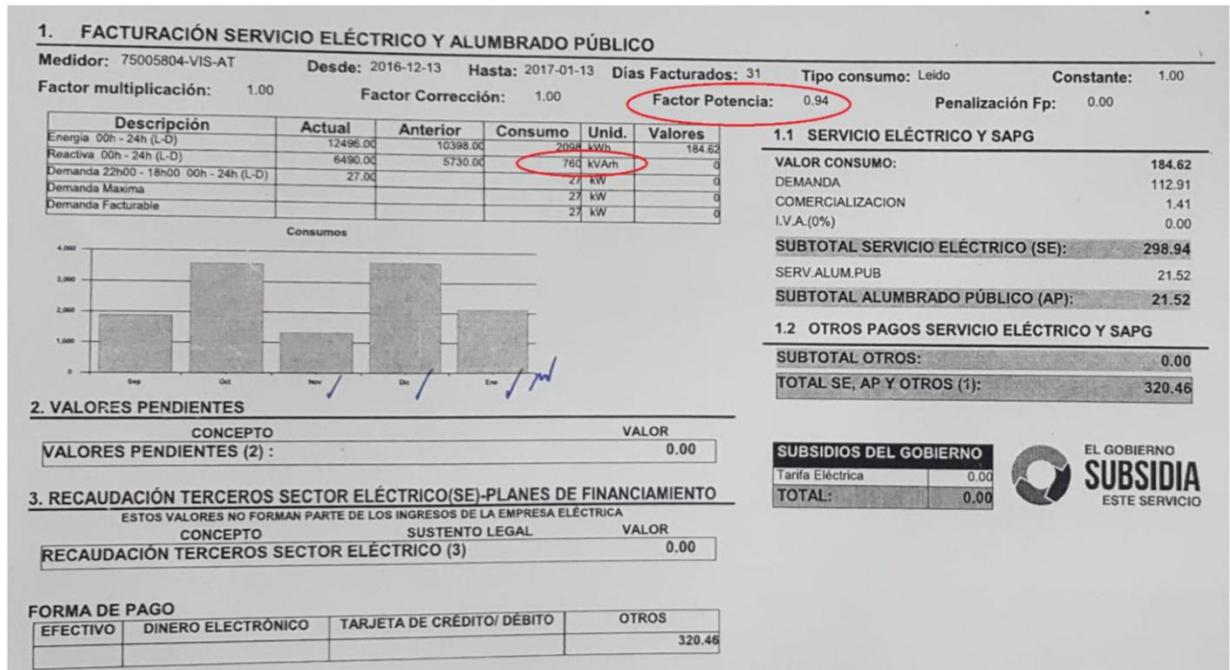


Figura 20: Factores de Cálculo de Energía Pérdida
 Elaborado por: Byron Jaramillo
 Fuente: (Estrella, 2019).

Como se muestra en la Figura 20 los valores tanto del factor de potencia así como la energía eléctrica asociada a aparatos que precisen de una bobina en KVArh “kilo voltio-amperio reactivo por hora”, datos que son necesarios para realizar la multiplicación entre sí y determinar la pérdida energética, misma que será usada para el cálculo de emisiones (EEQ, 2016).

- **Hoja N°4: Consumo de Hidrocarburos**

En la Figura 21 se muestra la cantidad de galones consumida por el uso de tractores, vehículos, combustible para uso interno de la empresa, así como para la movilización en el abastecimiento de insumos o productos a lugares cercanos a la misma.

Los datos necesarios para el cálculo de emisiones son la cantidad de galones utilizados al año y el factor de emisión sacado del IPCC (IPCC, 2006).

COMBUSTIBLE	MARCA DE VEHICULO	CONSUMO ANUAL (DOLARES)												TOTAL 1 (DOLARES)	COSTO DIESEL/GAL	TOTAL 2 (GALONES)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE			
DIESEL	HINO GD	277.91	245.94	245.91	380.43	343.05	239.57	267.96	271.84	222.02	272.12	273.67	153.20	3,193.62	1.04	3,079.67
	FURGON GD2	200.50	238.56	198.13	209.50	257.17	294.58	238.61	255.76	267.11	217.74	213.66	294.21	2,885.53		2,782.57
	HINO DUTRO	60.39	49.00	67.50	64.60	61.99	48.00	44.20	57.86	14.00	30.00	38.09	28.00	563.63		543.52
	TOYOTA HIACE	163.85	138.37	133.88	145.73	133.00	124.85	117.74	133.46	148.85	154.36	152.30	169.67	1,716.06		1,654.83
	BODEGA	342.18	633.76	171.10	513.27	456.25	339.06	399.00	513.00	1,244.40	228.14	456.28	456.28	5,296.44		5,107.46
	CHEVROLET TRAILBLAZER	70.05	23.60	9.90	15.50			6.00	21.85	19.76	21.35	9.05	40.62	237.68		229.20

CONSUMO DE ACEITES DE LA EMPRESA

ACEITE	USO (l/año)	Densidad (kg/l)	TOTAL (kg)	FACTOR DE EMISION DE Kg CO ₂ eq/l	EMISIONES Kg CO ₂ eq	EMISIONES tCO ₂ eq
aceite sae # 30 havoline - l	52.00	0.89	46.02	2.95	153.42	0.15
aceite # 140 - gal	4.50	0.89	4.01	2.95	13.28	0.01
aceite 2 tiempos - l	33.00	0.88	29.07	2.95	97.36	0.10
aceite 3 en 1 - l	2.00	0.88	1.76	2.95	5.90	0.01
aceite hidraulico- rojo - l	1.00	0.88	0.88	2.95	2.95	0.00
aceite 15w40 - l	297.00	0.89	262.85	2.95	876.24	0.88
aceite 20w50 km 5000 - l	65.00	0.89	58.05	2.95	191.77	0.19
aceite bio plus motor 2 tiempos - l	1.00	0.88	0.88	2.95	2.95	0.00
aceite havoline 20w50 km 5000 - l	4.00	0.89	3.57	2.95	11.80	0.01
aceite 80w90 castrol hino gd caja de cambios	49.00	0.90	44.20	2.95	144.56	0.14
aceite # 140 granel de pipa - l	18.90	0.91	17.20	2.95	55.76	0.06
aceite 15w40 mobil delvac generadores - l	24.00	0.89	21.24	2.95	70.81	0.07
aceite 15w40 golden bear - l	572.00	0.89	506.22	2.95	1,687.57	1.69
aceite hidro 19 transmision john deer - l	84.00	0.87	72.91	2.95	247.83	0.25
TOTAL					3,562.19	3.56

COMPRA DE COMBUSTIBLES PARA USO INTERNO DE LA EMPRESA

COMBUSTIBLE	CANTIDAD (gal/año)	USO	DENSIDAD g/cm ³	DENSIDAD kg/gal	Equivalencia	TOTAL BTU	Equivalencia	TOTAL JOULES	CANTIDAD DE COMBUSTIBLES (TJ/año)	FACTOR DE EMISION DE kg CO ₂ /TJ	EMISIONES Kg CO ₂ eq	EMISIONES ton CO ₂ eq
SUPER	509.74	MOVILIZACION	0.74	2.79	125,000.00	63717500	1054	67158245000	0.07	72,600.00	4,875.69	4.88
EXTRA	714.24	MOVILIZACION	0.74	2.78	125,000.00	89280000	1054	94101120000	0.09	69,300.00	6,521.21	6.52
DIESEL	5,359.00	MOVILIZACION	0.84	3.18	138,700.00	743293300	1054	7.83431E+11	0.78	69,300.00	54,291.78	54.29
FUEL OIL #6 LIVIANO (Bunker)	45,530.00	CALEFACCION	0.96	3.63	150,000.00	6.83E+09	1054	7.19829E+12	7.20	73,300.00	527,634.88	527.63
TOTAL											593.32	

Figura 21: Hoja 4-Consumo de Hidrocarburos

Elaborado por: Byron Jaramillo

Fuente: (Estrella, 2019).

• Hoja N°5: Productos Agrícolas y Fitosanitarios

TIPO	NOMBRE	CANTIDAD kg	FACTOR DE EMISION kg CO ₂ eq/kg	EMISIONES TOTALES kg CO ₂ eq/kg	EMISIONES TOTALES t CO ₂ eq/kg
	acido fosfórico 85% prayon	6,221.00	2.03	12,628.63	12.63
	acido bórico	125.50	0.70	87.85	0.09
	acido muriático h-10	6.00	3.30	19.81	0.02
	acido nítrico 68%	50,155.00	3.30	165,561.66	165.56
	basfoliar / ntf algae	178.29	3.30	588.54	0.59
	basfoliar aktiv	20.68	3.30	68.25	0.07
	basfoliar mg	112.40	3.30	371.03	0.37
	bayfolan	20.00	3.30	66.02	0.07
	carbonato de calcio cac03 91.7%	5,040.00	1.48	7,459.20	7.46
	carbonato de calcio tipo a-325 cecal	500.00	1.06	530.00	0.53
	carbonato/ calcio b-30 cecal uso agrícola	10,750.00	1.06	11,395.00	11.40
	e.m (microorganismos)	530.00	10.54	5,586.20	5.59
	Fainal k	558.40	0.05	27.92	0.03
	fertilizante 10-30-10	450.00	10.01	4,504.50	4.50
	fertimix .caB	831.63	0.70	582.14	0.58
	foliplus	211.64	1.06	224.34	0.22
	fosfato di amónico dap 18-46-0	2,666.00	2.02	5,385.32	5.39
	fosfato di potásico	1,159.04	2.02	2,341.26	2.34

Figura 22: Hoja 5-Productos Agrícolas y Fitosanitarios

Elaborado por: Byron Jaramillo

Fuente: (Estrella, 2019).

Como se muestra en la Figura 22 en esta hoja se encuentran los productos necesarios para fertilizar el suelo y proteger a las rosas contra plagas y enfermedades (Fitosanitario). Para el uso de esta hoja, es necesario conocer e introducir el dato de la cantidad de producto en kilogramos, kg, la hoja automáticamente calcula la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero concernientes al uso de químicos y fertilizantes.

- **Hoja N°6: Insumos**

VARIABLE	PESO TOTAL KG	MATERIAL BASE DE FORMACION	FACTOR DE EMISION kg CO ₂ eq/kg	EMISIONES TOTALES kg CO ₂ eq/kg	EMISIONES TOTALES t CO ₂ eq/kg
cinta/ embalaje/ sin impresión - rollos	0.21	Plástico de polipropileno	0.00035	0.0001	0.00
cinta/ embalaje/ impresa - rollos	69.55	Plástico de polipropileno	0.00035	0.0243	0.00
etiq/ term/adhesiva t-51/10.5x16 caja - und	2,557.50	Papel	0.38770	991.5428	0.99
etiq/term/adhesiva ramos blanca t-43/5.8x2.5 - und	2,730.00	Papel	0.38770	1,058.4210	1.06
etiq/term/adhesiva ramos filo verde - und	1,500.00	Papel	0.38770	581.5500	0.58
etiq/term/adhesiva ramos filo celeste - und	1,650.00	Papel	0.38770	639.7050	0.64
etiq/term/adhesiva ramos filo rosado - und	2,040.00	Papel	0.38770	790.9080	0.79
etiq/term/adhesiva ramos filo naranja - und	1,530.00	Papel	0.38770	593.1810	0.59
etiq/term/adhesiva ramos filo amarilla - und	1,620.00	Papel	0.38770	628.0740	0.63
etiq/term/adhesiva 8x10cm - und	30.00	Papel	0.38770	11.6310	0.01
fondo tab barile 97.9x26.8x20.5 (otro cliente) - und	9,032.16	Cartón	0.38770	3,501.7669	3.50
fondo HB 15 XL (149x37.5x34.5) - und	33,219.92	Cartón	0.38770	12,879.3640	12.88
fondo HB 12 L (119x32.5x34.5) - und	29,055.56	Cartón	0.38770	11,264.8409	11.26
fondo HB 7L (69X32.5X34.5) - und	6,030.53	Cartón	0.38770	2,338.0369	2.34
fondo QB 10S (99X27.5X17) - und	9,830.89	Cartón	0.38770	3,811.4372	3.81
fondo QB 8S (79X27.5X17) - und	527.92	Cartón	0.38770	204.6736	0.20
fondo QB 9S (89X27.5X17) - und	16,851.04	Cartón	0.38770	6,533.1472	6.53

Figura 23: Hoja 6-Insumos
 Elaborado por: Byron Jaramillo
 Fuente: (Estrella, 2019).

Como se muestra en la Figura 23 esta hoja contiene los insumos utilizados en el área de Postcosecha y oficinas, para el cálculo de emisiones se determinó el material usado para la elaboración del insumo, encontrando así el factor de emisión apropiado para cada uno y estimando la cantidad de emisiones por concepto de insumos.

- Hoja N°7: Resultados

HUELLA DE CARBONO DEL CULTIVO					
DESCRIPCION	EMISIONES DE CULTIVO t CO ₂ eq	EMISIONES DE CULTIVO kg CO ₂ eq	EMISIONES DE CULTIVO POR HECTAREA t CO ₂ eq/Ha	EMISIONES DE CULTIVO POR KILOGRAMO DE ROSA EXPORTADA kg CO ₂ eq/kg _{exp}	PORCENTAJE %
EMISIONES POR RESIDUOS ORGANICOS E INORGANICOS	189.56	189,563.57	4.15	0.09	3.11
EMISIONES POR USO DE AGUA	90.20	90,200.00	1.97	0.04	1.48
EMISIONES POR CONSUMO ENERGETICO	606.95	606,950.00	13.27	0.30	9.95
EMISIONES POR COMPRA Y USO DE COMBUSTIBLES	433.70	433,700.00	9.48	0.22	7.11
EMISIONES POR COMBUSTION Y EMANACIONES	247.00	247,000.00	5.40	0.12	4.05
EMISIONES POR USO INTERNO DE COMBUSTIBLES	593.32	593,323.55	12.98	0.29	9.73
EMISIONES POR USO DE ACEITES	0.89	890.00	0.02	0.00	0.01
EMISIONES POR PRODUCTOS AGRICOLAS	1,703.25	1,703,250.00	37.25	0.85	27.93
EMISIONES POR PRODUCTOS FITOSANITARIOS	112.20	112,200.13	2.45	0.06	1.84
EMISIONES POR INSUMOS AGRICOLAS	459.50	459,501.43	10.05	0.23	7.53
EMISIONES POR N ₂ O	571.02	571,021.25	12.49	0.28	9.36
EMISIONES DE CO ₂	325.12	325,115.00	7.11	0.16	5.33
USO DE SUELO	307.30	307,300.00	6.72	0.15	5.04
ABSORCION DE CO ₂	458.65	458,650.00	10.03	0.23	7.52
			TOTAL	3.03	100.00

Figura 24: Hoja 7-Resultados
Elaborado por: Byron Jaramillo

Como se muestra en la Figura 24, esta hoja de cálculo contiene los resultados finales producto de la estimación de la Huella de Carbono de la empresa ECOROSSES S.A.

CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para el presente estudio, basándose en la Metodología GHG Protocol, se ha dividido en tres grupos. Los productos, insumos, energía, etc., necesarios para la producción y exportación de rosas. Estos grupos son los alcances propios de la metodología, mediante las entrevistas realizadas en cada proceso productivo a los jefes de dichas áreas, se ha logrado clasificar cada uno de los productos e insumos necesarios para el cultivo y exportación de rosas, dividiéndolos para un mejor entendimiento y cálculo en sus respectivos alcances.

CALCULADORA DE HUELLA DE CARBONO PARA ECOROSSES S.A.

Mediante la Calculadora de Huella de Carbono, desarrollada se encontraron los siguientes resultados, separados por sus respectivos alcances

EMISIONES DEL ALCANCE 1

En este estudio se encuentran las emisiones directas generadas por la empresa como su desarrollo para producir rosas de calidad. En esta categoría están incluidas emisiones generadas por el uso de suelo, productos agrícolas y fitosanitarios, aceites, lubricantes y uso de combustibles; en este uso de combustibles están divididos entre fuentes fijas que son los generadores eléctricos y el uso de Bunker de la empresa, además de las fuentes móviles como tractores, autos de uso empresarial y maquinaria existente en la empresa. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 4: Emisiones del Alcance 1

Categoría	Emisiones Cultivo (tCO ₂ eq/año)
Combustibles Fuentes Fijas	433.70
Combustibles Fuentes Móviles	60.97
Aceites	0.89
Residuos Orgánicos/Inorgánicos	189.56
Uso del Suelo	109.62
Productos Agrícolas	1,703.25
Productos Fitosanitarios	112.20
Captación de Carbono por el Cultivo	170.09
TOTAL	2,780.27

Elaborado por: Byron Jaramillo

Los resultados presentados en la Tabla 4, representa a las emisiones generadas por la empresa de manera directa, en el año 2017 la empresa ha generado 2,780.27 tCO₂/año como emisiones organizacionales.

Las fuentes de mayor generación son los productos de uso agrícola con 1,703.25 tCO₂/año, es decir el 60.4% de las emisiones totales correspondientes al alcance 1. Como se muestra en la Figura 25 los productos agrícolas la fuente de mayor emisión son los nitratos con el 81.59%, de estos nitratos; el nitrato de calcio genera el 58.07% de las

emisiones correspondientes a nitratos.

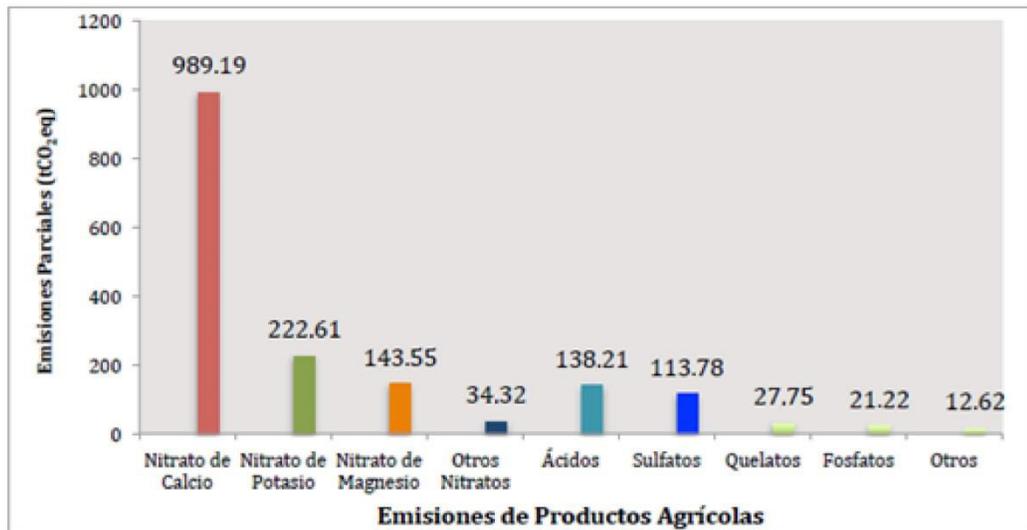


Figura 25: Emisiones de Productos Agrícolas
Elaborado por: Byron Jaramillo

En cuanto a las emisiones que en menor proporción se generan están los aceites y lubricantes con el 0.89 tCO₂/año, y las emisiones por fuentes fijas de combustión, que son las producidas por el uso de tractores, automóviles, camiones, etc., con 60.97 tCO₂/año. En cuanto a la captación de carbono por crecimiento del cultivo, así como por los bosques y pastizales es de 209.77 tCO₂/año.

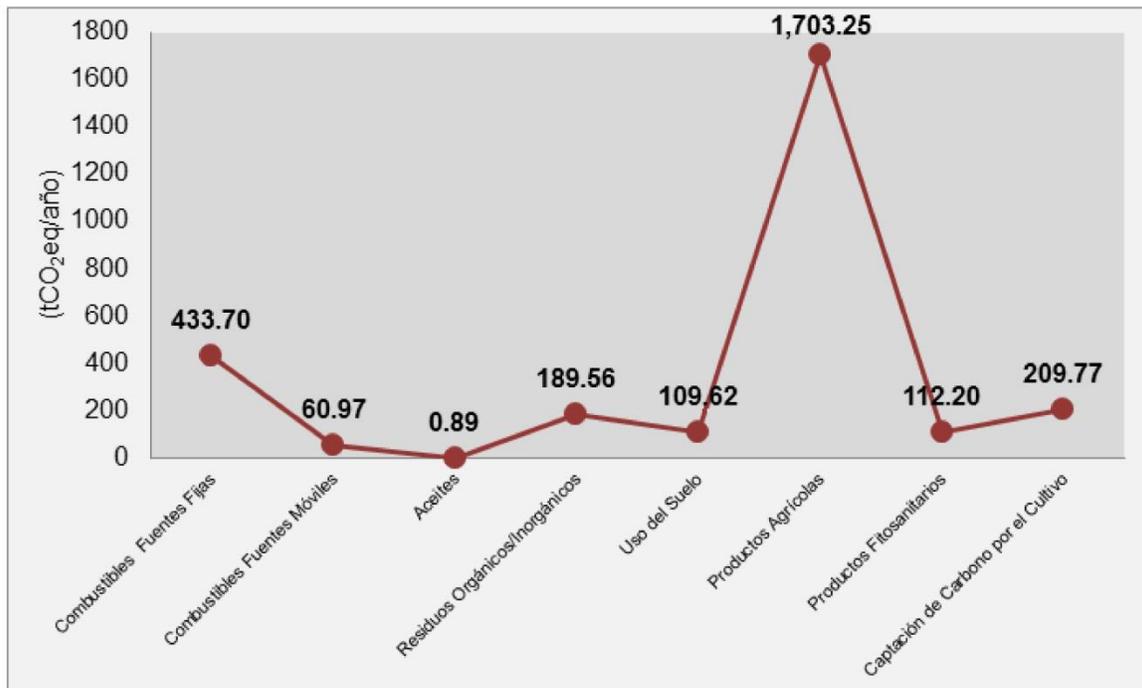


Figura 26: Emisiones Totales correspondientes al alcance 1
Elaborado por: Byron Jaramillo

EMISIONES DEL ALCANCE 2

En este alcance se hace referencia específicamente a la energía eléctrica utilizada para el desarrollo del negocio. Estas emisiones son de tipo indirectas, es decir que no son generadas en la empresa.

Los resultados se muestran en la Tabla 5:

Tabla 5: Emisiones totales del Alcance 2

CONSUMO ENERGÉTICO O ECOROSOS	AÑO	ENERGÍA ACTIVA (kWh/año)	ENERGÍA REACTIVA (kVArh/año)	TOTAL ENERGÉTICO (kWh/año)	TOTAL ENERGÉTICO (MWh/año)	FACTOR DE EMISIÓN DE CARBONO (tCO ₂ /Mwh)	EMISIONES TOTALES (tCO ₂ eq)
	2017	961121.0658	262693.41	1311852.506	1311.852506	0.5076	6606.9565,90

Categoría	tCO ₂ eq/año	Emisiones Cultivo tCO ₂ eq/ha	Emisiones Cultivo kgCO ₂ eq/kg de Rosa Exportada
Consumo Energético por electricidad	606.95	23.8	0.52
TOTAL	606.95	23.8	0.52

Elaborado por: Byron Jaramillo

Para el cálculo de estas emisiones de tomo en cuenta la perdida energética, mostrada en la planilla eléctrica entregada para el análisis, estas emisiones corresponden únicamente a la energía entregada por el Sistema Interconectado del Ecuador.

EMISIONES DEL ALCANCE 3

Las emisiones presentadas en la Tabla 6, son de tipo indirectas y generadas en los exteriores de la empresa, se han tomado para las mismas el consumo de agua captada y almacenada en reservorios: el papel que es comprado fuera de la empresa.

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 6: Emisiones totales del Alcance 3

Categoría	Emisiones Cultivo (tCO ₂ eq)
Consumo de Agua	94.20
Consumo de Papel	0.31
TOTAL	94.52

Elaborado por: Byron Jaramillo

EMISIONES TOTALES DE CO₂eq PRODUCIDAS POR ECOROSSES S.A.

La Metodología GHG Protocol utilizada para el estudio realizado, permite llevar una contabilidad de las emisiones generadas por la empresa. Ayudando con esto al conocimiento empresarial de la cantidad de emanaciones que conlleva el desarrollo de su actividad, esta metodología divide las emisiones generadas en tres alcances entre emisiones directas e indirectas, mismas que son desarrolladas en la hoja de cálculo para este fin. Por esta razón se presentan las emisiones totales generadas por la empresa en la Tabla 7:

Tabla 7: Cantidad de Emisiones por el Cultivo de Rosas

HUELLA DE CARBONO DEL CULTIVO				
Alcances	Emisiones Cultivo (tCO ₂ eq)	Emisiones Cultivo (kgCO ₂ eq)	Emisiones Cultivo (tCO ₂ eq/ha)	Emisiones Cultivo (kgCO ₂ eq/kg de Rosa Exportada)
Alcance 1	2,819.95	2,819,951.97	89.66	2.43
Alcance 2	606.95	606,947.98	19.30	0.52
Alcance 3	94.52	94,515.49	3.01	0.08
TOTAL	3,521.42	3,521,415.43	111.97	3.03

Elaborado por: Byron Jaramillo

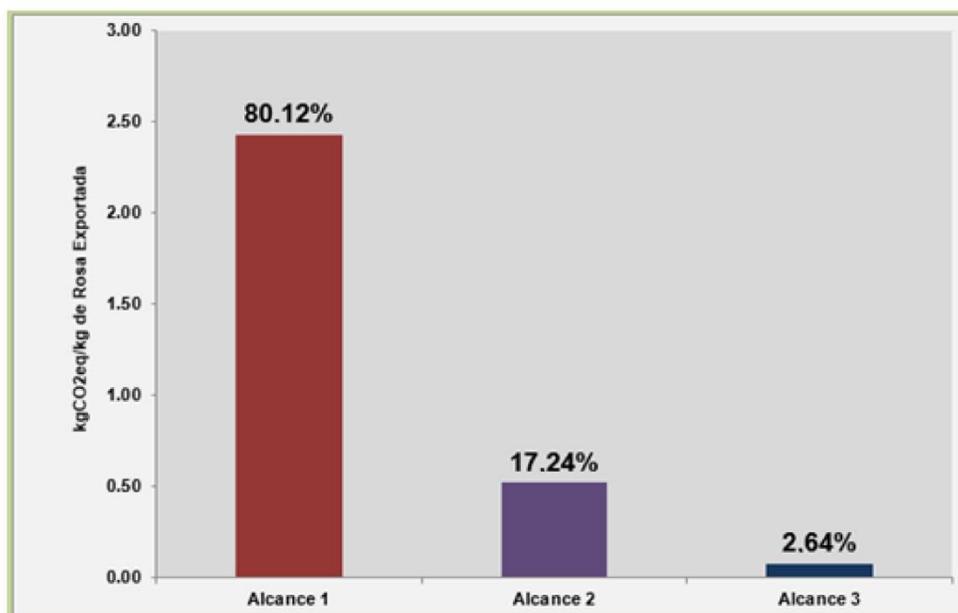


Figura 27: Emisiones generadas por alcance en el cultivo de rosas

Elaborado por: Byron Jaramillo

En la Figura 27 se muestra la cantidad de emisiones generadas por kilogramo, kg, de rosa exportada, el principal alcance en cuanto a emisiones de dióxido de carbono es el alcance 1 con el 80.12% de las emisiones totales, seguido por el alcance 2 con el 17.24% de las emisiones y finalmente el alcance 3 con el 2.64% de las emisiones.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS CON OTROS PAÍSES Y OTROS PRODUCTOS

Para el desarrollo y comprensión de este estudio, se realizó una comparación con otros productos agrícolas cultivados y exportados a nivel mundial. Los resultados obtenidos del cálculo de la huella de carbono para el cultivo de flores de la empresa ECOROSSES S.A. serán comparados y expresados a continuación:

En Ecuador no existen estudios que estimen las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la floricultura, para el caso del cultivo y exportación de rosas se tomó como comparación el estudio realizado para productos agrícolas como fresas, espárragos, rosas y orquídeas en Alemania realizado por FAO; en este estudio se estima la huella de carbono para el cultivo de rosas bajo invernadero, tomando como unidad funcional diez tallos de rosas procesadas, registrando como su huella de carbono el valor de 5.76 kgCO₂eq/unidad funcional. Identificando como los puntos críticos de emisión de gases de efecto invernadero el uso de fertilizantes, empaque, productos plásticos utilizados y el uso de combustibles fósiles (FAO, 2015).

En el estudio realizado por Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se puede encontrar la producción de rosas en Kenia y compararla con las rosas cultivadas en Ecuador, puesto que; las condiciones de producción de rosas en estos países son similares.

Según este estudio la generación de gases de efecto invernadero en la producción de rosas en Kenia frente a Holanda es seis veces menor, debido a que los últimos producen rosas bajo invernaderos con gas natural. Mientras que al comparar la huella de carbono de los cultivos holandeses con los cultivos de rosas alemanas con calefacción a base de carbón, se determinó que el cultivo holandés produce el doble de huella de carbono que los alemanes (FAO, 2015).

Al realizar esta comparación de las emisiones generadas por la misma industria pero en diferentes condiciones de producción, notamos que la técnica utilizada en el proceso de siembra va a repercutir en la cantidad de emisiones emitidas a la atmosfera.

Para generar un entendimiento de las variables y cambios presentes en los procesos agrícolas y su repercusión en la emisión de gases de efecto invernadero, se ha elaborado un comparativo de Huella de Carbono del cultivo de con otros productos agrícolas de interés para el país como el banano, leche, arroz, cacao y miel. Las que se muestran a continuación:

Para el caso del banano, La Huella de Carbono ha sido estimada en base a un estudio hecho a seis empresas exportadoras realizado por la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI) en el año 2016, proyectando como resultado de la estimación de gases de efecto invernadero la cantidad de 0.4487 kgCO₂eq/kg de banano, siendo el procesamiento el que aporta con el 48% del total de emisiones, seguido por el cultivo con 32% y el uso de combustibles fósiles con el 20% (CORPEI, 2016).

La Huella de Carbono de la leche, en un estudio realizado en Canadá, bajo la metodología de Calculadora de la huella de carbono de los alimentos canadienses, teniendo como alcance del método de la puesta a la puerta, asegura que la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero varía entre 1 y 3 kg CO₂eq/unidad funcional, sin embargo cabe mencionar que la huella de carbono varía dependiendo del volumen de leche consumida o utilizada para realizar un producto. Es así como la huella de carbono varía en derivados de la leche como son el queso (5,38 kg CO₂eq/kg), leche en polvo (10.09 kgCO₂eq/kg) y mantequilla (7.35 5,38 kg CO₂eq/kg); dependiendo también de la energía empleada en el proceso productivo (Vergé, y otros, 2013).

Para la estimación de la Huella de Carbono del cultivo de arroz, esta fue realizada en China, en cinco provincias productoras, tomando en cuenta el ciclo productivo del arroz, fertilizantes utilizados, uso de combustibles y datos estadísticos de producción; determina un valor ponderado de 1,023.76 kgCO₂eq/t de arroz (Xiaoming, et.al, 2013).

Para la Huella de Carbono de la Miel, se ha tomado como referencia un estudio publicado en 2016 en Argentina, por ser este el tercer productor y exportador a nivel mundial. Este estudio muestra que la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero emitidas a la atmósfera es de aproximadamente 2.58 kgCO₂eq/kg de miel, mostrando que en el proceso de extracción de la miel se emiten el 91.3% del total de emisiones.

En el caso del cacao, de acuerdo al estudio realizado por la CORPEI en base al proyecto piloto en cuatro exportadoras de este producto, en el cual muestra que la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero es de 1.82 kgCO₂eq/kg de cacao seco exportado. Se determinó en este estudio que en el proceso de cultivo de cacao se producen el 81.35% de las emisiones, mientras que el 18.65% restante es producido en la etapa de empaque y transporte (CORPEI, 2016).

Es importante recalcar que la estimación de la Huella de Carbono depende de la metodología utilizada para su cálculo, además no se pueden comparar entre productos diferentes, puesto que; la materia prima utilizada diferiría una de otra. En casos de productos iguales, la comparación entre estos difiere debido al sistema de producción utilizado en cada uno, así como de la metodología de cálculo (Frohmann & Olmos, 2012).

PROPUESTA TÉCNICA PARA DISMINUCIÓN DE EMISIONES DE CO₂ EN FLORÍCOLA ECOROSSES S.A.

En los cálculos anteriores, se estimó que el valor de la Huella de Carbono para la florícola ECOROSSES S.A., es de 3.03 kgCO₂eq/kg de rosa exportada, razón por la cual tras presentar los cálculos pertinentes e identificando las fases de mayor producción de gases de efecto invernadero producidos por la florícola, se presenta una propuesta técnica para disminuir la Huella de Carbono de la misma, tomando en cuenta las condiciones actuales de la empresa.

Considerando cada tipo de alcance, así como el sistema productivo y el giro del negocio de la empresa, se ha propuesto la implementación de formas para minimizar la emisión de gases de efecto invernadero, las mismas que son presentadas a continuación:

USO DE FERTILIZANTES

Esta propuesta es sugerida, puesto que; está presente en el alcance 1 de la estimación de Huella de Carbono, con el 60,4% de las emisiones totales generadas como se muestra en el apartado de resultados obtenidos, convirtiéndose así en la fuente de mayor emisión de gases.

Para este estudio, basado en los resultados obtenidos se observó que el nitrógeno y los fertilizantes cuyo componente es principalmente este elemento, son los más usados para

la fertilización del suelo. Se propone utilizar cepas bacterianas fijadoras de nitrógeno como es el caso de *Rhizobium*, *Clostridium*, *Azotobacter*, entre las más conocidas y utilizadas; evitando así pérdidas de este elemento en el suelo y disminuyendo gradualmente el uso de fertilizantes en el cultivo (Lara, Villalba, & Oviedo, 2007).

Adicionalmente se propone utilizar *Trichodermas*, que son hongos controladores de enfermedades de plantas como la *botrytis*, logrando así ampliar la rotación química, logrando disminuir la severidad de esta enfermedad, consiguiendo con esto la atenuación en el uso de fertilizantes y productos químicos (Rodríguez, 2019).

RECICLAJE DE RESIDUOS Y GENERACIÓN DE COMPOST

Como propuesta para la disminución en el uso de fertilizantes, se propone la generación de compost; para lo cual es necesario implementar un sistema de reciclaje de residuos orgánicos provenientes del desbrote de plantas viejas “su vida productiva es casi nula”, plantas leñosas, residuos provenientes de la clasificación de las rosas y descarte de variedades enfermas y no aptas para la exportación en Postcosecha.

Con la implementación de esta práctica se evitará la degradación del suelo, manteniendo la temperatura y el uso excesivo de agua en riego. Según estudios se afirma que esta práctica disminuye la cantidad de emisiones a la atmósfera en aproximadamente 0.32 tCO₂eq/ha al año (IPCC, 2006).

USO DE AGUA RESIDUAL

Una alternativa para la disminución de emisiones y uso de fertilizantes, es el aprovechamiento de aguas residuales; esta práctica es utilizada en casi medio centenar de países alrededor del mundo y en casi el 10% de la agricultura a nivel mundial. El uso del agua residual es importante debido a la cantidad de materia que poseen y adicionalmente porque son ricas en amoníaco y fosfatos.

Mediante métodos de tratamiento del agua residual se puede utilizar los fangos biológicos resultantes de la depuración de estas aguas para el uso en la agricultura y lograr así una disminución en el uso de fertilizantes químicos (García Morales & Horita Cruz, 1980).

AHORRO ENERGÉTICO

Debido que el uso de energía eléctrica en la empresa ECOROSSES S.A. representa el 16.46% en el total de la Huella de Carbono estimada, es necesaria la implementación de técnicas de ahorro energético en la misma. Por la situación actual de la empresa, así como también por el giro del negocio resulta difícil implementar alternativas como el uso de energía solar por medio de paneles colocados en la empresa para captación y almacenamiento de la energía.

La empresa tiene que generar conciencia de ahorro energético en las personas, para lo es necesario la capacitación periódica en su personal para apagar aparatos eléctricos cuyo uso sea innecesario, además de implementar un plan de eficiencia y ahorro energético para reducir el consumo de esta energía y así colaborando para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, este plan debe contener como bases un programa de iluminación eficiente mediante la utilización de luces led y focos fluorescentes. Además de un programa de revisión de conductores, transformadores, equipos de distribución, disminuyendo así las pérdidas energéticas en las líneas de conducción. Para dimensionar realmente el consumo energético de la empresa, esta debe realizar una auditoría energética para conocer cuáles son las áreas de mayor consumo de energía eléctrica y así tomar medidas para minimizar el uso de la misma de una manera eficiente.

DISMINUCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES

La cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero que aporta el uso de combustibles supera el 14% del total estimado en este estudio. Esto debido a la calefacción utilizada por la empresa por medio del bunker en su proceso productivo, para lo cual se recomienda reducir progresivamente el uso de este combustible para el proceso de calefacción, sustituir este combustible con gasolinas provenientes de palma aceitera como es el biocombustible. Para esta propuesta es necesario que la empresa considere el costo que implicará el cambio de combustible y la infraestructura a utilizar para ver la viabilidad de esta. (PETROECUADOR, 2017)

Es importante que ECOROSSES promueva entre sus empleados la restauración vegetal

con plantas y árboles nativos de la zona para capturar el CO₂, a medida que estas nuevas plantas vayan creciendo, la cantidad de emisiones capturadas por esta práctica se incrementará y así se contribuirá a la reducción de su Huella de Carbono.

Estas medidas propuestas permitirán a la empresa su ubicación como pionera en el sector florícola del país en el cuidado ambiental, mejorando así su competitividad en el mercado nacional como internacional, contribuyendo a la sostenibilidad en el cultivo de rosas puesto que el cálculo de emisiones es un requisito para acceder a nuevos mercados en Europa como Alemania, Suiza e Inglaterra (CORPEI, 2016).

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES

En el presente estudio se estimó la Huella de Carbono de la Empresa ECOROSSES S.A., bajo la metodología GHG Protocol obteniendo como resultado que en el año 2017 el total de emisiones generadas es de 3.03 kg de CO₂eq/kg de rosa exportada, tomando en consideración como límite para el sistema la producción de rosas hasta el transporte de las mismas a las agencias de carga en el aeropuerto de Tababela.

El Alcance 1, emisiones internas y propias de la empresa, es el que más contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero con el 80.12% del total de emisiones, seguidos por el uso de energía eléctrica con el 17.24% de emisiones.

En lo que respecta al producto o insumo que más emisiones genera, se encuentran los productos agrícolas con 1,703.25 tCO₂eq/año que representan el 61.26% del total de las emisiones del Alcance 1, seguidas del uso de combustibles en fuentes fijas con 433.70 tCO₂eq/año representando el 15.6% de las emisiones del Alcance 1.

La metodología utilizada para este estudio fue la GHG Protocol, misma que permite diferenciar entre emisiones de tipo directa e indirecta, mostrando así las emisiones que son generadas en el proceso productivo propio de la empresa como también las emisiones que son producto del uso de insumos o productos provenientes de factores externos a esta pero que son necesarios en el giro del negocio y que no pueden ser producidos en esta empresa.

Las condiciones de producción de esta empresa así como el resultado de la estimación de la Huella de Carbono de ECOROSSES, no representan a la floricultura ecuatoriana, esto debido que cada empresa florícola tiene sus propios procesos en el cultivo de rosas pero sí sirve como modelo para la gestión ambiental propia de cada empresa.

La estimación de la Huella de Carbono tiene como beneficio el cuantificar las emisiones producidas por la actividad desarrollada, esta estimación provee un inventario de gases de efecto invernadero contribuyendo a la planificación de estrategias para establecer límites por generación de estas emisiones, mitigando y controlando los impactos ambientales que se generan en este proceso productivo o por el uso de productos no orgánicos.

El sector agrícola es el que tiene mayor incertidumbre en cuanto a la cantidad de emisiones generadas, teniéndose pocos estudios que revelen la situación actual de este sector en el

ámbito ambiental por lo que se tiene que recopilar datos que sirvan de base para estimaciones más exactas acordes a la realidad nacional.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable que la empresa realice la estimación de su Huella de Carbono cada año calendario para conocer si las emisiones generadas en su proceso productivo han disminuido con la práctica de las propuestas antes mencionadas.
- Es necesario que la Asociación de Productores y Exportadores de Flores, EXPOFLORES, trabaje conjuntamente con el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Agricultura y Ganadería, para generar datos propios de la actividad agrícola en el país en cuanto a impacto ambiental que se genera en esta práctica productiva.

CAPÍTULO 5: BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- Altieri, M., & Nicholls, C. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Revistas UM*, 8, 20.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (10 de Septiembre de 2008). *Asamblea Nacional*. Obtenido de <http://www.asambleanacional.gob.ec>
- Benavides, H., & León, G. (2007). *INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y CAMBIO CLIMÁTICO*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Bonilla, O., Maldonado, P., Silveira, M., & Bayón, M. (2016). NUDOS TERRITORIALES CRÍTICOS EN ECUADOR: DINÁMICAS, CAMBIOS Y LÍMITES EN LA RECONFIGURACIÓN TERRITORIAL DEL ESTADO. *GEOGRAPHOS*, 74-82.
- Cazar, W. (25 de Abril de 2019). Proceso de Producción. (B. Jaramillo, Entrevistador) Machachi, Pichincha, Ecuador.
- COP21. (2015). *Convención Marco sobre el Cambio Climático*. Paris: Naciones Unidas.
- CORPEI. (2016). *Medición de la Huella de Carbono de las Exportaciones de Alimentos en Ecuador*. Quito: CORPEI.
- ECOINVENT. (23 de Octubre de 2010). *Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods*. Obtenido de ECOINVENT: https://www.ecoinvent.org/files/201007_hischier_weidema_implementation_of_lcia_methods.pdf
- EEQ, E. E. (Enero de 2016). *Empresa Eléctrica Quito*. Obtenido de <http://www.eeq.com.ec:8080/documents/10180/143788/Pliego+Tarifario+Enero+2016/414767b2-234d-4f10-a578-2c2990465c1f>
- Estrella, M. (25 de Abril de 2019). Sistema Informático y Procesos. (B. Jaramillo, Entrevistador)
- Expoflores. (2018). *Informe Anual de Exportaciones*. Quito: CIM.
- FAO. (15 de Julio de 2014). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org>
- FAO. (2015). *Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i4260s/i4260s.pdf>
- Frohmann, A., & Olmos, X. (2012). *Huella de carbono, exportaciones y exportaciones de alimentos: guía práctica*. Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. Naciones Unidas: CEPAL.
- García Morales, J., & Horita Cruz, R. (1980). *Uso de aguas residuales en la agricultura*. México: Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación.
- Generalitat de Catalunya. (2011). *Guía Práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero*. Barcelona: Oficina Catalana de Cambio Climático.
- Global Footprint Network. (2013). Reporte de la Huella Ecológica del Ecuador: 2008 y 2009. *Primera*. Quito, Pichincha, Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, I. (26 de Julio de 2016). *Información Ambiental Económica en Empresas*. Obtenido de INEC: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/EMPRESAS/Empresas_2016/PRIN_RESUL_MOD_AMB_EMP_2016.pdf
- IPCC. (2006). *Agricultura, Silvicultura y uso de la tierra*. Atlanta: Panel Intergubernamental del Cambio Climático.
- IPCC. (26 de Junio de 2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Obtenido de National Greenhouse Gas Inventories: <http://www.ipcc->

- nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Com
 IPCC. (2018). *Glosario de Términos*. Francia: J. B. Robin Matthews.
- IPPC, G. I. (2016). *Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Lara, C., Villalba, M., & Oviedo, E. (2 de Diciembre de 2007). Bacterias fijadoras asimbióticas de nitrógeno de la zona agrícola de San Carlos. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 9.
- Lau, C., Jarvis, A., & Ramírez, J. (Mayo de 2011). Agricultura Colombiana: Adaptación al Cambio Climático. *CIAT Políticas en Síntesis*(1), 4.
- Millán, D., & Rosero, J. (24 de Octubre de 2015). *Repositorio Digital*. Obtenido de Universidad Autónoma de Occidente : <https://campussostenible.org/wp-content/uploads/2017/04/anexo-13-huella-de-carbono-2015.pdf>
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2017). *Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático*. Quito: Dirección Nacional de Mitigación al Cambio Climático (DNMCC).
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Factor de emisión de CO2 del sistema nacional*. Quito: MAE.
- MMA Cl. (02 de Febrero de 2018). *Ministerio del Medio Ambiente*. Obtenido de <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>
- NASA. (25 de Abril de 2019). *Global Climate Change*. Obtenido de Las causas del cambio climático: <https://climate.nasa.gov/causas/>
- PETROECUADOR, E. (27 de Julio de 2017). *Empresa Pública PetroEcuador*. Obtenido de sitio web de EP PETROECUADOR: <http://www.eppetroecuador.ec>
- Rodríguez, D. (25 de Abril de 2019). MIPE. (B. Jaramillo, Entrevistador) Machachi, Pichincha, Ecuador.
- Salazar, B. (25 de Abril de 2019). Manejo de Postcosecha de rosas. (J. Byron, Entrevistador) Machachi, Pichincha, Ecuador.
- Santillán, V., . Etchevers, J., Paz, F., & Alvarado, F. (2016). *EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN SISTEMAS AGRÍCOLAS DE MEXICO*. Chapingo, México: Terra Latinoamericana.
- Schneider, H., & Samaniego, J. (30 de Marzo de 2010). *Acerca de nosotros: Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Sitio web de CEPAL: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/3753>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (13 de Enero de 2014). *Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo*. Obtenido de <http://www.planificacion.gob.ec>
- Solórzano, M. (25 de Abril de 2019). Estrategias en Control de Plagas y Enfermedades. (B. Jaramillo, Entrevistador)
- Vergé, X., Maxime, D., Dyer, J., Desjardins, R., Arcand, Y., & Vanderzaag, A. (2013). *Carbon footprint of Canadian dairy products: Calculations and issues*. Ottawa, Canada: American Dairy Science Association.
- Villalobos, D., & Villalobos, M. (Agosto de 2018). *ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS FLORICULTIVOS EN CUNDINAMARCA: UNA PERSPECTIVA ECONÓMICA*. Obtenido de Universidad de Bogotá: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/4307/TESIS%20Monica%20%26%20Ivan%20Dario%20Villalobos%20V03%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- World Resources Institute . (10 de Agosto de 2004). Obtenido de WRI.org: http://pdf.wri.org/ghg_protocol_2004.pdf
- Xiaoming, X., Zhang, B., Yong, L., Yanni, X., & Binsheng, D. (2013). Carbon footprints of rice production in five typical rice districts in China. En X. Xiaoming, B. Zhang, L. Yong, X. Yanni, & D. Binsheng, *Carbon footprints of rice production in five typical rice districts in China* (Vol. 33, págs. 227-232). Pekin, Pekin, China: Acta Ecologica Sinica.