



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y
CONSTRUCCIÓN**

MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE:**

MAGISTER EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

**TEMA: CALCULADORA DE HUELLA DE CARBONO
PARA EL CULTIVO DE ROSAS COMPARANDO GHG
PROTOCOL VS. PAS 2050: CASO DE ESTUDIO
ECOROSSES S.A.**

AUTOR: GUALLASAMIN CONSTANTE WENDY KARINA

DIRECTOR: Dra. SIMÓN BAILE DÉBORA

SANGOLQUÍ

2017



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN

MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación **“Calculadora de huella de carbono para el cultivo de rosas comparando GHG Protocol vs. PAS 2050: caso de estudio Ecoroses S.A.”** realizado por **Wendy Karina Guallasamin Constante**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a la señora **Wendy Karina Guallasamin Constante** para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 03 de Agosto del 2017

Lic. Débora Simón Baile, PhD
DIRECTORA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN

MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Wendy Karina Guallasamin Constante**, con cédula de identidad N° **1721794343**, declaro que este trabajo de titulación **“Calculadora de huella de carbono para el cultivo de rosas comparando GHG Protocol vs. PAS 2050: caso de estudio Ecoroses S.A.”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 03 de Agosto del 2017

Wendy Karina Guallasamin Constante
C.C. 1721794343




DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN

MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

AUTORIZACIÓN

Yo, **Wendy Karina Guallasamin Constante**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la Institución el presente trabajo de titulación “**Calculadora de huella de carbono para el cultivo de rosas comparando GHG Protocol vs. PAS 2050: caso de estudio Ecoroses S.A.**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 03 de Agosto del 2017


.....
Wendy Karina Guallasamin Constante
C.C. 1721794343

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis padres Manuel y Ceneida, así como a mi esposo José Luis por haber sido el pilar fundamental para el desarrollo de mi vida y haberme dado ejemplo de amor, trabajo, sacrificio y esfuerzo.

AGRADECIMIENTO

Al culminar otra etapa de mi vida, quiero expresar mi gratitud y agradecimiento a Dios por haber llenado de bendiciones mi vida.

A mis padres por haberme brindado la oportunidad de prepararme y superarme cada día.

A mi esposo, quien con su paciencia a sabido enseñarme que con constancia y trabajo en equipo se puede lograr las metas que uno se propone.

A la ESPE, en especial a mi Directora Dra. Débora Simón, quien con su esfuerzo, paciencia y dedicación ha sabido transmitir sus conocimientos de una manera acertada y objetiva.

A todo el personal de la Empresa Ecoroses S.A. por su colaboración durante la ejecución de esta investigación.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN	iv
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
ABREVIATURAS	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. El problema de la investigación.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.2. Formulación del problema	3
1.1.3. Sistematización del Problema.....	3
1.1.4. Objetivo General	3
1.1.5. Objetivos Específicos.....	4
1.1.6. Hipótesis	4
1.1.7. Justificaciones.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Cultivo de rosas.....	7
2.2. Ubicación Geográfica y Extensión del Cultivo de rosas	7
2.3. Manejo del Cultivo de rosas	8
2.3.1. Establecimiento de la Plantación	8
2.3.2. Manejo de la Plantación.....	14
2.3.3. Cosecha.....	23
2.3.4. Postcosecha	24
2.4. Marco Legal para Gases Efecto Invernadero.....	30
2.4.1. Marco Legal Ecuatoriano	30
2.4.2. Marco Legal Internacional.....	31

2.5. Huella de Carbono	32
2.5.1. Efecto Invernadero	32
2.5.2. Cambio Climático	32
2.5.3. Emisiones de Gases de efecto invernadero en la agricultura.....	33
2.5.4. Cálculo de la Huella de Carbono	33
2.5.5. Marco Conceptual	37
2.5.6. Definición del Límite y Caracterización de Variables.....	38
3. METODOLOGÍA	41
3.1. Recolección de Datos	41
3.1.1. Mapa de Procesos	41
3.1.2. Formatos de Registros.....	44
3.1.3. Recopilación de datos.....	44
3.2. Desarrollo de las Calculadoras de Huella de Carbono	44
3.2.1. Descripción de las Herramientas	45
3.2.2. Cálculo de la Huella de Carbono con la Metodología GHG Protocol.....	47
3.2.3. Cálculo de la Huella de Carbono con la Metodología PAS 2050	74
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	76
4.1. Huella de Carbono calculada con la Metodología GHG Protocol	76
4.1.1. Emisiones del Alcance 1	76
4.1.2. Emisiones del Alcance 2.....	80
4.1.3. Emisiones del Alcance 3.....	80
4.1.4. Emisiones totales de CO ₂ eq producidas por ECOROSEES con la Metodología GHG Protocol.....	83
4.2. Huella de Carbono calculada con la Metodología PAS 2050	84
4.3. Comparación de los resultados obtenidos en el estudio y otros países a nivel Internacional	89

5. PROPUESTA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA REDUCIR LAS EMISIONES DE CO₂ EN LA EMPRESA ECOROSSES S.A.	93
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
6.1. Conclusiones	97
6.2. Recomendaciones	98
7. BIBLIOGRAFÍA	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fertilizantes utilizados en la Elaboración del Tanque A.....	15
Tabla 2. Fertilizantes utilizados en la Elaboración del Tanque B.....	16
Tabla 3. Comparación de la Metodología GHG Protocol y PAS 2050 para medir las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero.....	36
Tabla 4. Alcances y variables utilizadas en el cálculo de la Huella de Carbono	39
Tabla 5. Descripción de la Calculadora de Huella de Carbono desarrollada bajo la Metodología GHG Protocol	45
Tabla 6. Descripción de la Calculadora de Huella de Carbono desarrollada bajo la Metodología PAS 2050.....	46
Tabla 7. Factores de emisión de Residuos Orgánicos e Inorgánicos	50
Tabla 8. Factores de Expansión por defecto de la relación entre la Biomasa Subterránea y Aérea para los principales ecosistemas de Pastizales del Mundo.....	52
Tabla 9. Referencia por defecto de existencias de orgánico (SOC_{REF}) para suelos Minerales (tC/ha entre 0 y 30 cm de profundidad).....	56
Tabla 10. Factores de Cambio en las Existencias del Suelo (F_{LU} , F_{MG} , F_I) para conversiones del uso de la tierra en tierras de cultivo.....	57
Tabla 11. Factores Relativos de Cambio de Existencias (F_{LU} , F_{MG} y F_I) (Durante 20 años) para diferentes actividades de gestión en Tierras de Cultivo.....	59
Tabla 12. Factores de Emisión de Captación de Carbono por el Cultivo.....	63
Tabla 13. Factores de Emisión utilizados en el cálculo de emisiones directas e indirectas de N_2O	65
Tabla 14. Factor de Emisión de CO_2 del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador	67
Tabla 15. Fuentes de Emisión que intervienen en el cálculo de la Huella de Carbono desarrollada bajo la Metodología PAS 2050.....	75
Tabla 16. Fuentes de Emisión que conforman el Alcance 1	76
Tabla 17. Fuentes de Emisión que conforman el Alcance 2	80
Tabla 18. Fuentes de Emisión que conforman el Alcance 3	81
Tabla 19. Huella de Carbono del Cultivo de Rosas	83

Tabla 20. Huella de Carbono del Cultivo de Rosas desarrollado bajo la metodología PAS 2050	85
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Uso Actual del Suelo y Plantaciones Florícolas	7
Figura 2. Preparación del Suelo	9
Figura 3. Construcción del Invernadero	9
Figura 4. Aplicación de Enmiendas	10
Figura 5. Proceso de Elaboración de camas	11
Figura 6. Proceso de regado de plantas sobre la cama	12
Figura 7. Injerto del patrón	12
Figura 8. Despunte de la Tirasabia	13
Figura 9. Pinch de basales	13
Figura 10. Riego	14
Figura 11. Proceso de Fertirrigación.....	15
Figura 12. Tanques de Fertirrigación	16
Figura 13. Manejo de basales.....	17
Figura 14. Flor Abierta	17
Figura 15. Tallos con Defecto o Enfermedades.....	18
Figura 16. Desyeme.....	18
Figura 17. Área de Producción	19
Figura 18. Manejo de Sextos	20
Figura 19. Guiado y Tutorado	20
Figura 20. Proceso de Escobillado en el cultivo de rosas	21
Figura 21. Deshierba en el cultivo de rosas.....	21
Figura 22. Cortinas del invernadero.....	22
Figura 23. Proceso de Fumigación	22
Figura 24. Plagas y Enfermedades del Cultivo del Rosal.....	23
Figura 25. Tipos de corte en el proceso de Cosecha	24
Figura 26. Labores de la Cosecha.....	24
Figura 27. Transporte de mallas en Postcosecha	25
Figura 28. Distribución de mallas a los Clasificadores en Postcosecha	25
Figura 29. Selección y Clasificación de Rosas en Postcosecha	26
Figura 30. Elaboración de Ramos en Postcosecha.....	27

Figura 31. Proceso de Refrigeración de rosas en Postcosecha	28
Figura 32. Proceso de Almacenamiento de rosas en Postcosecha	29
Figura 33. Empaque de rosas en Postcosecha	29
Figura 34. Mapa de Procesos resumido de Ecoroses	43
Figura 35. Emisiones de Productos Agrícolas más utilizados en el cultivo de rosas	77
Figura 36. Emisiones del CO ₂ eq correspondiente al Alcance 1	79
Figura 37. Emisiones del CO ₂ eq correspondiente al Alcance 3	82
Figura 38. Huella de Carbono del Cultivo de Rosas (kgCO ₂ eq/kg de Rosa Exportada).....	83
Figura 39. Emisiones de GEI por Categoría por Kilogramo de Rosa Exportada	86

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de Procesos del Cultivo de Rosas de Ecoroses S.A, según Metodología GHG Protocol.....	105
Anexo 2. Tratamiento realizado para combatir Plagas y Enfermedades del Cultivo del Rosal en Ecoroses en el año 2015.....	109
Anexo 3. Alcances y variables utilizadas en el cálculo de la Huella de Carbono para la Empresa Ecoroses S.A	111
Anexo 4. Formato de registro para el Alcance 1.....	124
Anexo 5. Formato de registro para el Alcance 2.....	125
Anexo 6. Formato de registro para el Alcance 3.....	125
Anexo 7. Datos del Alcance 1. Emisiones Directas.....	126
Anexo 8. Datos del Alcance 2. Emisiones Indirectas.....	128
Anexo 9. Datos del Alcance 3. Otras emisiones Indirectas.....	129
Anexo 10. Mapa de Rutas de Materias Primas.....	139
Anexo 11. Calculadora de Huella de Carbono con la Metodología GHG Protocol.....	140
Anexo 12. Calculadora de Huella de Carbono con la Metodología PAS 2050.....	141

ABREVIATURAS

%N	Porcentaje de Nitrógeno
B_ANTES	Categorías de Uso de la Tierra Iniciales
B_DESPUÉS	Categorías de Uso de la Tierra Finales
BSI	Instituto Británico de Normalización
C	Carbono
CA	Compra de Aceites
CAF	Banco de Desarrollo de América Latina
CC	Compra de Combustibles
CCC	Captación de Carbono por el Cultivo
CENACE	Centro Nacional de Control y Energía
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CH₄	Metano
CICC	Comité Interinstitucional de Cambio Climático
cm	Centímetros
CO	Monóxido de Carbono
CO₂	Dióxido de Carbono
CO₂eq	Dióxido de Carbono equivalente
CONELC	Consejo Nacional de Electricidad
COP21	XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático
CORPEI	Corporación de Promoción de Exportaciones e Importaciones
CP	Compra de Productos
CTFE	Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases Efecto Invernadero
DAP	Fosfato Diamónico
DTPA	Ácido Pentético
EDDHA	Ácido etilendiamino-di(o-hidroxifenil-acético)
EDTA	Ácido etilendiaminotetraacético
EXPOFLORES	Asociación Nacional de Productores y/o Exportadores de Flores del Ecuador
FE	Factor de Emisión

FOB	Precio libre a Bordo
gal	Galones
GEI	Gases Efecto Invernadero
Gt	Giga toneladas
Ha	Hectáreas
HAC	Suelos con minerales arcillosos de alta actividad
HC	Huella de Carbono
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
IPCC	El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
ISO	Organización Internacional de Normalización
kg	Kilogramos
Km	Kilómetros
kW	Kilowatts
l/m³	Litros por metro cúbico
LAC	Suelos con minerales arcillosos de baja intensidad
m	Metros
m²	Metros Cuadrados
MAE	Ministerio del Ambiente
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Acuicultura y Pesca
MEER	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
MIPE	Manejo Integral de Plagas y Enfermedades
MIPRO	Ministerio de Industrias y Productividad
MWh	Megawatts hora
N	Nitrógeno
N lix	Nitrógeno Lixiviado
N₂O	Óxido Nitroso
NA	No Aplica
NAS	Nitrógeno Aplicado al Suelo
NH₃	Amoniaco
°C	Grados Centígrados
PCG	Potencial de Calentamiento Global
pH	Potencial Hidrógeno

ppm	Partes por millón
PROECUADOR	Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones
RI	Residuos Inorgánicos
RO	Residuos Orgánicos
S.A	Sociedad Anónima
SIN.	Sistema Nacional Interconectado
SRs	Requisitos complementarios
t	Toneladas
t.m.	Toneladas métricas
TET	Transporte Ecoroses- Tababela
TJ	Terra Julios
TN	Transporte Nacional
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
WBCSD	Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible
WRI	Instituto de Recursos Mundiales

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El dióxido de carbono (CO₂), es el gas efecto invernadero de mayor volumen en la atmósfera y el de mayor aporte al cambio climático, pues actualmente ha alcanzado concentraciones de 406.605 partes por millón (ppm), lo cual representa el nivel más alto en los últimos 800.000 años (Earth System Research Laboratory, 2017). En consecuencia los distintos gobiernos del mundo a través del Acuerdo de París COP21 realizado en el año 2015 han tomado medidas para intentar frenar el cambio climático (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2008). Razón por la cual el desarrollo de este estudio plantea determinar la huella de carbono del cultivo de rosas, por ser la principal flor exportada y la más demandada en Europa, siendo nuestro país Ecuador el tercer exportador a nivel mundial (Exploflores, 2015).

1.1.1.1. Diagnóstico

En el año 2015, las rosas continúan siendo líderes en las exportaciones de productos primarios no tradicionales del Ecuador, pues sus exportaciones en este año crecieron el 2,7% con respecto al 2014 (PROECUADOR, 2015). Por consiguiente; al incrementarse las ventas de rosas, este cultivo requiere de certificaciones ambientales para su venta en los mercados del exterior, lo cual ha llevado a Rainforest Alliance a requerir el cálculo de la huella de

carbono para emitir las certificaciones ambientales requeridas a las florícolas. Actualmente no existen metodologías aplicadas específicamente al sector florícola en Ecuador, razón por la cual el proyecto generará la calculadora de Huella de Carbono para el sector de cultivo de rosas a partir del caso de la empresa Ecoroses S.A.

1.1.1.2. Pronóstico

En el Ecuador no existe una calculadora de Huella de Carbono para el cultivo de rosas, razón por la cual no se puede determinar dicha huella en este cultivo y por ende no se pueden incorporar medidas de reducción de emisiones en base a un diagnóstico acertado y además puede existir la posibilidad de perder mercado internacional de consumo por la falta de certificaciones ambientales asociadas al cálculo de la huella de carbono.

1.1.1.3. Control de Pronóstico

Para el desarrollo del presente trabajo se eligieron las metodologías de cálculo de la Huella de carbono GHG Protocol y PAS 2050 utilizando los datos recolectados en la florícola Ecoroses S.A.

Para seleccionar las variables que intervinieron en el cálculo de la Huella de Carbono se realizó un mapa de procesos. Se calculó la Huella de Carbono para el cultivo de rosas en Ecuador y finalmente se comparó los resultados obtenidos con cada una de las metodologías utilizadas en el presente estudio.

1.1.2. Formulación del problema

En nuestro país este cultivo representa el 28% de las exportaciones de productos primarios no tradicionales del Ecuador, es decir en el año 2015 se exportó 820.131 miles de dólares FOB, lo cual representa 145.848 toneladas de rosas, cuyo precio por kilo promedio fue de \$5,62 (Banco Central del Ecuador, 2016). Adicionalmente en el país existe 5.163 hectáreas destinadas al cultivo de flores en 13 provincias; siendo el principal grupo de exportación las rosas, cuyos principales mercados son: Estados Unidos, Rusia, Holanda e Italia (Grupo El Comercio, 2015). Existen metodologías desarrolladas para el cálculo de Huella de Carbono del cultivo de rosas en Colombia pero no son directamente aplicables para el cultivo de rosas en Ecuador.

1.1.3. Sistematización del Problema

- ¿Cuáles son las variables que presentan mayor influencia en el cálculo de la huella de carbono del cultivo de rosas en Ecuador?
- ¿Qué diferencias hay entre la metodología GHG Protocol y la metodología PAS 2050 aplicada al cultivo de rosas en Ecuador que desarrollará el presente estudio?
- ¿Cuáles son las buenas prácticas ambientales identificadas a partir del cálculo de la huella de carbono del cultivo de rosas en Ecuador que pueden proponerse para mitigar, controlar y reducir los impactos ambientales?

1.1.4. Objetivo General

- Desarrollar una Calculadora de Huella de Carbono para el cultivo de rosas comparando las metodologías GHG Protocol y PAS 2050 a partir del estudio de caso de la empresa Ecoroses S.A.

1.1.5. Objetivos Específicos

- Elaborar el mapa de procesos considerando las variables que intervienen en el cultivo de rosas en Ecuador.
- Seleccionar las variables de estudio necesarias para el cálculo de la Huella de Carbono del cultivo de rosas y recolectar la información de dichas variables.
- Desarrollar dos metodologías de cálculo de huella de carbono para la producción florícola de la empresa Ecoroses S.A, a partir de las normas GHG Protocol y PAS 2050.
- Comparar los resultados obtenidos para la empresa Ecoroses S.A. con las dos metodologías de cálculo de huella de carbono: GHG Protocol vs. PAS 2050
- Proponer buenas prácticas ambientales para mitigar, controlar y reducir las emisiones de carbono en base a los resultados obtenidos.

1.1.6. Hipótesis

La generación de la calculadora de huella de carbono incorpora variables del cultivo de rosas en el Ecuador, lo cual permitirá obtener datos confiables sobre la generación de gases efecto invernadero causadas por éste cultivo y propone medidas para su reducción específicas para Ecuador.

1.1.7. Justificaciones

El desarrollo del presente estudio es importante a nivel de ecosistemas naturales pues en la actualidad las florícolas generan un alto impacto ambiental debido a la excesiva utilización de pesticidas, fungicidas y demás productos tóxicos utilizados para cultivar rosas. Adicionalmente es importante considerar la afectación a la salud de los trabajadores, quienes desarrollan sus actividades diarias sin protección frente a las sustancias tóxicas que se emplean en estas actividades, lo cual les ocasiona diversos

problemas de salud como: jaquecas, náuseas, fatiga, visión borrosa e incluso puede ocasionar abortos (Economía y Finanzas Internacionales, 2014).

Uno de los factores para que las flores ecuatorianas sean competitivas a nivel internacional ha sido el no asumir los costos ambientales y sociales dentro de los costos de producción de la flor (Acción Ecológica, 2000). Sin embargo estas prácticas están causando impactos negativos tanto a los ecosistemas del Ecuador como a los trabajadores de las florícolas.

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014) establece que el sector de la agricultura, silvicultura y otros usos del suelo es responsable de alrededor de 10 a 12 GtCO₂eq/año de las emisiones antropógenas de GEI netas. Existe una carencia de datos específicos sobre las emisiones de Gases Efecto Invernadero del sector florícola en Ecuador, y es por ello que se propone el presente estudio.

En cuanto a la alineación del estudio con la planificación nacional e internacional, el mismo es importante puesto que se relaciona directamente con el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, en concreto:

- **Plan Nacional del Buen Vivir - Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global:** el presente objetivo propone el derecho ciudadano a vivir en un ambiente sano, libre de contaminación y sustentable, y la garantía de los derechos de la naturaleza, a través de una planificación integral que conserve los hábitats, gestione de manera eficiente los recursos, repare de manera integral e instaure sistema de vida en una armonía real con la naturaleza. Específicamente con la política 7.8. Prevenir, controlar y mitigar la

contaminación ambiental en los procesos de extracción, producción, consumo y pos consumo, la misma que tiene como objetivo fomentar el uso de tecnologías limpias, desarrollar actividades alternativas a la extracción de recursos naturales e implementar normas técnicas y estándares de calidad ambiental (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2014).

- **Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivo 13. Acción climática:** Establece adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos e incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015)

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cultivo de rosas

En el Ecuador los cultivos de rosas se iniciaron en el siglo XIX, convirtiéndose en una industria muy dinámica que ha crecido de manera rápida. Pues la biodiversidad geográfica del Ecuador y el clima, favorecen el crecimiento de muchas especies de flores (Ecuador Oficial, 2015).

La situación geográfica del país permite contar con micro climas y una luminosidad que proporciona características únicas a las flores como son: tallos gruesos, largos y totalmente verticales, botones grandes y colores sumamente vivos y el mayor número de días de vida en florero (PROECUADOR, 2015).

2.2. Ubicación Geográfica y Extensión del Cultivo de rosas

En el Ecuador existen 5.163 hectáreas de rosas sembradas bajo invernadero de las cuales se cosechan 4.981 hectáreas, siendo las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Carchi e Imbabura en donde se encuentra el 99% del área de producción nacional (INEC, 2016).

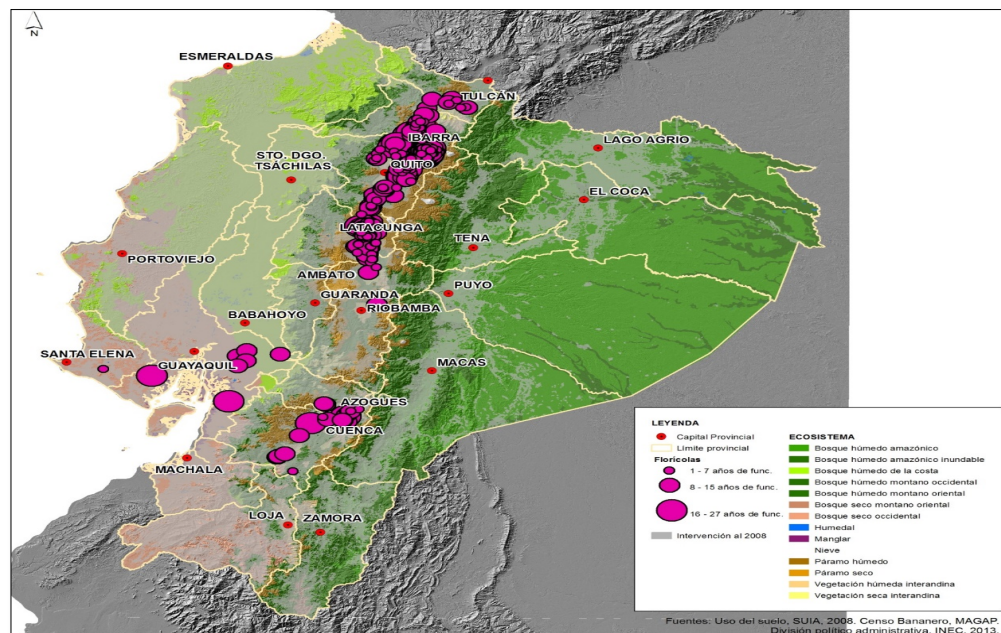


Figura 1. Uso Actual del Suelo y Plantaciones Florícolas

(Maldonado, 2016)

2.3. Manejo del Cultivo de rosas

2.3.1. Establecimiento de la Plantación

El proceso de establecimiento de la plantación inicia con la construcción del invernadero y la preparación del terreno que son labores que se realizan al mismo tiempo.

2.3.1.1. Construcción del Invernadero y Preparación del Terreno

La etapa de Construcción y Preparación del terreno consta de 5 fases, las cuales son: análisis del suelo, preparación del suelo, construcción del invernadero, preparación del suelo posterior a la construcción del invernadero y aplicación de enmiendas. Todas las fases se describen a continuación:

a) Análisis del Suelo

Los análisis del suelo intentan ser lo más parecido posible a la extracción que harían las plantas por medio de las raíces. Por tal razón los análisis de suelo se dividen en físicos (analiza la granulometría y textura del suelo) y químicos (pH, carbonatos, capacidad de intercambio catiónico, conductividad eléctrica, etc.) (Fainstein, 1997). En la empresa Ecoroses se realiza el análisis de suelo cada dos meses y según los resultados se aplica las enmiendas necesarias. Siendo el Nitrato de Calcio, Potasio y Magnesio los fertilizantes mas utilizados en el cultivo de rosas.

b) Preparación del Suelo

El proceso de preparación del suelo inicia con la aplicación del herbicida, posteriormente se realizan las actividades de rastra y arado en las

cuales se incorpora todo el material vegetal a 50 centímetros bajo tierra, esto se deja tres semanas incorporándose al suelo.



Figura 2. Preparación del Suelo

c) Construcción del Invernadero

La construcción del invernadero es simultánea a la preparación del suelo, es decir se comienza a colocar los materiales utilizados para la construcción de las naves y ductos y al mismo tiempo se realiza la preparación del suelo.



Figura 3. Construcción del Invernadero

d) Preparación del suelo posterior a la construcción del Invernadero

Una vez que el invernadero está completamente terminado se inicia con el proceso de formación de camas, en el cual se utiliza la rastra que afloja la capa superficial del suelo y el azadón mecánico con 6 a 8 palas que afloja las capas inferiores del suelo desde 70-80 centímetros y deja el suelo nivelado para la formación de camas.

e) Aplicación de Enmiendas

En la empresa Ecoroses se realiza la aplicación de enmiendas posterior a la preparación del suelo y en base al análisis del suelo realizado, éstas enmiendas se encuentran conformadas por 10 kg de sulfato de calcio y 3 kg de Superfosfato Triple por cama de 42 m²; estas enmiendas se realizan 1 vez al año.



Figura 4. Aplicación de Enmiendas

2.3.1.2. Siembra

Según (Fainstein, 1997) en el Ecuador se puede plantar durante todo el año, pero desde el punto de vista económico sería mejor plantar en marzo, abril y mayo.

a) Elaboración de camas

Las camas de sembrío tendrán una longitud de 33 metros, su ancho es de 0,70 metros; de esta manera se tendrá el máximo de suelo dedicado al cultivo. Las camas deben ser altas y definidas de 25 centímetros de altura. La altura de la cama nos evitará exceso de agua o falta de oxígeno en la zona radicular (Fainstein, 1997).



Figura 5. Proceso de Elaboración de camas

Se puede plantar una o dos hileras por cama, dependiendo de la forma de crecimiento de la planta.

b) Proceso de Siembra

El proceso de siembra inicia con el regado de plantas sobre la cama, se coloca 50 plantas por cuadro. Posteriormente a ellos se siembra los patrones en forma diagonal e inclinados para facilitar la injertación y dirigir la brotación de basales (Ecoroses S.A, 2016).



Figura 6. Proceso de regado de plantas sobre la cama

Una vez sembrado el patrón se lo injerta de la siguiente forma: deshojar 10 centímetros de la parte baja del tirasabia y se elimina el segundo brote, posteriormente se inclina la tirasabia.



Figura 7. Injerto del patrón

El proceso siguiente es despuntar la tirasabia de requerir se usará la tijera podadora y se deschuponará desde la base de la planta hasta 20 centímetros arriba del injerto (Ecoroses S.A, 2016).



Figura 8. Despunte de la Tirasabia

Una vez que el injerto alcanza una altura aproximadamente de 25 centímetros se realizará el pinch de basales a 20 centímetros aproximadamente.

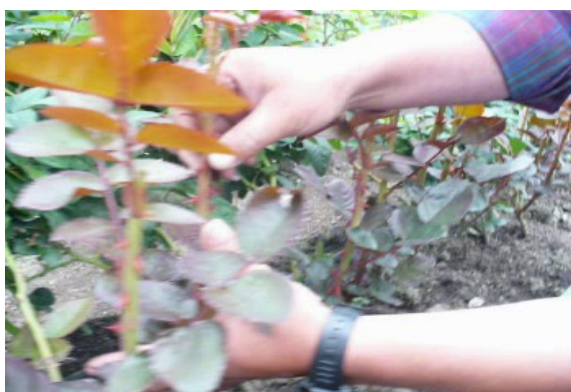


Figura 9. Pinch de basales

Posteriormente al pinch de basales se selecciona y se deja dos brotes más vigorosos, el resto se elimina. De los dos brotes, el más vigoroso se manda a cosecha y el otro se descabeza, de ser delgados los dos se descabezará por igual (Ecoroses S.A, 2016)

c) Riego

Después de plantar, si los días son soleados, riegue desde la mañana temprano hasta las seis de la tarde. En caso de terminar la plantación por la tarde riegue durante la primera noche. Las noches siguientes no hay necesidad de regar (Fainstein, 1997).



Figura 10. Riego

2.3.2. Manejo de la Plantación

El cultivo de rosas bajo invernadero permite producir flores en épocas y lugares en los que de otra forma no sería posible. En la empresa Ecoroses la fase del manejo de la plantación se encuentra conformada por tres etapas: Fertirrigación, Labores Culturales y Control de Plagas y Enfermedades, las cuales se describen a continuación:

2.3.2.1. Fertirrigación

Proceso por el cual los fertilizantes son aplicados junto con el agua de riego. Este método permite incrementar la eficiencia en la aplicación de

fertilizantes, al mejorar la uniformidad y la distribución del fertilizante (Fainstein, 1997).



Figura 11. Proceso de Fertirrigación

El proceso de Fertirrigación en la empresa Ecoroses se encuentra conformado por tres tanques de solución cuya preparación se describe a continuación:

a) Proceso de Mezcla del Tanque A

El tanque A se encuentra conformado por los siguiente fertilizantes:

Tabla 1.

Fertilizantes utilizados en la Elaboración del Tanque A

Fertilizante	Dosis	Unidad
Nitrato de Calcio	360,00	Kg/día
Nitrato de Potasio	50,00	Kg/día
Nitrato de Magnesio	78,00	Kg/día
Quelato de Cobre	2,00	Kg/día
Quelato de Hierro EDDHA 6%	4,60	Kg/día
Quelato de Magnesio	11,50	Kg/día
Quelato de Zinc	3,50	Kg/día

Fuente: (Ecoroses S.A, 2006)

El tanque A contiene principalmente los nitratos, los cuales se preparan de forma separada de los sulfatos pues éstos son antagonistas y al juntarse se precipitan, por eso no se puede preparar en un mismo tanque. Adicionalmente el nitrato de calcio se combina con cobre, manganeso, hierro como se observa en la tabla 1.

b) Proceso de Mezcla del Tanque B

En el tanque B se encuentran los fertilizantes compuesto de azufre conocidos como sulfatos, los mismos que se presentan a continuación:

Tabla 2.

Fertilizantes utilizados en la Elaboración del Tanque B

Fertilizante	Dosis	Unidad
Sulfato de Potasio	102,00	Kg/día
Fosfato Mono potásico	36,00	Kg/día
Nitrato de Amonio	30,00	Kg/día
Nitrato de Potasio	40,00	Kg/día
Sulfato de Magnesio	248,00	Kg/día
Nitrato de Magnesio	50,00	Kg/día
Molibdato de Amonio	220,00	g/día

Fuente: (Ecoroses S.A, 2006)

Con los fertilizantes expuestos en la tabla 2 se realiza la mezcla para dar origen al tanque B.

c) Proceso de Mezcla del Tanque C

Mientras que el tanque C está conformado solo por ácido nítrico con una dosis de 0,40 litros; generalmente su función principal es regular el pH.



Figura 12. Tanques de Fertirrigación

Una vez que se encuentran preparados los tres tanques de solución madre, con una conductividad eléctrica de 1,5 y pH 5,5; se succiona de los tres tanques al mismo tiempo y se manda a un silo con cantidades mínimas de los fertilizantes requeridas por el cultivo. Se coloca 3 l/m³ de agua.

2.3.2.2. Labores Culturales

a) Manejo de Basales

El manejo de basales es importante porque de éste depende la estructura de la planta y su producción. La altura del pinch de los basales depende de la variedad. El tamaño ideal es de 25 centímetros o el equivalente a una tijera y 1 o 2 yemas (Ecoroses S.A, 2006).



Figura 13. Manejo de basales

b) Descabece de Flor Bajera, Cortos y Delgados

Todo tallo que está debajo del área de producción será flor nacional y requiere ser descabezada lo antes posible. Pues éstos no deben llegar a punto de corte porque es pérdida de energía para la planta. Al igual que la flor abierta porque atrae trips y se convierten en focos de botrytis.

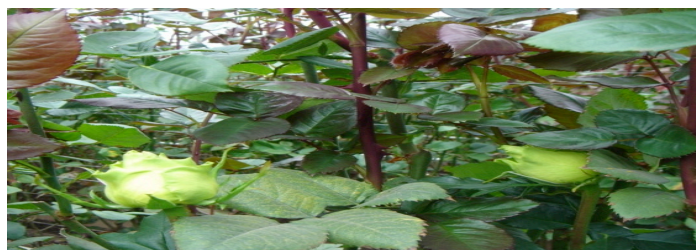


Figura 14. Flor Abierta

Existen tallos que por defecto crecen en forma de cuello de ganso, tallos botrizados, con polvoso, con vellosos, necrosis éstos debe ser eliminados para evitar que se propaguen en el invernadero (Ecoroses S.A, 2006).



Figura 15. Tallos con Defecto o Enfermedades

c) Desyeme

Consiste en eliminar los brotes que nacen en las axilas de las hojas de los tallos que salen para producción y descabezados. Esto se realiza cuando las yemas son lo suficientemente grandes para cogerlas con los dedos entre dos y tres centímetros máximo. Si las yemas están muy grandes, dejan cicatrices que dañan la estética de la flor (Ecoroses S.A, 2006).



Figura 16. Desyeme

Es importante que en variedades altas se utilice zancos para alcanzar las yemas y no dañar los tallos.

d) Área de Producción

Es la zona o altura donde se deben manejar los cortes de los tallos que van a producción (cada variedad tiene su área de producción definida por marcas de pintura). A esta altura las plantas alcanzan su equilibrio entre producción y calidad (Ecoroses S.A, 2006).



Figura 17. Área de Producción

Todo corte que se realiza, primero se corta y luego se elimina la hoja, para evitar llevarse la yema o dejar un tocón muy grande y finalmente se usa la violeta de genciana para evitar problemas de botritys en las heridas que se generan al momento de realizar el corte.

e) Manejo de sextos

Consiste en realizar un número determinado de cortes en las camas, con la finalidad de mantener una producción estable todo el año y evitar picos y caídas de producción (Ecoroses S.A, 2006).



Figura 18. Manejo de Sextos

f) Guiado o tutorado

Esta actividad se realiza para evitar tallos torcidos y maltrato con el paso de fumigadores y operarios. Consiste en introducir los tallos y brotes dentro de las camas y detrás de los alambres del tutorado. Se hace en el momento en que los brotes han alcanzado la madurez suficiente para no romperse (Ecoroses S.A, 2006).



Figura 19. Guiado y Tutorado

g) Escobilla

La escobilla se emplea únicamente para barrer los caminos tanto de las camas como el central. Al momento de escobillar hay que tener cuidado de no levantar polvo porque ensucia el follaje y favorece el desarrollo de polvoso (Ecoroses S.A, 2006).



Figura 20. Proceso de Escobillado en el cultivo de rosas

h) Deshierba

La hierba que crece tanto en las camas como en los alrededores debe sacarse lo más pequeñas posible porque son hospederos de plagas principalmente (Ecoroses S.A, 2006).



Figura 21. Deshierba en el cultivo de rosas

i) Manejo de cortinas

Las cortinas deben permanecer cerradas, si hay eventos especiales como: temperatura alta, presencia de enfermedades o plagas que se salgan

de control se procede a un manejo diferente de cortinas (Ecoroses S.A, 2006).



Figura 22. Cortinas del invernadero

2.3.2.3. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades

Proceso mediante el cual se ubica una dosis adecuada de pesticidas en el lugar donde se encuentra la plaga o enfermedad usando para ello un método y equipo adecuado. Los rosales son plantas muy sensibles a plagas y enfermedades. Es uno de los inconvenientes que tienen, que les atacan muchos parásitos y obliga a fumigar con frecuencia.



Figura 23. Proceso de Fumigación

Entre las plagas y enfermedades que han afectado al cultivo de rosas en la Empresa Ecoroses son: Botrytis, Oídio Polvoso, Oídio Velloso, Áfidos,

Trips, y Ácaros. El tratamiento realizado para combatir cada uno de las plagas y enfermedades mencionadas anteriormente se puede visualizar en el anexo 2.



Figura 24. Plagas y Enfermedades del Cultivo del Rosal

2.3.3. Cosecha

El proceso de cosecha puede realizarse por la mañana temprano, para evitar el calor, o por la tarde, después que la flor ha hecho fotosíntesis durante todo el día y está cargada de azúcares que le permiten conservarse más tiempo (Fainstein, 1997).

Antes de cortar es necesario tener claro el punto de corte para los diferentes mercados tanto en apertura y largo de tallos. El corte debe estar en bisel al contrario de la yema, el tocón que queda debe ser a medio centímetro sobre la yema aproximadamente. Durante el corte se desinfecta la tijera cada 3 cortes como máximo para evitar problemas de botrytis (Ecoroses S.A, 2008).



Figura 25. Tipos de corte en el proceso de Cosecha

Al completar el número de tallos según la variedad y el mercado de destino, elaboramos la malla en donde los botones deben quedar a 5 cm del filo de la malla y colocar el ticket de identificación con el nombre y hora de corte, colocar en el compartimento inferior del coche para luego al salir de la cama ponerla en el agua, no mantener la flor sin agua por más de 20 minutos.



Figura 26. Labores de la Cosecha

2.3.4. Postcosecha

2.3.4.1. Selección y Clasificación

El proceso de selección y clasificación consiste principalmente en clasificar de acuerdo a la longitud del tallo, tamaño del botón, punto de corte,

coloración y grosor del tallo. Adicionalmente se diferencia los tallos que no cumplen las características de exportación es decir tallos torcidos, delgados, con plagas , flor maltratada, etc. Las rosas que presenten las condiciones antes mencionadas serán consideradas para ser vendidas dentro del mercado nacional (Ecoroses S.A, 2008) .

El proceso de Selección y Clasificación inicia cuando los patinadores transportan máximo 12 mallas en coches plásticos desde el cuarto de refrigeración hacia la sala de postcosecha. Posteriormente se coloca en las tinas con solución de hidratación (pH 3,5 – 4,5).



Figura 27. Transporte de mallas en Postcosecha

Luego se realiza inmersión en un recipiente para lavar el follaje, cuya capacidad por tina es de máximo 5 mallas y mínimo 1.



Figura 28. Distribución de mallas a los Clasificadores en Postcosecha

Los clasificadores deben tomar un tallo a la vez de las mallas y seleccionar los tallos según los siguientes parámetros: Longitud de tallo, tamaño de botón, punto de corte, coloración y grosor del tallo. Finalmente se

realiza un deshoje a 15 centímetros según el largo clasificado para evitar un reproceso.



Figura 29. Selección y Clasificación de Rosas en Postcosecha

2.3.4.2. Elaboración de ramos

La elaboración de ramos debe cumplir los parámetros establecidos, con el objetivo de tener una buena presentación, pues es la imagen del producto hacia el cliente. El tipo de ramo depende del mercado de destino, es así que Ecoroses prepara flor para mercado Americano, Ruso y Europeo (Ecoroses, 2008).

El proceso de elaboración de ramos inicia con la revisión del punto de corte, tonalidad, tamaño del botón y calibre por parte de la persona que realizar el ramo o bunchadora, la misma que debe tomar máximo 2 tallos a la vez de las liras para poder armar el bunch.

Posteriormente a ello se visualiza la uniformidad del punto de corte con la ayuda de un espejo. Las flores en los ramos deben presentar uniformidad en tamaño con una tolerancia de 5 milímetros entre botones. La distancia entre pisos debe ser 2 centímetros.



Figura 30. Elaboración de Ramos en Postcosecha

2.3.4.3. Refrigeración

La fase de refrigeración es la más importante en el proceso de postcosecha, pues de esta depende el tiempo de duración de la flor. Razón por la cual se recomienda que los cuartos fríos cumplan con las siguientes características: altura recomendada de 3 metros, el piso deberá estar a la misma altura que el piso de la sala para poder trabajar con carretillas o coches, la puerta del cuarto frío debe tener mínimo 1,10 m y 2 m de altura,

es importante que la sala tenga un pequeño declive para evacuar el agua, y pisos antideslizantes (Fainstein, 1997).



Figura 31. Proceso de Refrigeración de rosas en Postcosecha

Los equipos de refrigeración en Ecoroses fueron cambiados en el año 2015 y trabajan al 30% de su capacidad, es decir están subutilizados.

2.3.4.4. Almacenamiento

A esta fase llegan los ramos terminados y pueden durar aquí hasta 8 días sumergidas en una solución de agua, hipoclorito y un fungicida a una temperatura entre de 1°C y 3 °C.



Figura 32. Proceso de Almacenamiento de rosas en Postcosecha

2.3.4.5. Empaque

Los ramos se empaquetan en cajas de cartón para que posteriormente sean llevadas en un transporte refrigerado hacia el aeropuerto, desde donde serán exportadas vía aérea a sus destinos internacionales.



Figura 33. Empaque de rosas en Postcosecha

2.4. Marco Legal para Gases Efecto Invernadero

2.4.1. Marco Legal Ecuatoriano

El presente estudio se encuentra regido bajo el siguiente marco legal:

La Constitución de la República del Ecuador, en el artículo 414, establece 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 República del Ecuador, 2008).

El Plan Nacional del Buen Vivir en la Política 4.5 establece “Fomentar la adaptación y mitigación a la variabilidad climática con énfasis en el proceso de cambio climático” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2014).

En el Decreto Ejecutivo 1815 firmado en el año 2009 a través del cual se declara como política de estado la adaptación y mitigación al cambio climático, el Ministerio del Ambiente estará a cargo de la formulación y ejecución de la estrategia nacional y el plan que permita generar e implementar acciones y medidas tendientes a concientizar en el país la importancia de la lucha contra este proceso natural y antropogénico que incluya mecanismos de coordinación y articulación interinstitucional en todos los niveles del Estado (Ministerio del Ambiente, 2009). Es así que en el año 2011, se firma el decreto ejecutivo 495, para la creación del Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC) con fines de integrar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en organismos y empresas del sector público (Ministerio del Ambiente, 2011). Es así que el Ministerio del Ambiente como Autoridad Ambiental Nacional y en representación del Comité Interinstitucional de Cambio Climático del Gobierno del Ecuador presenta la Estrategia Nacional de Cambio Climático (2012-2025), la cual consiste en establecer programas de adaptación y mitigación con referencia

al cambio climático, o reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero, basada en los sectores que generan mayor emisiones y cuan importantes son en la economía del país. Es así que los sectores y subsectores prioritarios son: (1) Agricultura, (2) Uso del Suelo, Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura, (3) Energía, (4) Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos y (5) Procesos Industriales. (Ministerio del Ambiente, 2012)

2.4.2. Marco Legal Internacional

- En el ámbito Internacional el presente estudio se encuentra relacionado en forma directa con la firma por parte de Ecuador de la Convención Marco sobre el Cambio Climático realizada en París el 30 de Noviembre del año 2015; pues en ella se estipula mantener la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C y presenta como objetivo a largo plazo que los países busquen limitar las emisiones de Gases Efecto Invernadero tan pronto como sea posible. Actualmente 187 países de los 195 que han participado en la COP21 han entregado sus compromisos nacionales de lucha contra el cambio climático que entrará en vigor a partir del año 2020 (Naciones Unidas, 2015).
- El Acuerdo Internacional de Kyoto es un protocolo de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que tiene como objetivo reducir las emisiones de seis gases efecto invernadero causantes del calentamiento global, los cuales son: Dióxido de Carbono, Gas Metano, Óxido Nitroso, Hidrofluorocarbonados, Perfluorocarbonos y Hexafluoruro de azufre. En la decimoctava conferencia de las partes sobre cambio climático se ratificó el segundo periodo de vigencia del protocolo de Kyoto desde el 1 de enero del 2013 hasta el 31 de diciembre del 2020 (Naciones Unidas, 2008).

2.5. Huella de Carbono

2.5.1. Efecto Invernadero

El Efecto Invernadero fue descubierto por Joseph Fourier en 1824, con los primeros experimentos confiables realizados por John Tyndall en el año 1858 y reportado por primera vez de manera cuantitativa por Svante Arrhenius en 1896, ya que probó la relación del aumento de CO₂ con el incremento de la temperatura (Cambio Climático Global, 2013).

El Efecto Invernadero es un fenómeno natural en el cuál la radiación de calor de la superficie de la Tierra, es absorbida por los gases de la atmósfera y es remitida en todas direcciones, lo que resulta en un aumento de la temperatura superficial. Los gases más eficientes en absorber el calor se llaman gases de efecto invernadero, entre ellos está el CO₂ que es el que la humanidad en su consumo de recursos ha aumentado a niveles nunca vistos previamente y está causando el calentamiento global.

2.5.2. Cambio Climático

El cambio del clima global es uno de los desafíos más grandes de la humanidad (Global Footprint Network, 2015). Entendiéndose por Cambio Climático a la alteración que experimentan los diversos climas terrestres por el sobrecalentamiento global causado al acumularse en la atmósfera ciertos gases emitidos cuando quemamos combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas). Esta es en esencia la teoría sobre cuya consistencia la Ciencia ya no alberga ninguna duda razonable (De Castro, 2015). Por esta razón en la década de los 90 los científicos, bajo el auspicio de Naciones Unidas, crearon un canal de comunicación extraordinariamente valioso: El Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC). Desde entonces, este Panel ha publicado cinco informes, el último en el año 2014, en los que se sintetiza que en los últimos 800.000 años las concentraciones

atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso han aumentado a niveles sin precedentes, como por ejemplo las concentraciones de dióxido de carbono han aumentado en un 40% desde la era preindustrial debido, en primer lugar, a las emisiones derivadas de combustibles fósiles y, en segundo lugar, a las emisiones derivadas del cambio del uso del suelo (IPCC, 2014).

2.5.3. Emisiones de Gases de efecto invernadero en la agricultura

La agricultura, silvicultura y otros usos del suelo es responsable de alrededor de 10 a 12 GtCO₂eq/año de las emisiones antropogénicas de gases efecto invernadero netas procedentes de la deforestación, las emisiones agrícolas procedentes del suelo y la gestión de nutrientes y la ganadería (IPCC, 2014). La incertidumbre respecto al incremento o disminución de las emisiones netas es mayor que para otros sectores, pues en la actualidad en el sector agrícola se carece de datos de cuantificación de emisiones de gases efecto invernadero por producto, lo que ha llevado a que en los últimos años se hayan desarrollado herramientas de cuantificación y metodologías para determinar el nivel de emisiones de GEI de individuos, organizaciones y unidades administrativas o territoriales, y la Huella de Carbono es una de ellas, pues la utilidad de la huella de carbono, ha trascendido al comercio internacional y, es liderado por los países con compromisos de reducción de emisiones en base al Protocolo de Kyoto (Plasmann et.al., 2010).

2.5.4. Cálculo de la Huella de Carbono

2.5.4.1. Metodologías de cálculo para la huella de carbono

La huella de Carbono se refiere al total de emisiones de gases de efecto invernadero producidos por una actividad a lo largo del ciclo de vida

para un determinado producto/servicio, se expresa normalmente en tCO₂eq. (Sociedad Pública de Gestión Ambiental Alameda de Urquijo, 2009).

Existen varios marcos metodológicos utilizados para cálculo de la Huella de Carbono desde los años 70 del siglo pasado (Daly, 1968). Pero en el desarrollo del presente estudio hemos seleccionado dos de ellos, la Norma GHG Protocol y PAS 2050 por ser los más ampliamente utilizados y haber sido validados para otros sectores productivos. Estas metodologías se describen a continuación:

- **Protocolo GHG:** El Protocolo de Gases Efecto Invernadero (GEI) fue implementado en el 2001 por el Consejo Mundial de Negocios, por el Desarrollo Sustentable y por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI), que tiene como meta el establecimiento de bases para la contabilización de emisiones de los GEI. Es fruto de una colaboración multilateral entre empresas, organizaciones no-gubernamentales y gobiernos (World Resources Institute, 2004). Esta iniciativa cuenta con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA). El protocolo de GEI es un marco metodológico general que da pautas de trabajo para la determinación de herramientas (software) de cálculo de emisiones de GEI. El protocolo GEI también ha desarrollado un conjunto de herramientas (software) para el cálculo de la Huella de Carbono en organizaciones y productos.
- **PAS 2050:** es una especificación publicada por British Standards Institution en el año 2008, en su elaboración han participado diversos expertos de la administración pública británica, de organizaciones empresariales, así como expertos procedentes de la universidad y de organizaciones internacionales. Comprende el ciclo de vida completo de las emisiones de un producto, y focaliza los esfuerzos hacia

mayores posibilidades de reducción de GEI. Incluye especificaciones para cuantificación de GEI emitidas a través de la materia prima, la fabricación, el transporte, el almacenamiento, el uso y la eliminación del producto (Asociación Española para la Calidad, 2013).

En el caso de los países en vías de desarrollo, como el Ecuador, exige a los sectores productivos de exportación realizar avances inmediatos en los procesos de cuantificación de sus emisiones y de disminución de los efectos climáticos, con el fin de resguardar su actual posición competitiva. Por tal razón al ser el tercer país exportador de rosas a nivel mundial, las empresas florícolas como Ecoroses S.A. han visto la necesidad de calcular la huella de carbono que genera el cultivo de rosas.

2.5.4.2. Comparación de las metodologías de cálculo de la huella de carbono utilizadas en el presente estudio

Las similitudes y diferencias encontradas en las metodologías de cálculo GHG Protocol y PAS 2050 se presentan en la tabla 3:

Tabla 3.

Comparación de la Metodología GHG Protocol y PAS 2050 para medir las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero

Tema	Subtema	GHG Protocol			PAS 2050		
		Organización	Enfoque	Año	Organización	Enfoque	Año
		Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD)	Producto	2011	Instituto Británico de Normalización (BSI) y Carbon Trust	Producto	2011
Objetivo, alcance y principios	Normas del Sector de Productos	GHG Protocol toma en cuenta normas de producto.			PAS 2050 introduce los requisitos complementarios (SRs), que incluyen orientación del sector y normas por la categoría del producto		
Límite del sistema	Materialidad cuando existe una brecha de datos, las exclusiones están permitidas en la norma (un umbral insignificante de 1% se da como una regla de oro, pero no es obligatorio).	GHG Protocol elimina los requisitos para aplicar la regla del 95% a las fuentes restantes cuando una única fuente es >50%, y no requiere escalar hasta dar cuenta del 100%.			PAS 2050 permite exclusiones sobre la base de la materialidad (<1%), pero al menos el 95% de la vida completa del producto debe ser incluida.		
Asignación	Asignación	GHG Protocol utiliza la asignación física			PAS 2050 utiliza la asignación económica.		

Fuente: (GHG Protocol.Org, 2011)

Según la comparación realizada en (GHG Protocol.Org, 2011) de los 30 aspectos analizados correspondientes a 19 subtemas, sólo en 3 de ellos (10%) podrían existir diferencias en cuanto a los resultados en su aplicación y éstos son los expuestos en la tabla 3.

2.5.5. Marco Conceptual

- **Gases de Efecto Invernadero:** Componente gaseoso de la Atmósfera natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero. El dióxido de carbono, óxido nitroso, metano y ozono son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre (IPCC, 2014). En el caso del sector florícola en Ecuador los principales Gases Efecto Invernadero que se producen son el Dióxido de Carbono y el Metano.
- **Huella de Carbono:** Emisiones de gases de efecto invernadero producidos por una actividad a lo largo del ciclo de vida para un determinado producto/servicio, se expresa normalmente en tCO₂eq. Pues este va más allá de la medición única del CO₂ emitido, ya que se tienen en cuenta todos los Gases Efecto Invernadero que contribuyen al calentamiento global. (Sociedad Pública de Gestión Ambiental Alameda de Urquijo, 2009). Por tal razón el presente estudio desarrollará la Huella de Carbono para el sector florícola del Ecuador, específicamente para el cultivo de rosas.
- **Emisiones Directas:** Son las emisiones que se controlan directamente en los procesos productivos como es el consumo de hidrocarburos, energía o recursos naturales (Echeverría, 2010). Es así que las emisiones directas del presente estudio se encuentran detalladas en la tabla 4, en el alcance 1.
- **Emisiones Indirectas:** Son las emisiones de las fuentes no controladas como el transporte, generación de materias primas o el uso de los productos (Echeverría, 2010). En la tabla 4, en el alcance 2

se encuentran especificadas las emisiones indirectas que serán consideradas por el presente estudio.

- **Factor de Emisión:** Cantidad de contaminante de la atmósfera que son vertidos por un foco contaminador a la atmósfera exterior, por unidad de producción (Andrade & Défaz, 2012). Los factores de emisión a ser utilizados por el presente estudio, se encuentran directamente relacionados con las variables expresadas en la tabla 4, pues cada una de éstas variables tiene un factor de emisión específico.

2.5.6. Definición del Límite y Caracterización de Variables

Los límites del estudio se encuentran directamente relacionados con el ciclo de vida del producto; por ende para la medición de Huella de Carbono del cultivo de rosas, se considerará el siguiente enfoque:

De la Cuna a la Puerta: considerando Cuna las entradas/salidas, desde que se produce y transporta la materia prima (desde el sitio de producción a la empresa) y Puerta el sitio en donde Ecoroses vende el producto que para el caso en estudio es el aeropuerto.

Mientras que los alcances y la selección de las variables dependientes e independientes evaluadas en el estudio de forma resumida se presentan en la tabla 4:

Tabla 4.

Alcances y variables utilizadas en el cálculo de la Huella de Carbono

Alcance 1		
Etapas	Fuente de Emisión	Unidad de Medida
Uso de Combustibles en Fuentes Fijas	Bunker	gal/ año
Uso de Combustibles en Fuentes Móviles	Súper, Extra y Diésel	gal/ año
Uso de Aceites	Aceites para tractores y plantas eléctricas	gal/año
Uso de Refrigerante	R ₄₀₄	kg/ año
Residuos	Residuos orgánicos generados	kg/año
	Residuos inorgánicos generados	kg/año
Uso del Suelo	Anterior uso del suelo	Agrícola, comercial, Residencial
	Cambio de uso del suelo	Año de Implantación del Cultivo
	Área cultivada	Superficie de Cultivo en hectáreas
Captación de Carbono por el Cultivo	Tiempo Conversión	Años
	Área cultivada	Ha
Uso de Productos Agrícolas	Fertilizantes	kg/año
Uso de Productos Fitosanitarios	Fungicidas	kg/año
	Pesticidas	kg/año
	Insecticidas	kg/año
	Herbicidas	kg/año
Transporte de Rosas Ecoroses- Aeropuerto	Rutas de transporte de flores	Km/año
Emisiones Directas e Indirectas de N ₂ O	N aplicado al suelo	kg/año
	N volatilizado	
	N lixiviado	
Nitrógeno Aplicado al Suelo	Fertilizante N	kg/año
	Compost	
	Residuos reincorporados	
Emisiones de CO ₂ por urea	Fertilizante N (urea)	kg/año
Alcance 2		
Consumo energético por electricidad	Energía Eléctrica	kW/ año
Alcance 3		

Compra de Combustibles de Fuentes Fijas	Bunker	gal/ año
Compra de Combustibles de Fuentes Móviles	Súper, Extra y Diésel	gal/ año
Compra de Aceites	Aceites para tractores y plantas eléctricas	gal/año
Compra de Productos Agrícolas	Fertilizantes	kg/año
Compra de Productos Fitosanitarios	Fungicidas	kg/año
	Pesticidas	kg/año
	Insecticidas	kg/año
	Herbicidas	kg/año
Compra de Insumos	cajas, separadores, etc.	kg/año
Transporte de Materias Primas	Rutas de transporte Internacional de materias primas	Km/año
	Rutas de transporte Nacional de materias primas	Km/año
Agua Captada	Consumo de agua	m ³ / año
Uso de Suministros	Consumo de papel	kg/año

Fuente: Modificado de (Echeverría, 2010) y (Gutiérrez & Montoya, 2014)

Es importante aclarar que las variables presentadas en la tabla 4 se encuentran representadas en forma resumida; mientras que en el anexo 3 se muestra al detalle cada uno de las fuentes de emisión a ser evaluadas en el cálculo de la Huella de Carbono para la empresa Ecoroses S.A.

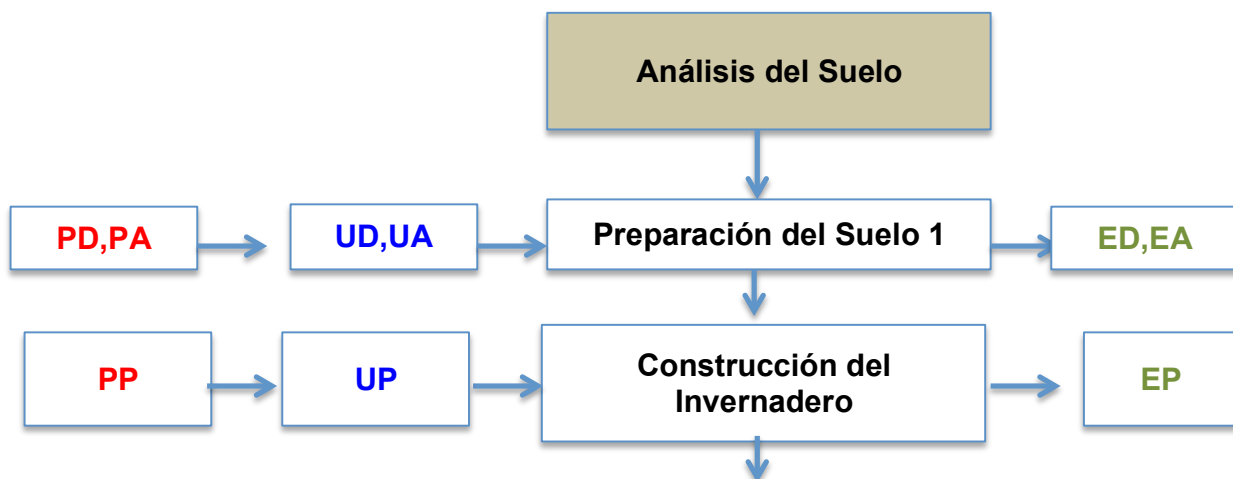
3. METODOLOGÍA

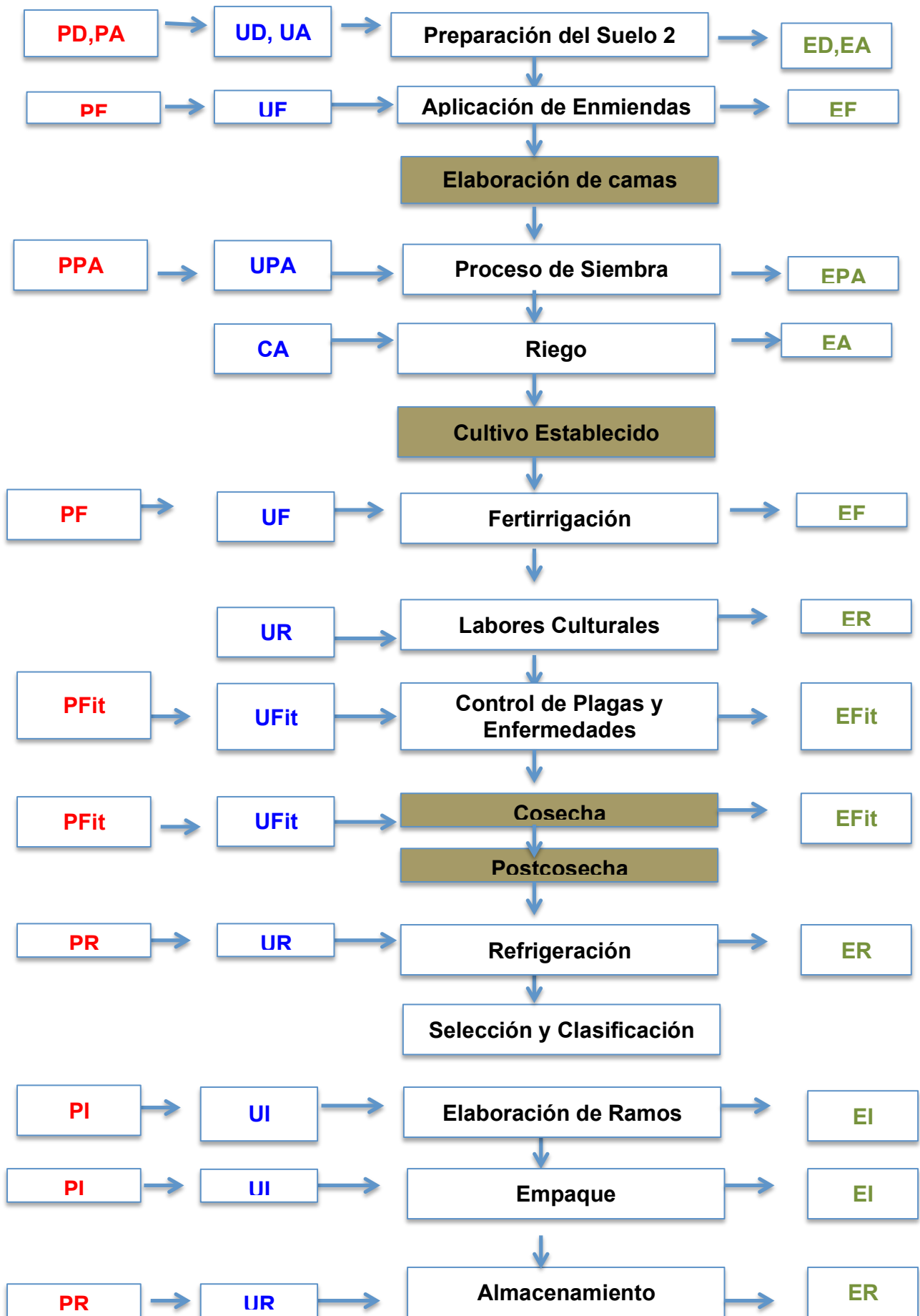
La metodología utilizada para el desarrollo del presente estudio se describe a continuación:

3.1. Recolección de Datos

3.1.1. Mapa de Procesos

Se elaboró el mapa de procesos basado en las visitas técnicas realizadas a la empresa Ecoroses S.A., el mismo que refleja cada una de las actividades realizadas en el desarrollo del cultivo de rosas, cuyos límites fijados en relación al criterio de cálculo de la huella de carbono es de la cuna a la puerta. El mismo que se presenta en la figura 34 a continuación:





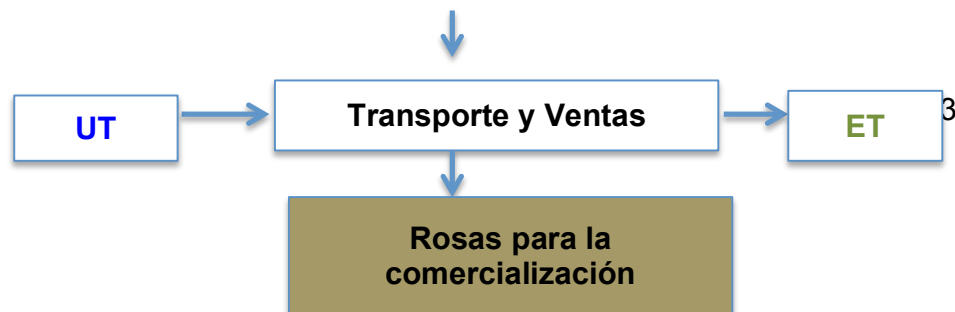


Figura 34. Mapa de Procesos resumido de Ecoroses

Dónde:

PRODUCCIÓN	USO	EMISIONES
PD: Producción de Diésel	UD: Uso de Diésel	ED: Emisiones de Diésel
PA: Producción de Aceite	UA: Uso de Aceite	EA: Emisiones de Aceite
PP: Producción de Plástico	UP: Uso de Plástico	EP: Emisiones de Plástico
PF: Producción de Fertilizantes	UF: Uso de Fertilizantes	EF: Emisiones de Fertilizantes
PPA: Producción de Patrones	UPA: Uso de Patrones	EPA: Emisiones de Patrones
PFit: Producción de Fitosanitarios	CA: Captación de Agua	EA: Emisiones de Agua
PR: Producción de Refrigerantes	UR: Uso de Residuos	ER: Emisiones de Residuos
PI: Producción de Insumos	UFit: Uso de Fitosanitarios	EFit: Emisiones de Fitosanitarios
	UR: Uso de Refrigerante	ER: Emisiones de Refrigerantes
	Ut: Uso de Transporte	EI: Emisiones de Insumo
		ET: Emisiones de Transporte

En el mapa de Procesos expuesto en la figura 34 se muestra los siguientes colores:

- Color Rojo----- Producción
- Color Azul-----Uso
- Color Verde-----Emisiones

Es importante considerar el color mediante el cual se representa cada una de las fuentes de emisión, pues de éste dependerá el cálculo de la Huella de Carbono de cada uno de los alcances en lo que respecta a la Metodología GHG Protocol. Adicionalmente a esto, en el Anexo 1 se muestra el mapa de procesos de forma extendida y dividido por el tipo de alcance.

3.1.2. Formatos de Registros

Una vez realizado el mapa de procesos se inició la fase de elaboración de formatos de registros según el tipo de alcance para la Metodología GHG Protocol, cuyo objetivo primordial fue la recolección y almacenamiento de información que representa a las variables en estudio. Por tal razón existió tres registros generados en forma individual y de manera resumida se presentan en los anexos 4, 5 y 6.

3.1.3. Recopilación de datos

El proceso de recopilación de los datos se realizó a través de los formatos de registros desarrollados, es decir, en base al tipo de alcance. Adicionalmente a esto se realizó la entrevista con la persona responsable de cada una de las áreas con el objetivo de realizar una revisión de la documentación de respaldo que es almacenada en el sistema que maneja Ecoroses. Los datos recolectados se presentan en los anexos 7, 8 y 9.

El transporte de Materias Primas identificado en el anexo 9 se realizó a través del diseño de mapa de rutas realizado en el programa ArcGis v10.1, el mismo que se presenta en el anexo 10.

3.2. Desarrollo de las Calculadoras de Huella de Carbono

Las calculadoras de Huella de Carbono desarrolladas en este estudio se basan en la metodología GHG Protocol y PAS 2050; las que calculan las toneladas de dióxido de carbono equivalentes por hectárea, por tonelada o por kg de rosas (tCO_2eq/ha , tCO_2eq/t o $kgCO_2eq/kg$) del cultivo de rosas en Ecuador y fueron desarrolladas en formato Excel.

3.2.1. Descripción de las Herramientas

Las dos calculadoras de Huella de Carbono, una desarrollada bajo la metodología GHG Protocol y la otra bajo la metodología PAS 2050 están diseñadas en formato de Excel cada una. La descripción de cada una de las hojas que conforman las respectivas calculadoras se presentan en las tablas 5 y 6 a continuación:

Tabla 5.

Descripción de la Calculadora de Huella de Carbono desarrollada bajo la Metodología GHG Protocol

Hoja de Cálculo	Detalle
Contenido	➤ Muestra la totalidad de hojas de cálculo que posee la herramienta
Introducción	➤ Visualiza el concepto de la Metodología utilizada en el desarrollo de la herramienta
Modo de Empleo	➤ Instrucciones de uso de la herramienta según la Metodología utilizada
Datos de la Organización	➤ Muestra datos generales de la empresa en estudio, tales como: nombre, sector, área productiva, etc.
Alcance 1: Emisiones Directas	➤ En este capítulo se realiza el cálculo únicamente de las emisiones directas (controladas por la empresa) tales como: uso de combustibles en instalaciones fijas y móviles, uso de aceites y refrigerantes
Alcance 2: Emisiones Indirectas	➤ En este alcance se analiza las emisiones de Gases Efecto Invernadero de fuentes indirectas derivadas de la generación de la electricidad.
Alcance 3: Emisiones Indirectas no consideradas en el alcance 2	➤ Otras emisiones indirectas. Las fuentes de emisión que son consideradas dentro de éste alcance, están relacionadas con la compra de productos(fertilizantes, herbicidas y fungicidas), el transporte de productos, etc.
Factores de Conversión	➤ Esta hoja de cálculo contiene los factores de conversión utilizados para cada uno de los datos ingresados en cada uno de los alcances.
Factores de Emisión	➤ Contiene los factores de emisión utilizados para cada una de las materias primas, los mismos que se fundamentan en las fuentes bibliográficas expuestas en cada una de las tablas que contiene la hoja de cálculo.

Resultados	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Permite visualizar mediante tres tablas los resultados de la Huella de Carbono de cada uno de los alcances; así como en forma gráfica muestra el aporte de cada una de las fuentes de emisión de gases efecto invernadero.
Bibliografía	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En esta hoja se visualiza las referencias bibliográficas que posee la herramienta

Tabla 6.

Descripción de la Calculadora de Huella de Carbono desarrollada bajo la Metodología PAS 2050

Hoja de Cálculo	Detalle
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Muestra la totalidad de hojas de cálculo que posee la herramienta
Introducción	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Visualiza el concepto de la Metodología utilizada en el desarrollo de la herramienta
Modo de Empleo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instrucciones de uso de la herramienta según la Metodología utilizada
Datos de la Organización	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Muestra datos generales de la empresa en estudio, tales como: nombre, sector, área productiva, etc.
Datos del Cultivo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En este capítulo se presenta los datos referentes a los consumos, compras y uso de insumos tales como: combustibles, aceites, refrigerantes, cambio del uso del suelo, productos agrícolas, fitosanitarios, etc.
Calculo del Cultivo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En esta hoja se muestra el cálculo de forma categorizada de las fuentes de emisiones de Gases Efecto Invernadero del Cultivo de Rosas; así como sus factores de emisión. En la parte final se muestra una tabla en donde se visualiza la Huella de Carbono expresada en diversas unidades de medida.
Factores de Conversión	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Esta hoja de cálculo contiene los factores de conversión utilizados para cada uno de los datos ingresados en cada uno de los alcances.
Factores de Emisión	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contiene los factores de emisión utilizados para cada una de las materias primas, los mismos que se fundamentan en las fuentes bibliográficas expuestas en cada una de las tablas que contiene la hoja de cálculo.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Permite visualizar mediante tablas los resultados de la Huella de Carbono; así como en forma gráfica muestra el aporte de cada una de las fuentes de emisión de gases efecto invernadero.
Bibliografía	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En esta hoja se visualiza las referencias bibliográficas que posee la herramienta

3.2.2. Cálculo de la Huella de Carbono con la Metodología GHG Protocol

La calculadora desarrollada bajo la metodología GHG Protocol está conformada por tres tipos de alcances, éstos se encuentran definidos principalmente por el tipo de emisión que generan, es así que se subdivide en emisiones directas e indirectas. Los datos referentes al consumo de materias primas tales como combustibles, refrigerantes, etc. han sido obtenidos a través del sistema de registro de consumo que mantiene la empresa Ecoroses. Los contenidos de cada uno de los alcances se describen a continuación:

3.2.2.1. Alcance 1

En el alcance 1 se muestra las emisiones directas de GEI, es decir las emisiones cuya generación es directa de la empresa y es controla por la misma en un 100%. Éstas emisiones son producto de la actividad productiva que desarrolla la empresa.

Para la presente investigación el alcance 1 se encuentra conformado por las siguientes fuentes de emisión:

- **Uso de Combustibles en Fuentes Fijas y Móviles**

El uso de combustibles en fuentes fijas se da a través del uso de bunker utilizado en el sistema de calefacción que posee la empresa, el mismo que está conformado por un caldero para la generación de calor, este proceso ayuda abrir el botón de la flor en épocas frías.

Mientras que el uso de combustibles en fuentes móviles se encuentra representado por el consumo de combustibles tanto de la maquinaria agrícola, así como del transporte de trabajadores hacia la planta y del producto final al aeropuerto.

Para el cálculo de la Huella de Carbono de estas fuentes se utilizó la ecuación 1, la cual muestra como calcular la emisión de CO₂ por combustibles consumidos a partir de fuentes fijas y móviles. (IPCC, 2006)

$$Emisión = \sum_a [Combustible * FE] \quad [1]$$

Donde:

Emisión: Emisiones Totales de Fuentes Fijas o Móviles expresadas en kgCO₂eq

Combustible: Consumo de Combustible (TJ/año)

FE: Factor de emisión (kg CO₂eq/TJ)

a: Tipo de combustible utilizado

- **Uso de Aceites**

El aceite en la empresa se utiliza principalmente en lo que respecta a la maquinaria agrícola referente al cambio de aceite de motor y en un porcentaje menor al aceite utilizado como lubricante de maquinaria.

Para el cálculo de la Huella de Carbono de esta fuente se utilizó la ecuación 2, la cual muestra como calcular la emisión de CO₂ por litro de aceite consumido. (IPCC, 2006)

$$Emisiones_{aceite} = \sum [Consumo_{aceite} * FE_{aceite}] \quad [2]$$

Donde:

Emisiones_{aceite} = Emisiones Totales de Aceite expresadas en kgCO₂eq

Consumo_{aceite} = Consumo de Combustible l/año

FE_{aceite} = Factor de emisión (kg CO₂eq/l)

- **Uso de Fluorados**

La empresa en estudio al ser una empresa dedicada a la producción de rosas de exportación, cuenta con cuartos fríos para la conservación de las rosas empacadas. Por tal razón el refrigerante utilizado por la empresa en el año 2015 fue el R404A para el cual se realizó el siguiente cálculo utilizando la ecuación 3:

$$\text{Emisiones}_{\text{Fluorado}} = \sum [\text{PCG} * \text{Consumo}_{\text{fluorado}}] \quad [3]$$

Donde:

Emisiones_{Fluorado} = Emisiones Totales de Gases Fluorados expresadas en kgCO₂eq

PCG = Potencial de Calentamiento Global (100 años)

Consumo_{fluorado} = cantidad de gas fluorado consumido en el año de estudio expresado en kg/año.

Es importante mencionar que el refrigerante utilizado en el caso de estudio es un refrigerante comercial, este fluido es una mezcla ternaria compuesta por R-125, R-143a y R-134a utilizado como producto sustituto al refrigerante R-502. Sin embargo, la herramienta desarrollada en formato Excel también permite calcular la huella de carbono de refrigerantes compuestos.

- **Residuos Orgánicos e Inorgánicos**

Para el caso en estudio la empresa produce residuos orgánicos generados de las áreas de postcosecha (tales como tallos torcidos, botones deformes, etc.) así como residuos de las diversas etapas de mantenimiento del cultivo (tales como deshierba, baja de hoja, etc.)

Mientras que los residuos inorgánicos generados por la empresa están representados por la cantidad de plástico que ha sido cambiado de los invernaderos.

Para el cálculo de la huella de carbono de residuos orgánicos e inorgánicos se utiliza la ecuación 4 presentada a continuación:

$$\text{Emisiones}_{RO \text{ y } RI} = \sum [Cantidad_{RO \text{ y } RI} * FE] \quad [4]$$

Donde:

Emisiones $_{RO \text{ y } RI}$ = Emisiones de Residuos Orgánicos e Inorgánicos

Cantidad $_{RO \text{ y } RI}$ = Cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos (kg/año)

FE= Factor de emisión de residuos orgánicos e inorgánicos expresada en (kgCO₂eq/kg)

El tratamiento que se da a los residuos orgánicos en la empresa es realizar compost por tal razón el factor de emisión utilizado corresponde al compost con 60% de humedad. Mientras que el factor de emisión utilizado en los residuos inorgánicos está relacionado con el uso del polietileno de alta densidad lo cual corresponde a las características del plástico de invernadero. Éstos se muestran a continuación:

Tabla 7.

Factores de emisión de Residuos Orgánicos e Inorgánicos

Sistema	Factor de Emisión	Unidad
Residuos Orgánicos de Labores Culturales (Compostaje)	0,19	Kg CO ₂ eq/Kg
Residuos Inorgánicos (plástico de invernadero)	2600,00	kgCO ₂ eq/kg

Fuente: (IPCC, 2006)

- **Uso del Suelo**

El presente cálculo del cambio del uso del suelo se basa en el capítulo 5 Tierras de Cultivo del volumen 4 “Directrices del IPCC del 2006 para los inventarios nacionales de gases efecto invernadero: Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra”

Tierras convertidas en Tierras de Cultivo

Estima las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las tierras de cultivo, las cuales incluyen:

- Estimaciones de los cambios anuales en las existencias de carbono en todos los depósitos y fuentes: (1) Biomasa, (2) Materia Orgánica Muerta y (3) Suelos.
- Estimaciones de gases no CO₂ (CH₄, CO, N₂O, NO_x). Resultantes del quemado de biomasa aérea y Materia Orgánica Muerta.

1) Biomasa

En la conversión en tierras de cultivo (Nivel 1) la vegetación dominante se elimina por completo. Poco después, se implanta algún tipo de sistema de cultivo, lo que incrementa la cantidad de carbono depositado en la biomasa.

Nivel 1

El método del Nivel 1 sigue el enfoque del Capítulo 4 (tierras forestales) donde la cantidad de biomasa que se elimina de las tierras de cultivo se estima multiplicando la superficie convertida en un año por las existencias promedio de carbono en la biomasa de las tierras forestales o pastizales previas a la conversión.

$$Q_{\text{biomasa que se elimina}} = \# \text{Ha} \frac{\text{convertidas}}{\text{año}} = \text{biomasa de pastizales previo a la conversión} \quad [5]$$

En el nivel 1 las existencias de carbono en la biomasa por defecto para las categorías de uso de la tierra iniciales (B_{ANTES}), principalmente tierras forestales y pastizales, pueden verse en la tabla 8 presentada a continuación:

Tabla 8.

Factores de Expansión por defecto de la relación entre la Biomasa Subterránea y Aérea para los principales ecosistemas de Pastizales del Mundo

Categoría de uso de la Tierra	Tipo de Vegetación	Zona Climática del IPCC aproximada ¹	R biomasa subterránea (t.m.para biomasa aérea -1)	n	Error ²
Pastizal	Pastizales/estepa/tundra/pradera	Boreal, Seco & húmedo, Templado frío, Húmedo Templado cálido, Húmedo	4,0	7	más o menos 150%
	Pastizal semiárido	Templado-frío, Seco templado cálido, Seco tropical, Seco	2,8	9	más o menos 95%
	Subtropical/pastizal tropical	Tropical Húmedo & muy húmedo	1,6	7	más o menos 130%
Otro	Bosque/sabana		0,5	19	más o menos 80%
	Arbustal		2,8	9	más o menos 144%

¹ La clasificación de los datos fuente se hizo por tipos de biomasa y , por lo tanto, la correspondencia con las zonas climáticas del IPCC es aproximada.
² Las estimaciones del error se proporcionan con dos veces la desviación estándar, como un porcentaje de la media

Fuente: (IPCC, 2006)

Se supone que toda la biomasa se elimina cuando se prepara una parcela para su uso como tierra de cultivo, por lo que el valor por defecto de $B_{\text{DESPUÉS}}$ es de 0 tC/ha.

$$Q_{\text{biomasa que se elimina}} = 25,5 \text{ Ha} * \frac{4 \text{ tCO}_2 \text{ eq}}{\text{Ha}}$$

$$Q_{\text{biomasa que se elimina}} = 102 \text{ tCO}_2 \text{ eq}$$

2) Materia Orgánica Muerta (Madera muerta y hojarasca)

En general, las tierras de cultivo contienen poco o nada de madera muerta u hojarasca y, por lo tanto, a menudo, se puede suponer que estos depósitos se aproximan a cero después de la conversión.

Nivel 1

El cambio inmediato y abrupto en las existencias de carbono en madera muerta y hojarasca, debido a la conversión de otras tierras en tierras de cultivo se estima empleando la Ecuación 6. Es factible que el término C_0 de la Ecuación 6 sea cero y que no haya necesidad de dividir T_{on} .

$$\Delta C_{DOM} = \frac{(C_n - C_0) * A_{on}}{T_{on}} \quad [6]$$

Donde:

ΔC_{DOM} = Cambio en las existencias anuales de carbono en madera muerta u hojarasca, tC/año.

C_0 = existencias de madera muerta/hojarasca, bajo la categoría anterior de uso de la tierra, tC/ha.

C_n = existencias de madera/hojarasca, bajo la nueva categoría de uso de la tierra, tC/ha.

A_{on} = Superficie sometida a la conversión de la vieja a la nueva categoría de uso de la tierra, Ha.

T_{on} = Lapso en el que se produce la transición de la vieja a la nueva categoría de uso de la tierra, año. El valor por defecto del Nivel es de 20 años para los incrementos de existencias de carbono y de 1 año para las pérdidas de carbono.

$$\Delta C_{DOM} = \frac{(C_n - 0) * 25,5}{20} \quad [6]$$

$$\Delta C_{DOM} = 0tC \quad [6]$$

Se elimina toda la Materia orgánica muerta y la hojarasca durante la conversión y no hay madera muerta ni hojarasca que permanezca o se acumule en tierras convertidas en tierras de cultivo.

3) Suelo Mineral

Las tierras convertidas en tierras de cultivo se estratifican según las regiones climáticas y los principales tipos de suelos, lo que puede basarse en clasificaciones por defecto o específicas del país.

Nivel 1

Para el Nivel 1, las existencias de C orgánico del suelo iniciales $SOC_{(0-T)}$ y las existencias del último año del período de inventario (SOC_0) se calculan a partir de las existencias de carbono orgánico del suelo de referencia por defecto (SOC_{REF}) y de los factores de cambio de existencias por defecto (F_{LU} , F_{MG} , F_I). Como se muestra en la ecuación 7 a continuación:

Cambio Anual en las existencias de Carbono Orgánico en Suelos Minerales

$$\Delta C_{Minerales} = \frac{SOC_0 - SOC_{0-T}}{D} \quad [7]$$

$$SOC = \sum_{C,I,J} (SOC_{REF} * F_{LU} * F_{MG} * F_i * A) \quad [8]$$

Donde:

$\Delta C_{\text{minerales}}$ = cambio anual en las existencias de carbono de los suelos, tC/año

SOC_0 = existencias de carbono orgánico en el suelo en el último año de un período de inventario, tC.

$SOC_{(0-T)}$: existencias de carbono orgánico en el suelo al comienzo de un período de inventario, tC.

$SOC_0 - SOC_{(0-t)}$: se calcula utilizando la ecuación de SOC del recuadro donde se asignan los factores de referencia para existencias y cambios de existencias de carbono.

T= cantidad en años de un periodo de inventario dado.

D= dependencia temporal de los factores de existencias, que es el lapso por defecto para la transición entre los valores de equilibrio del SOC.

C= representa las zonas climáticas, a los tipos de suelo.

SOC_{REF} = Las existencias de carbono de referencia, tC/Ha.

F_{LU} = factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra o subsistemas.

F_{MG} = Factor de cambio de existencia para el régimen de gestión, sin dimensión.

F_i = factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica, sin dimensión.

A= superficie de tierra del estrato.

Elección de los Factores de Cambio de Existencias y de Emisión

En el caso de conversiones transitorias del uso de la tierra en tierras de cultivo, los factores de cambio de existencias se suministran en la tabla 8, y dependen de la duración del ciclo del barbecho en un sistema de cultivo

rotativo, lo que representa las existencias promedio de carbono del suelo durante el ciclo cultivo-barbecho.

Tabla 9.

Referencia por defecto de existencias de orgánico (SOC_{REF}) para suelos Minerales (tC/ha entre 0 y 30 cm de profundidad)

Región Climática	Suelos HAC ¹	Suelos LAC ²	Suelos Arenosos ³	Suelos Espódicos ⁴	Suelos Volcánicos ⁵	Humedales ⁶
Boreal	68	NA	10 [#]	117	20 [#]	146
Templado frío, seco	50	33	34	NA	20 [#]	87
Templado frío-húmedo	95	85	71	115	130	
Templado cálido-seco	38	24	19	NA	70 [#]	88
Templado cálido-Húmedo	88	63	34	NA	80	
Boreal, seco	38	35	31	NA	50 [#]	86
Tropical, húmedo	65	47	39	NA	70 [#]	
Tropical, muy Húmedo	44	60	66	NA	130 [#]	
Tropical Montano	88 [*]	63 [*]	34 [*]	NA	80 [#]	

Nota: Los datos se derivaron de bases de datos sobre suelos descritas por Jobbagy y Jackson (2000) y por Bernoux *et al.* (2002). Se indican las existencias medias. NA significa 'no aplicable' porque, normalmente, estos suelos no se encuentran en ciertas zonas climáticas.

[#] Indica donde no hay datos disponibles y se mantuvieron los datos por defecto de las *Directrices del IPCC de 1996*.

^{*} No se dispuso de datos para estimar directamente las existencias de C de referencia para estos tipos de suelo en el clima tropical montano por lo que las existencias se basaron en estimaciones derivadas de la región templada cálida húmeda en las que las temperaturas y las precipitaciones anuales medias son similares.

<p>¹ Los suelos con minerales arcillosos de alta actividad (HAC, del inglés <i>high activity clay</i>) son entre leve y moderadamente erosionados, dominados por minerales silicato-arcillosos 2:1 en la clasificación de la Base Mundial de Referencia para los Recursos de Suelos (WRB, del inglés <i>World Reference Base for Soil Resources</i>): Leptosoles, Vertisoles, Kastanozems, Chernozems, Phaeozems, Luvisoles, Alisoles, Albeluvisoles, Solonetz, Calcisoles, Gypsisoles, Umbrisoles, Cambisoles, Regosoles; en la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, del inglés <i>United States Department of Agriculture</i>): Mollisoles, Vertisoles, Alfisoles con alta saturación de bases, Aridisoles, Inceptisoles).</p>
<p>² Los suelos con minerales de arcilla de baja intensidad (LAC, del inglés <i>low activity clay</i>) son muy erosionados, con predominio de minerales arcillosos 1:1, hierro amorfo y óxidos de aluminio (en la clasificación de la WRB: Acrisoles, Lixisoles, Nitisoles, Ferralsoles, Durisoles; en la clasificación del USDA: Ultisoles, Oxisoles, Alfisoles ácidos).</p>
<p>³ Incluye todos los suelos (independientemente de su clasificación taxonómica) que tienen >70% de arena y <8% de arcilla, en base a análisis de textura estándar (en la clasificación de la WRB: Arenosoles; en la clasificación del USDA: Psamments).</p>
<p>⁴ Suelos que muestran una fuerte podzolización (en la clasificación de la WRB: los Podzoles; en la clasificación del USDA: los Spodosoles).</p>
<p>⁵ Los suelos derivados de cenizas volcánicas con mineralogía alofánica (en la clasificación de la WRB: Andosoles; en la clasificación del USDA: Andisoles).</p>
<p>⁶ Suelos con drenaje limitado, lo que trae acarreadas periódicas inundaciones y condiciones anaeróbicas (en la clasificación de la WRB: Gleysoles; en la clasificación del USDA: subórdenes Aquic).</p>

Fuente: (IPCC, 2006)

Tabla 10.

Factores de Cambio en las Existencias del Suelo (F_{LU} , F_{MG} , F_I) para conversiones del uso de la tierra en tierras de cultivo

Tipo de valor del factor	Nivel	Régimen Climático	Valor por defecto del IPCC	Error #	Definición
Uso de la Tierra	Bosque nativo o pastizal	Todas	1	NA	Representa los bosques y pastizales nativos o de largo plazo, no

	(no degradado)	Tropical	1	NA	degradados y gestionados sosteniblemente
Uso de la Tierra	Cultivo rotativo-barbecho de ciclo corto	Tropical	0.64	más o menos 50%	Cultivo de rotación permanente, en el que el bosque tropical o la tierra leñosa se desbroza para plantar cultivos anuales durante un breve período (35 años) y después se abandona para que vuelva a crecer
	Cultivo rotativo-barbecho de ciclo corto	Tropical	0.8	más o menos 50%	
Uso de la Tierra, gestión e ingresos	Bosque gestionado	(El valor por defecto es 1)			
Uso de la Tierra, gestión e ingresos	Pastizal Gestionado	(Véanse los valores por defecto en el cuadro 6.2)			
Uso de la Tierra, gestión e ingresos	Tierras de Cultivo	(Véase los valores por defecto en el Cuadro 5.5)			

Representa una estimación nominal del error, equivalente a dos veces la desviación estándar, como porcentaje de la media. NA significa "No aplicable", donde los valores del factor constituyen valores de referencia definidos

Fuente: (IPCC, 2006)

Tabla 11.
Factores Relativos de Cambio de Existencias (F_{LU} , F_{MG} y F_I) (Durante 20 años) para diferentes actividades de gestión en Tierras de Cultivo

Tipo de valor del factor	Nivel	Régimen térmico	Régimen de Humedad	Valores por defecto del IPCC	Error ^{1,2}	Descripción
Uso de la Tierra (F_{LU})	Cultivo de perennes/árboles	Todas	Seco y húmedo/muy húmedo	1	más o menos 50%	Cultivo de árboles perennes a largo plazo, como frutales y nogales, café y cacao
Laboreo (F_{MG})	Sin Laboreo	Templado/Boreal	Húmedo/Seco	1.15	más o menos 4%	Sembrado directo sin laboreo primario, con solamente una mínima perturbación del suelo en la zona de sembrado. Habitualmente, se emplean herbicidas para control de las malezas.
Entrada (F_I)	Bajo	Templado/Boreal	Seco	0.95	más o menos 13%	Se produce un bajo retorno de residuos cuando llega el momento de eliminarlos (por recogida o quemado), frecuente barbecho limpio, producción de cultivos que provocan pocos residuos (p. ej., legumbres, tabaco, algodón), sin fertilización mineral ni cultivos que fijen
			Húmedo	0.92	más o menos 14%	

						N.
<p>^{1.} ± dos desviaciones estándar, expresadas como porcentaje de la media; cuando no se disponga de suficientes estudios para realizar un análisis estadístico para derivar un valor por defecto, se supuso que la incertidumbre era ±50% sobre la base de la opinión de expertos. NA significa «no aplicable», donde los valores del factor constituyen valores de referencia definidos, y las incertidumbres se reflejan en las existencias de C de referencia y en los factores de cambio de existencias para usos de la tierra.</p> <p>^{2.} Este rango de errores no incluye el potencial error sistemático debido a tamaños pequeños de muestras que pueden no ser representativos del verdadero impacto para todas las regiones del mundo.</p> <p>Nota: Véase el Anexo 5A.1 por una estimación de los factores de cambio de existencias por defecto para las emisiones/absorciones de C en suelos minerales de tierras de cultivo.</p>						

Fuente: (IPCC, 2006)

$$SOC_0 = \sum_{c,i,j} (95 \text{ tCO}_2/\text{Ha} * 1 * 1,15 * 0,92 * 25,5 \text{ Ha}) \quad [8]$$

$$SOC_0 = 2563,005 \text{ tCO}_2 \quad [8]$$

$$SOC_{OT} = \sum_{c,i,j} (95 \text{ tCO}_2/\text{Ha} * 1 * 1 * 1 * 25,5 \text{ Ha}) \quad [8]$$

$$SOC_0 = 2422,5 \text{ tCO}_2 \quad [8]$$

$$\Delta C_{\text{Minerales}} = \frac{SOC_0 - SOC_{O-T}}{D} \quad [7]$$

$$\Delta C_{\text{Minerales}} = \frac{2563,005 - 2422,5}{20} = 7,62 \text{ tCO}_2 \text{ eq} \quad [7]$$

$$\text{Uso del Suelo} = \text{Biomasa} + \text{Materia Orgánica Muerta} + \text{Suelos} \quad [9]$$

$$\text{Uso del Suelo} = 102 \text{ tCO}_2 + 0 \text{ tCO}_2 + 7,62 \text{ tCO}_2 = \mathbf{109,62 \text{ tCO}_2} \quad [9]$$

- **Uso de Productos Agrícolas y Fitosanitarios**

Ecoroses al ser una empresa dedicada a la producción de rosas de exportación utiliza productos agrícolas y fitosanitarios en la fase de cultivo de las rosas, esto con el objetivo de tener una rosa de calidad de exportación y libre de plagas y enfermedades.

En lo que respecta al cálculo de huella de carbono del uso de productos agrícolas y fitosanitarios se utiliza la ecuación 10 presentada a continuación:

$$\mathbf{Emisiones}_{\text{productos}} = \sum [\text{Consumo}_{\text{producto}} * \text{FE}] \quad [10]$$

Donde:

Emisiones_{Productos}= Emisiones de productos agrícolas y fitosanitarios

Cantidad = Cantidad de productos agrícolas y fitosanitarios (kg/año)

FE= Factor de emisión de productos agrícolas y fitosanitarios expresada en (kgCO₂eq/kg).

Para considerar los factores de emisión utilizados en el cálculo de la huella de carbono de los productos agrícolas y fitosanitarios es importante mencionar que éstos fueron buscados en la base de datos Ecoinvent versión 2.2 y 3 tanto por su nombre comercial, así como por el ingrediente activo que conforma el producto.

- **Transporte de Rosas Ecoroses-Aeropuerto**

En el alcance 1 se va a considerar únicamente el transporte de las rosas de exportación desde la Florícola Ecoroses ubicada en el cantón mejía hasta el Aeropuerto Internacional de Quito Mariscal Sucre en Tababela lugar en el cual la empresa entrega el producto a los diversos clientes internacionales. Pues este tipo de transporte es de responsabilidad 100% de la empresa.

La empresa posee dos vehículos marca HINO GD para el traslado de las rosas por tal razón se procedió a revisar los registros del número de viajes realizados en el año de estudio y el registro de kilometraje tanto de salida como de entrada de la plantación, obteniendo de esta forma los

kilómetros recorridos en el año. Para calcular la huella de carbono de esta fase se utilizó la ecuación 11 presentada a continuación:

$$\mathbf{Emisiones}_{TET} = km_{recorridos} * FE [11]$$

Donde:

Emisiones_{TET} = Emisiones referentes al transporte realizado desde la empresa Ecoroses hasta el aeropuerto de Tababela

Km_{recorridos} = cantidad de kilómetros recorridos por el transporte de distribución de rosas de exportación, expresada en km/año

FE= factor de emisión referente al tipo de transporte utilizado para la distribución de rosas de exportación, expresada en kgCO₂eq/km

Para el caso en estudio el factor de emisión utilizado es 0,07 el mismo que es referido por la (CEPAL, 2012)

- **Captación de Carbono por el Cultivo**

La captación de CO₂ por los ecosistemas vegetales terrestres constituye un componente importante en el balance global de Carbono (C). Por tal razón el cálculo de la huella de carbono de esta fase se realizó en base a la ecuación 12 presentada a continuación:

$$\mathbf{Emisiones}_{CCC} = \text{área cultivada} * FE [12]$$

Donde:

Emisiones_{CCC} = Emisiones generadas por la captación de carbono por el cultivo.

Área Cultivada = área que en el año de estudio fue cultivada con el cultivo de rosas expresada en Ha.

FE = Factor de emisión con relación a la captación de carbono por el cultivo expresada en (kgCO₂eq/año).

Los factores de emisión (FE) utilizados en esta fase están basados en la tabla 12 presentada a continuación:

Tabla 12.
Factores de Emisión de Captación de Carbono por el Cultivo

Variable	Factor de Emisión (Kg CO ₂ eq/ha)
Año 0 - 5	13.360,00
Año 5 - 10	9.730,00
Año 10 - 15	9.050,00
Año 15 - 20	6.670,00
Año 20 - 25	3.310,00
Año 25 - 30	360,00
Año + 30	-460,00

Fuente: (Rspo GHG Work Group, 2012)

Para el caso en estudio el factor de emisión es de 6.670,00 kgCO₂eq/ha pues la empresa Ecoroses inició sus actividades en el año 1998, por ende, se encuentra en el rango de 15-20 años.

- **Emisiones Directas e Indirectas de N₂O**

Para el cálculo de las emisiones de esta fase inicialmente se debe considerar el cálculo del nitrógeno aplicado al suelo. Para lo cual el desarrollo de la calculadora ha considerado los fertilizantes nitrogenados, compost y residuos reincorporados.

Una vez que se ha identificado los tres ítems antes mencionados se procede a realizar el cálculo usando la ecuación 13 presentada a continuación:

$$\text{Emisiones}_{\text{NAS}} = \sum (\text{Cantidad}_{\text{producto}}) * \%N * \% \text{Materia Seca} \quad [13]$$

Donde:

Emisiones $_{NAS}$ = representa las emisiones totales de nitrógeno aplicado al suelo.

Cantidad $_{producto}$: representa la cantidad de fertilizantes nitrogenados, compost o residuos reincorporados expresado en kg/año.

%N: Porcentaje de Nitrógeno que contiene cada uno de los productos agrícolas, compost y residuos reincorporados.

%Materia Seca: porcentaje de materia seca de cada uno de los productos agrícolas, compost y residuos reincorporados.

Una vez calculado las emisiones de nitrógeno aplicado al suelo se procede a calcular las emisiones Directas e Indirectas de N_2O . Es importante mencionar que las emisiones directas e indirectas están conformadas por la sumatoria de las emisiones de Nitrógeno aplicado al suelo, Nitrógeno Volatizado y Nitrógeno lixiviado. Las emisiones de éstos tres elementos (Nitrógeno aplicado al suelo, nitrógeno volatizado y nitrógeno lixiviado) fueron calculados con la ecuación 14 presentada a continuación:

$$\mathbf{Emisiones}_{N_2O} = \sum (\mathbf{Cantidad}_{producto}) * \mathbf{FE} \quad [14]$$

Donde:

Emisiones $_{N_2O}$ = Emisiones de directas e indirectas de N_2O

Cantidad $_{producto}$ = representa la cantidad de fertilizantes nitrogenados, compost o residuos reincorporados expresado en kg/año.

FE= Factor de emisión del nitrógeno aplicado al suelo, Nitrógeno lixiviado y Nitrógeno volatizado.

En lo que respecta a la cantidad de Nitrógeno aplicado al suelo está representada por la sumatoria de todas las cantidades de los fertilizantes nitrogenados, compost y residuos reincorporados. Mientras que la cantidad de N volatizado fue calculada con la siguiente fórmula:

$$N_{\text{volatizado}} = \left(\sum \text{fertilizantes nitrogenados} * \text{fracción volatilización sint} \right) + (\text{Compost} * \text{fracción volatilización org}) \quad [15]$$

Finalmente, la cantidad de Nitrógeno lixiviado fue calculado por la sumatoria de las cantidades de fertilizantes nitrogenados, compost y residuos reincorporados y éstos a su vez multiplicados por el factor de fracción de nitrógeno lixiviado.

Los factores de emisión, así como las diversas fracciones se describen a continuación en la tabla 13 presentada a continuación:

Tabla 13.

Factores de Emisión utilizados en el cálculo de emisiones directas e indirectas de N₂O

Variable	Factor de Emisión	Unidad
ED N ₂ O	4,68	Kg CO ₂ eq/Kg N
EI N ₂ O volatilizado	4,68	Kg CO ₂ eq/(Kg NH ₃ + Kg Nox)
EI N ₂ O lixiviado	3,51	Kg CO ₂ eq/Kg N lix
Aplicación urea	0,20	Kg C/Kg
Fracción volatilización sint	0,10	(Kg NH ₃ + Kg Nox) / Kg N
Fracción volatilización org	0,20	(Kg NH ₃ + Kg Nox) / Kg N
Fracción lixiviación	0,30	Kg N lix / Kg N

Fuente: (IPCC, 2006)

- **Emisiones de CO₂ por urea**

En lo que respecta al cálculo de huella de carbono de las emisiones de CO₂ se utiliza la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Emisiones}_{CO_2} = \text{Cantidad} * FE \quad [16]$$

Donde:

Emisiones CO₂= Emisiones de CO₂

Cantidad = Cantidad de urea (kg/año)

FE= Factor de emisión de la urea expresado en kgCO₂eq/kg

3.2.2.2. Alcance 2

En el alcance 2 se muestra las emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero, es decir las emisiones cuya generación está ligada directamente con el consumo de energía eléctrica por parte de la empresa.

Por tal razón se muestra el cálculo de las emisiones de este alcance a continuación:

- **Consumo Energético por electricidad**

El servicio de energía eléctrica es proporcionado por la Empresa Eléctrica Quito, la cual emite facturas de forma mensual de las cuales se extrajo el consumo de los kW/h respecto al año 2015.

Para el cálculo de la Huella de Carbono de esta fuente se utilizó la ecuación 17, la cual muestra como calcular la emisión de CO₂ por consumo energético. (IPCC, 2006)

$$\mathbf{Emisiones}_{\text{energía}} = \sum (\text{Dato de consumo} * FE) \quad [17]$$

Donde:

Emisión_{energía}: Emisiones Totales de Consumo Energético expresadas en kgCO₂eq.

Dato de consumo: Consumo de energía (MWh/año) del año 2015.

FE: Factor de emisión (tCO₂eq/MWh)

Es importante mencionar que este apartado usa el factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador, por tal razón las emisiones generadas por el consumo energético sí reflejan las condiciones propias del país.

El factor de emisión para el Ecuador es desarrollado por la Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (CTFE), siendo esta responsable del cálculo y actualización del Factor de Emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador SNI, que se formó en el año 2010 y está integrado por el Ministerio del Ambiente (MAE), Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), y Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). El factor de emisión utilizado en el desarrollo de la herramienta de cálculo se presenta en la tabla 14 a continuación:

Tabla 14.

Factor de Emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador

Sistema	Factor de Emisión	Unidad
Energía Eléctrica	0,51	tCO ₂ /MWh

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2013)

3.2.2.3. Alcance 3

En el alcance 3 se considera las emisiones indirectas que ocurren fuera de los límites de la empresa Ecoroses S.A. tales como compra de

combustibles, productos agrícolas, fitosanitarios e insumos; así como el transporte internacional y nacional de materias primas.

Es importante mencionar que en la herramienta desarrollada en formato Excel, para calcular el alcance 3 se consideró 9 fuentes de emisión. Sin embargo en la presente metodología se presentan la descripción de tres de ellas en forma detallada y las otras restantes en forma resumida, pues el método de cálculo fue desarrollado anteriormente en el alcance 1:

- **Transporte Internacional de Materia Prima**

Para el cálculo del transporte internacional de materia prima inicialmente se procedió a investigar el origen del producto, averiguando este en la etiqueta del mismo en algunos casos y en otros realizando llamadas telefónicas a los proveedores nacionales.

Una vez que se obtuvo el listado de materias primas (productos agrícolas, fitosanitarios e insumos) importadas, se procedió a realizar el cálculo de las millas náuticas recorridas por cada una de ellas desde el sitio de origen hasta el puerto de destino que para el caso en estudio será el Puerto Marítimo de Guayaquil o Esmeraldas dependiendo de la materia prima importada. Para el cálculo de las millas náuticas se utilizó la herramienta <http://www.searoutefinder.com/>, y luego se transformaron los datos a kilómetros.

El cálculo de las emisiones de esta fase se realizó utilizando la ecuación 18 presentada a continuación:

$$\mathbf{Emisiones_{TI}} = \sum \left((\text{Cantidad}) * (\text{FE}) * \left(\frac{1}{\text{km recorridos}} \right) \right) \quad [18]$$

Donde:

Emissiones_{TI}= Emisiones del transporte Internacional de Materia Prima expresada en (kgCO₂eq/año)

Cantidad (kg/año) = representa la cantidad de materia prima importada

FE(tCO₂eq*km/kg) = Factor de emisión referente al tipo de producto y el medio de transporte utilizado.

1/km recorridos= inverso de los kilómetros recorridos.

En la base de datos Ecoinvent, se encontró los factores de emisión de mercado de varias materias primas, éstas a su vez incluían emisiones del proceso productivo, así como emisiones del transporte.

- **Transporte Nacional de Materia Prima**

Para realizar el cálculo del transporte Nacional de Materia Prima inicialmente se realizó un mapa de rutas con la ayuda del software ArcGis v 10.1, el mismo que se muestra en el anexo 10. A través del ArcGis se pudo obtener los km recorridos en cada una de las rutas de forma general desde el puerto de descarga o bodega hasta la empresa.

Posteriormente a ello se procedió a investigar la cantidad de cada una de las materias primas compradas por la empresa y dividir las para la capacidad de carga del vehículo en el cual fue transportada, es así que se obtuvo el número de viajes que se realizó en el año de estudio para cada una de las materias primas. Esto fue calculado mediante la ecuación 19 presentada a continuación:

$$\#viajes = \frac{Cantidad_{producto-comprado}}{Capacidad\ de\ carga\ del\ veh\iculo\ que\ la\ transport\o} \quad [19]$$

Una vez que se obtuvo el dato del número de viajes, se procedió a realizar la multiplicación del # viajes por los kilómetros de la ruta, lo cual se muestra en la ecuación 20 presentada a continuación:

$$km_{recorridos} = \#viajes * km_{ruta} \quad [20]$$

Obteniendo de esta forma los kilómetros recorridos por cada una de las materias primas. El cálculo de las emisiones referentes al transporte nacional de materias primas se realiza en base a la ecuación 21 descrita a continuación:

$$\mathbf{Emisiones}_{TN} = \left(\sum (km_{recorridos}) * (FE) \right) \quad [21]$$

Donde:

Emisiones_{TN}= Emisiones del transporte Nacional de Materia Prima expresada en (kgCO₂eq/año)

km recorridos= Cantidad de kilómetros recorridos por cada una de las materias primas

FE(tCO₂eq/km) = Factor de emisión referente al medio de transporte utilizado.

La herramienta desarrollada en formato Excel presenta un factor de emisión único pues para nuestro país no existen factores de emisión relacionados por el tipo de transporte, sin embargo, el factor de emisión utilizado es de 0,07 kgCO₂eq/km, el mismo que corresponde a vehículos de carga de 20 toneladas y fue extraído del estudio “Huella ambiental en las exportaciones de alimentos de América Latina: normativa internacional y prácticas empresariales”. (CEPAL, 2013).

- **Consumo de Agua**

El presente estudio considera dentro del alcance 3 la captación del agua para el desarrollo de la actividad productiva de la empresa, debido a que la floricultura necesita gran cantidad de agua para la mezcla de los plaguicidas, lavado de herramientas, fumigación y especialmente para el riego de las flores.

Adicionalmente a esto el acaparamiento del agua por parte de las floricultoras ha desatado varios conflictos entre las empresas, las comunidades y centros poblados. Ante esto, algunas empresas han construido grandes reservorios de agua para garantizar su producción, ocasionando serios problemas a las comunidades que carecen de este recurso. (Acción Ecológica, 2000)

El cálculo de consumo de agua se realizó utilizando la ecuación 22 presentada a continuación:

$$\text{Emisiones}_{\text{agua}} = \text{Dato de Consumo} * \text{FE} \quad [22]$$

Donde:

Emisiones_{agua} = Emisiones referentes al consumo de agua expresada en (kgCO₂eq/año)

Datos de Consumo (kg/año) = Cantidad de kilogramos/año consumidos por la empresa.

FE(kgCO₂eq/kg) = Factor de emisión referente al consumo de agua.

En lo que respecta a la fórmula anterior la unidad de medida de los datos de consumo proporcionados por la florícola fue m³/año para transformarlos a kg/año fueron multiplicados por la densidad que posee el agua.

Los seis tipos de emisión restantes como se mencionó anteriormente serán descritos en forma resumida, pues para todos ellos se considera la misma forma de cálculo.

Sin embargo, es importante mencionar que los factores de emisión utilizados en cada una de las fuentes corresponden a la compra de los diversos tipos de materias primas lo cual incorpora las emisiones correspondientes a los procesos productivos de las mismas, esto lo diferencia del alcance 1 en donde se consideran los factores de emisión del uso de materias primas.

- **Compra de Combustibles en Fuentes Fijas**

El combustible utilizado en fuentes fijas es el Bunker, el mismo que lo compra a la empresa Exxonmovil, las emisiones generadas por esta fuente son calculadas por la ecuación 23 presentada a continuación:

$$\mathbf{Emisiones}_{CC} = (\text{Cantidad_combustible}) * (\text{FE}) \quad [23]$$

Emisiones_{CC}: Emisiones Totales de Fuentes Fijas expresadas en kgCO₂eq

Cantidad de Combustible: Cantidad comprada de Combustible (kg)/año

FE: Factor de emisión de compra de combustible de fuente fija (kg CO₂eq/kg)

- **Compra de Aceites**

La herramienta de Excel desarrollada en la fase de compra de aceites únicamente considera los aceites de producción nacional, mientras que los aceites importados fueron considerados en el cálculo de transporte

internacional, pues los factores de emisión allí expuestos consideran tanto la producción como el transporte internacional.

El cálculo de la compra de aceites se realizó en base a la ecuación 24 presentada a continuación:

$$\mathbf{Emisiones}_{CA} = (\text{Cantidad_aceite}) * (\text{FE}) \quad [24]$$

Donde:

Emisiones_{CA} = Emisiones Totales correspondientes a la compra de aceites expresadas en kgCO₂eq

Cantidad_{aceite} = Cantidad de Aceite expresada en TJ/año

FE_{aceite} = Factor de emisión (kg CO₂eq/TJ)

- **Compra de Productos Agrícolas, Fitosanitarios, Insumos y consumo de Papel**

Los productos agrícolas, fitosanitarios e insumos importados fueron considerados en el transporte internacional, mientras que en esta fuente únicamente se considera los productos agrícolas, fitosanitarios, insumos y consumo de papel de producción nacional y éstos son calculados mediante la ecuación 25 presentada a continuación:

$$\mathbf{Emisiones}_{CP} = (\text{Cantidad}) * (\text{FE}) \quad [25]$$

Donde:

Emisiones_{CP} = Emisiones de compra de productos agrícolas, fitosanitarios, insumos y consumo de papel

Cantidad = Cantidad comprada de productos agrícolas, fitosanitarios, insumos y consumo de papel expresada en (kg/año)

FE = Factor de emisión de productos agrícolas, fitosanitarios, insumos y consumo de papel expresado en (kgCO₂eq/año).

La portada de la calculadora desarrollada bajo la Metodología de cálculo GHG Protocol se encuentra en el anexo 11, la cual corresponde a un archivo en Excel que de igual forma consta en los anexos del presente estudio.

3.2.3. Cálculo de la Huella de Carbono con la Metodología PAS 2050

Como se mostró en apartados anteriores existen muchas similitudes entre la Metodología GHG Protocol y PAS 2050, sin embargo, la principal diferencia de ellas radica en la agrupación de las fuentes de emisiones de Gases Efecto Invernadero que intervienen en el cálculo de la Huella de Carbono. Es así que la metodología GHG Protocol clasifica las fuentes de emisión en directas e indirectas, mientras que PAS 2050 realiza un cálculo de forma global.

Los datos referentes al consumo de materias primas, así como los factores de emisión y fórmulas de cálculo de las fuentes que intervienen en el desarrollo de la calculadora con la Metodología PAS 2050 son los mismos que fueron utilizados bajo la Metodología GHG Protocol, razón por la cual se considera innecesaria volverla a repetir y se propone revisar los apartados anteriores.

Considerando las aclaraciones anteriores, se presenta en la tabla 15 las fuentes de emisión que intervienen en el cálculo de la huella de Carbono bajo la Metodología PAS 2050.

Tabla 15.

Fuentes de Emisión que intervienen en el cálculo de la Huella de Carbono desarrollada bajo la Metodología PAS 2050

Emisiones	Compra de Combustibles
	Uso de combustibles
	Aceites
	Fluorado
	Residuos Orgánicos e Inorgánicos
	Uso del Suelo
	Productos Agrícolas
	Productos Fitosanitarios
	Insumos
	Transporte de Rosas Ecoroses- Aeropuerto
	Transporte Internacional de Materias Primas
	Transporte Nacional de Materias Primas
	Emisiones Directas e Indirectas de N ₂ O
	Emisiones de CO ₂ por urea
	Consumo Energético por electricidad
	Consumo de Agua
Absorciones	Captación de Carbono por el Cultivo

La portada de la calculadora desarrollada bajo la Metodología de cálculo PAS 2050 se encuentra en el anexo 12, la cual corresponde a un archivo en Excel que de igual forma consta en los anexos del presente estudio.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Huella de Carbono calculada con la Metodología GHG Protocol

4.1.1. Emisiones del Alcance 1

El presente estudio ha considerado dentro del Alcance 1 las fuentes directas de emisión generadas por la empresa Ecoroses S.A., incluyendo 12 categorías diferentes tales como: uso de combustibles en fuentes fijas y móviles, uso de aceites, fluorados, residuos orgánicos e inorgánicos, uso del suelo, productos agrícolas y fitosanitarios, transporte de flores, captación de carbono por el cultivo, emisiones directas e indirectas de N₂O y emisiones de CO₂ cuyos resultados se describen a continuación:

Tabla 16.
Fuentes de Emisión que conforman el Alcance 1

Categoría	Emisiones Cultivo (tCO₂eq/año)
Combustibles Fuentes Fijas	433,70
Combustibles Fuentes Móviles	60,97
Aceites	0,89
Fluorados	57,50
Residuos Orgánicos/Inorgánicos	189,56
Uso del Suelo	109,62
Productos Agrícolas	1.703,25
Productos Fitosanitarios	112,20
Transporte Ecoroses- Aeropuerto	5,87
Captación de Carbono por el Cultivo	170,09
Emisiones Directas e Indirectas de N ₂ O	461,76
Emisiones de CO ₂	3,34
TOTAL	2.968,56

En el presente estudio el alcance 1, es decir las emisiones dependientes en un 100% de la actividad propia de la empresa han generado un total de 2.968,56 tCO₂eq/año, es decir 116,41 tCO₂eq/Ha o 2,55 kgCO₂eq/kg de rosa exportada. Lo cual se puede evidenciar en la tabla número 16.

Las fuentes de emisión que mayor cantidad de CO₂eq aportan en el Alcance 1 es el uso de productos agrícolas con el 57,3% de las emisiones, principalmente identificados por los nitratos (81,59%) y en particular por el nitrato de calcio(58,08%), ácidos y sulfatos con el 8,11% y 6,68% respectivamente, lo cual se muestra en la figura 35.

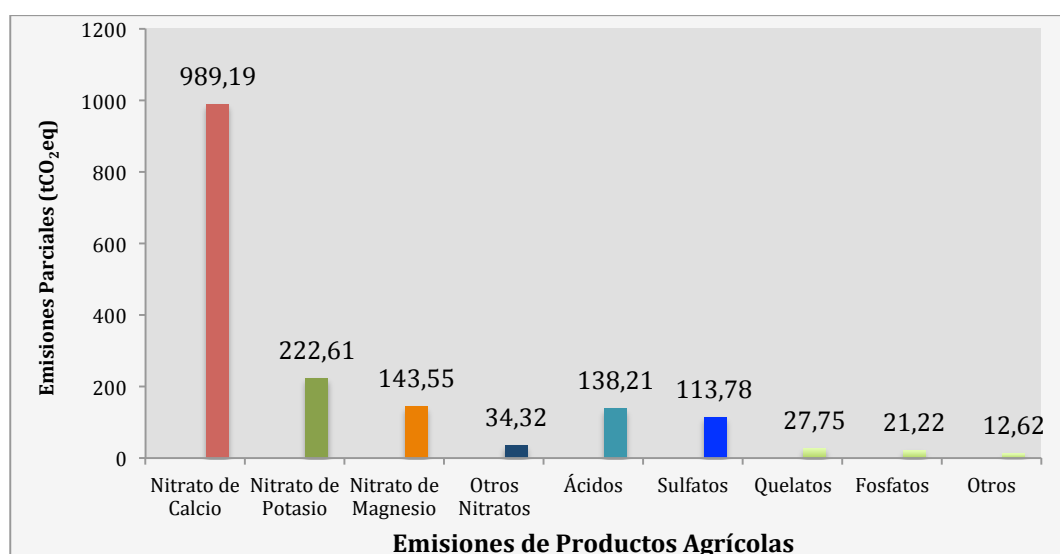


Figura 35. Emisiones de Productos Agrícolas más utilizados en el cultivo de rosas

Seguido por las emisiones directas e indirectas de N₂O con el 15,5% y el uso de combustible en fuentes fijas con el 14,60%. Estos valores se ven reflejados de igual forma en la investigación publicada en la revista Acción Ecológica en el año 2000 sobre el cantón Cayambe en la cual se estipula “La producción de flores necesita alrededor de 80 insumos químicos para su crecimiento; desde el tratamiento del suelo hasta el empaclado” (Acción Ecológica, 2000).

Mientras que las emisiones de CO₂ y uso del aceite son las fuentes de emisión que menos aportan a las emisiones totales del alcance 1 con el 0,11% y 0,02% respectivamente, lo cual se muestra en la figura 36 presentado a continuación:

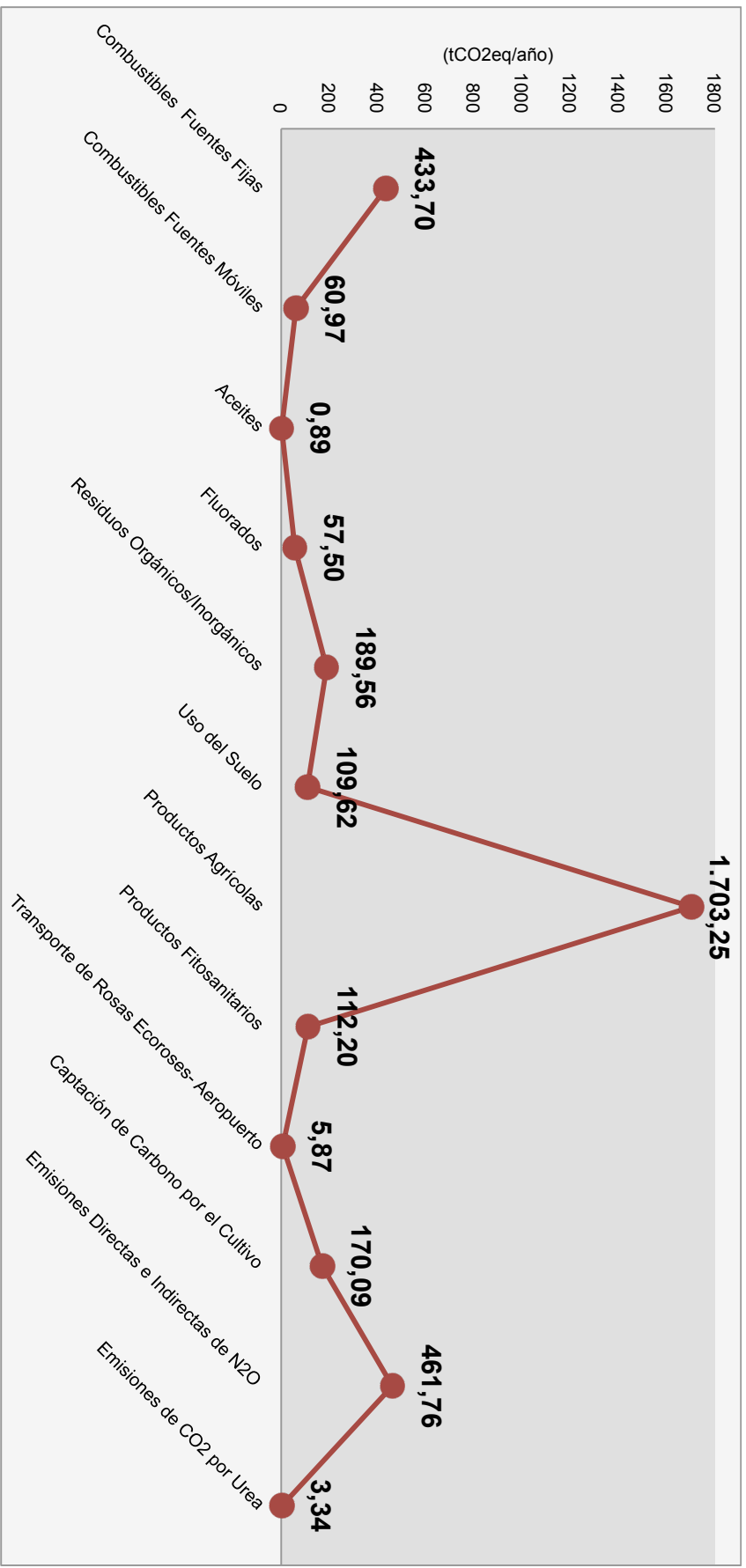


Figura 36. Emisiones del CO₂eq correspondiente al Alcance 1

4.1.2. Emisiones del Alcance 2

El alcance 2 del presente estudio considera únicamente el consumo Energético por electricidad, pues éstas son consideradas emisiones indirectas. Los resultados obtenidos para este alcance se muestran en la tabla 17 presentada a continuación:

Tabla 17.
Fuentes de Emisión que conforman el Alcance 2

Categoría	tCO₂eq/año	Emisiones Cultivo (tCO₂eq/ha)	Emisiones Cultivo (kgCO₂eq/kg de Rosa Exportada)
Consumo Energético por electricidad	606,95	23,8	0,52
TOTAL	606,95	23,8	0,52

Es importante aclarar que las emisiones referentes al consumo energético corresponden únicamente a la energía provista por la red pública al ser esta la única fuente de consumo de la empresa Ecoroses S.A.

4.1.3. Emisiones del Alcance 3

El presente estudio ha considerado dentro del Alcance 3 las fuentes indirectas de emisión generadas por la empresa Ecoroses S.A., en un total de 9 categorías diferentes tales como: compra de combustibles en fuentes fijas, compra de aceites, compra de productos agrícolas, fitosanitarios, insumos, consumo de papel, transporte nacional e internacional de materias primas y Consumo de Agua cuyos resultados se describen a continuación:

Tabla 18.
Fuentes de Emisión que conforman el Alcance 3

Categoría	Emisiones Cultivo (tCO₂eq)
Compra de Combustibles en Fuentes Fijas	64,12
Compra de Aceites	0,39
Compra Productos Agrícolas	0,21
Compra de Productos Fitosanitarios	22,51
Compra de Insumos	435,43
Transporte Internacional de Materia Prima	153,16
Transporte Nacional de Materia Prima	2,64
Consumo de Agua	94,20
Consumo de Papel	0,31
TOTAL	772,97

El alcance 3 contempla las emisiones indirectas generadas fuera de los límites de la empresa, éstas han generado 772,97 tCO₂eq/año, es decir 30,31 tCO₂eq/Ha o 0,67 kgCO₂eq/kg de rosa exportada. Lo cual se puede evidenciar en la tabla número 18.

La compra de insumos es la fuente de emisión que aporta en mayor porcentaje a las emisiones de Gases Efecto invernadero del alcance 3, pues ésta representa el 56,33%. Seguido por el transporte Internacional con el 19,81%. El aporte del transporte internacional es alto debido a que los productos agrícolas y fitosanitarios son importados en un 95%. Los resultados del alcance 3 se presentan en la figura 37 a continuación:

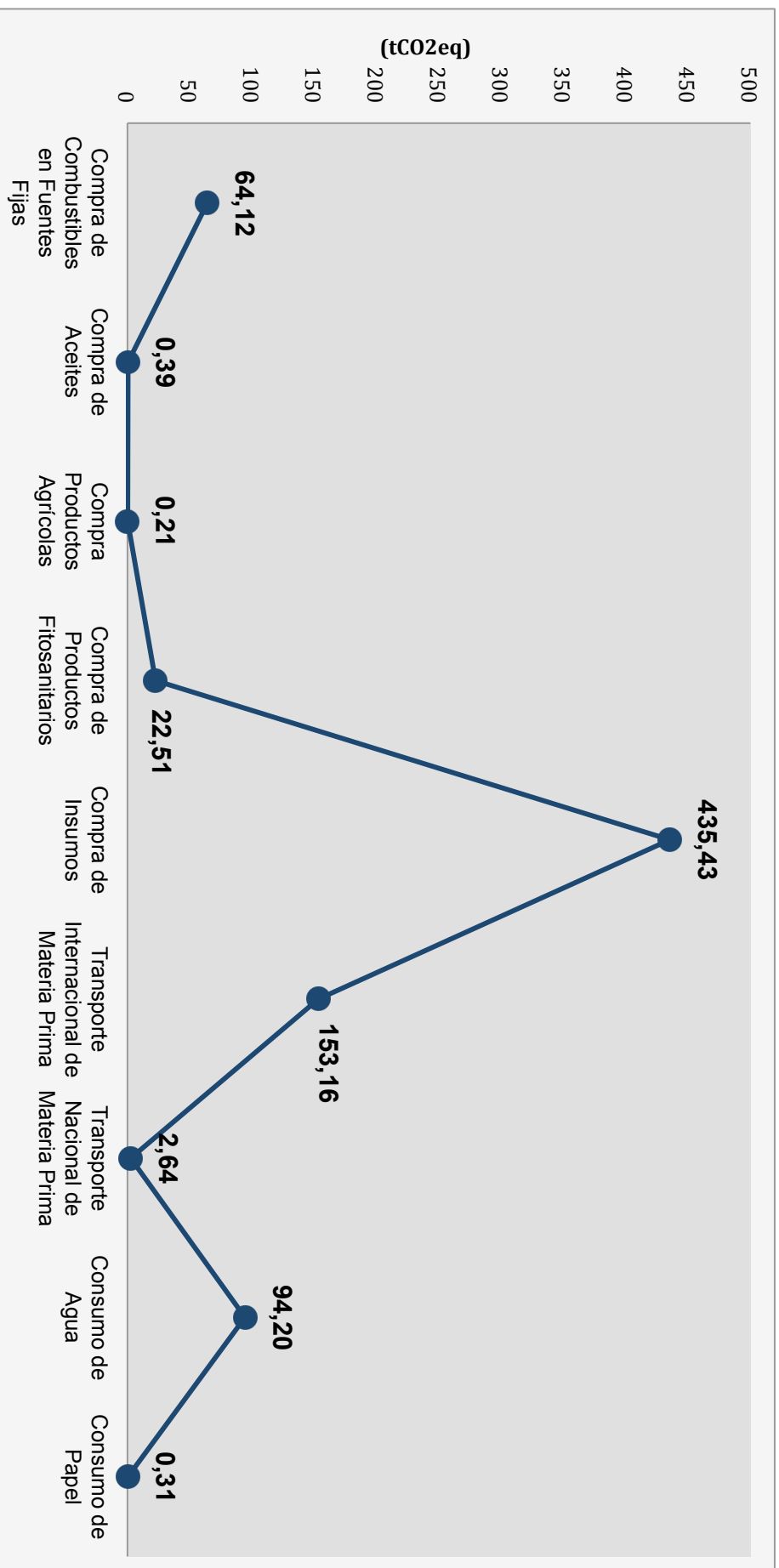


Figura 37. Emisiones del CO₂eq correspondiente al Alcance 3

4.1.4. Emisiones totales de CO₂eq producidas por ECOROSSES con la Metodología GHG Protocol

La Metodología GHG Protocol permite calcular la Huella de carbono del producto identificando las emisiones directas, así como las indirectas y de esta macro clasificación se generan los tres tipos de alcances expuestos en la metodología, por tal razón el resultado final del cálculo de la Huella de Carbono se presenta en la tabla 19 y en la figura 38 mostrados a continuación:

Tabla 19.
Huella de Carbono del Cultivo de Rosas

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)
1	2.968,56	2.968.559,79	116,41	2,56
2	606,95	606.947,98	23,80	0,52
3	772,97	772.969,53	30,31	0,67
TOTAL	4.348,48	4.348.477,30	170,53	3,75

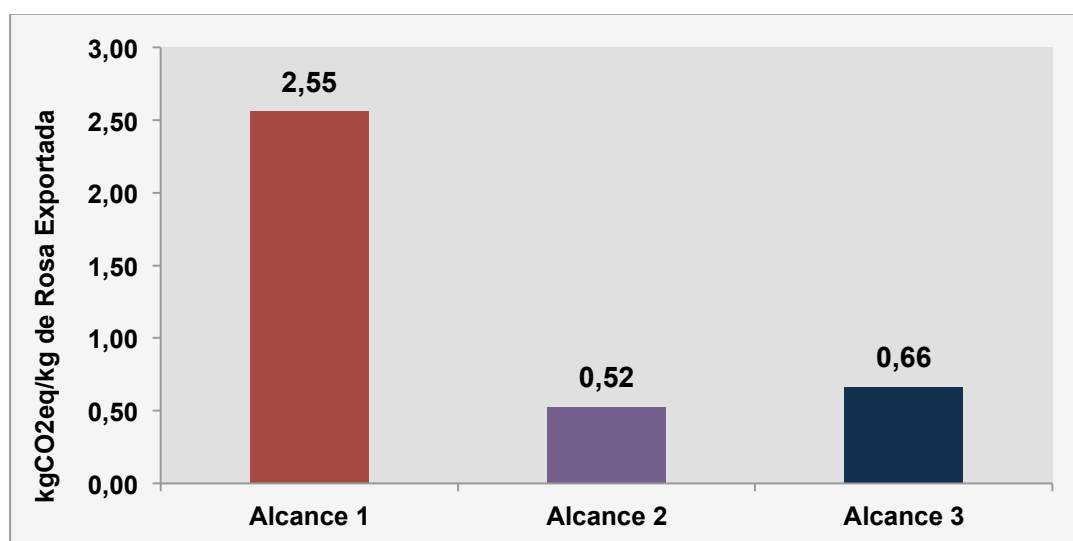


Figura 38. Huella de Carbono del Cultivo de Rosas (kgCO₂eq/kg de Rosa Exportada)

En la figura 38 se muestra que la Huella de Carbono para la Empresa Ecoroses S.A. es de 3,75 kgCO₂eq/kg de rosa exportada considerando que el límite del estudio es de la cuna a la puerta. Siendo el alcance 1 el de mayor impacto, pues este representa el 68,26%, seguido por el alcance 3 con el 17,77% y finalmente el alcance 2 representa solo el 13,97%. El porcentaje de aporte de cada uno de los alcances en el cálculo de la Huella de Carbono de nuestro estudio concuerda con los porcentajes del estudio “La huella de Carbono como herramienta para lograr una producción sostenible en un cultivo de flores ubicado en la Sabana de Bogotá-Colombia”, el cual fue desarrollado bajo la metodología GHG Protocol. Según (Gutiérrez & Montoya, 2014) la huella de Carbono es de 28.774,41 tCO₂eq, siendo para el alcance 1 28.114,75 tCO₂eq, lo cual representa el 97,7%, seguido por el alcance 3 con 659,5 tCO₂eq, es decir 2,29% y finalmente el alcance 2 con 0,15 tCO₂eq o 0,01%. Sin embargo, no se puede realizar una comparación más profunda en cuanto a cantidad de tCO₂eq emitidas por alcance debido a que en el estudio en mención no se estipula de manera clara la unidad de estudio, así como el número de hectáreas analizadas y las toneladas producidas, es decir que este dato está incompleto. Adicionalmente es importante mencionar que este dato se refiere a Flores en general y no únicamente a rosas como es nuestro caso de estudio.

4.2. Huella de Carbono calculada con la Metodología PAS 2050

Como se mencionó en apartados anteriores la metodología PAS 2050 muestra el cálculo de la Huella de Carbono en forma consolidada, es así que en la tabla 20 y en la figura 39 se presenta las fuentes de emisión que intervienen en el cálculo de la Huella de Carbono del Cultivo de rosas.

Tabla 20.

Huella de Carbono del Cultivo de Rosas desarrollado bajo la metodología PAS 2050

Fuentes de Emisión		Emisiones Cultivo (KgCO ₂ eq/kg de Rosa Exportada)	Porcentaje
Emisiones	Compra de Combustibles	0,06	1,42%
	Uso de combustibles	0,43	10,95%
	Aceites	0,00	0,03%
	Fluorado	0,05	1,27%
	Residuos Orgánicos e Inorgánicos	0,16	4,20%
	Uso del Suelo	0,09	2,43%
	Productos Agrícolas	1,47	37,70%
	Productos Fitosanitarios	0,12	2,98%
	Insumos	0,38	9,64%
	Transporte de Rosas Ecoroses- Aeropuerto	0,01	0,13%
	Transporte Internacional de Materias Primas	0,13	3,39%
	Transporte Nacional de Materias Primas	0,00	0,06%
	Emisiones Directas e Indirectas de N ₂ O	0,40	10,22%
	Emisiones de CO ₂ por urea	0,00	0,07%
	Consumo Energético por electricidad	0,52	13,43%
	Consumo de Agua	0,08	2,08%
	TOTAL EMISIONES	3,90	100,00%
Absorciones	Captación de Carbono por el Cultivo	0,15	100,00%
	TOTAL ABSORCIONES	0,15	100,00%
HUELLA DE CARBONO		3,75	kgCO₂eq/kg rosa exportada

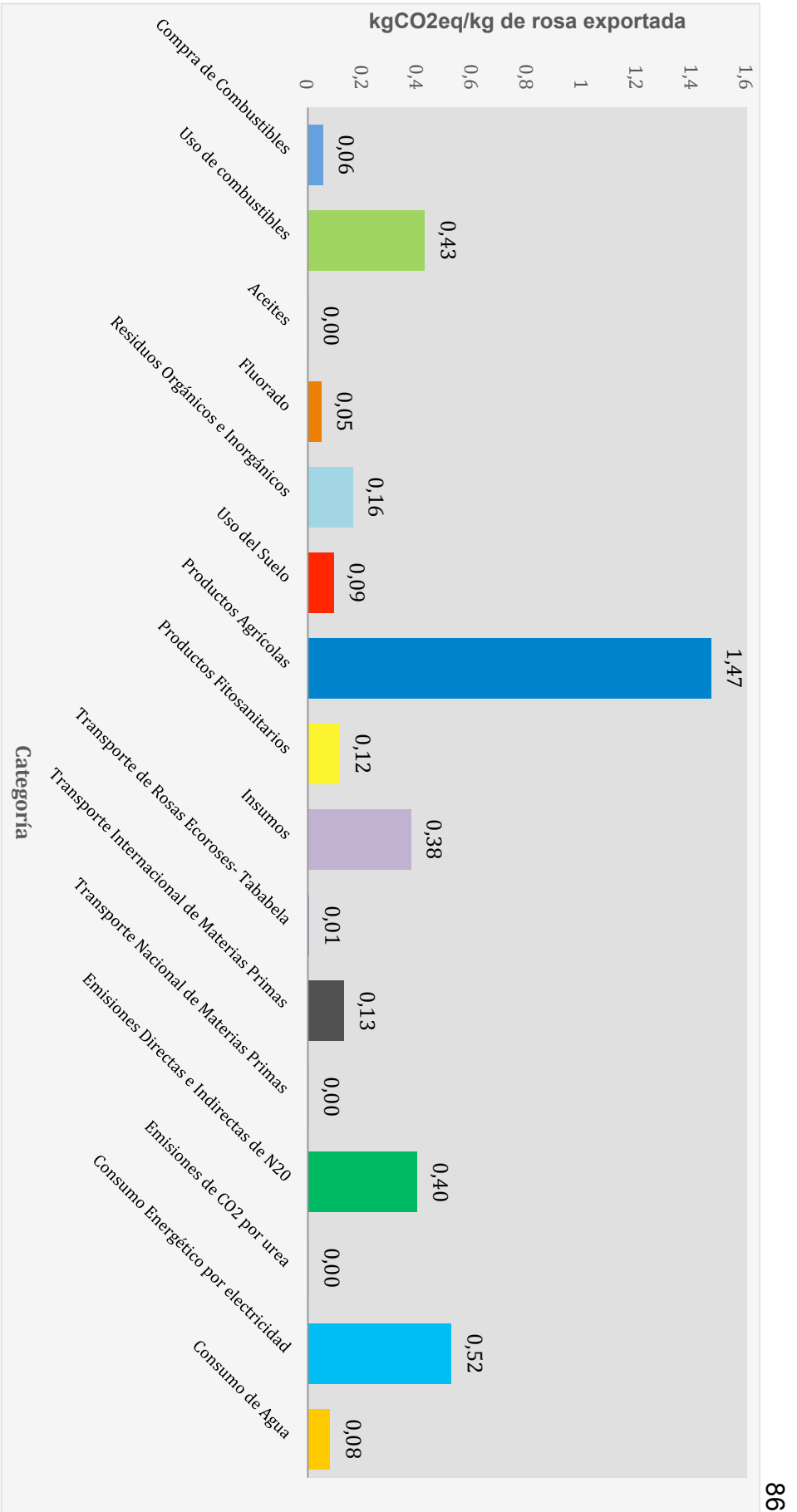


Figura 39. Emisiones de GEI por Categoría por Kilogramo de Rosa Exportada

En la tabla 20 se muestra que el resultado de la Huella de Carbono desarrollada bajo la Metodología PAS 2050 es 3,75 kgCO₂eq/Kg de rosa exportada; al igual que lo que se pudo observar en la tabla 19 en donde se indica exactamente el mismo resultado bajo la Metodología GHG Protocol.

Adicionalmente a esto en la figura 39 se presenta las fuentes de emisión que intervienen en el cálculo, en donde se observa que los productos agrícolas adquiridos y utilizados en el cultivo de rosas en Ecuador representan el 37,70% de la huella de Carbono del cultivo, lo cual es corroborado por el estudio de (Parrado.C, 2011) en donde se estipula *“las emisiones asociadas al sistema productivo, los resultados indican que los puntos críticos se debe al uso de fertilizantes”*; seguido por el consumo energético por electricidad con el 13,43% y el uso o quema de combustibles con el 10,95%. Mientras que los aceites y el transporte nacional de Materias primas son las fuentes que menos aportan a la huella de carbono del cultivo con 0,03% y 0,06% respectivamente.

Al compararlo con el estudio realizado en 8 plantaciones en la Sabana de Bogotá bajo la metodología PAS 2050: 2008 *“Huella de Carbono (HC) en cadenas de suministro de flores de corte colombianas, rosas y claveles, para mercados internacionales”* en donde se conoce que la unidad de estudio es el kilogramo de rosas exportadas, la huella de carbono para rosas de corte reportada por este estudio se encuentra entre 0,61 y 2,30 kg CO₂eq por unidad de estudio considerando los límites del sistema desde la extracción de materias primas hasta la puerta del avión. Al realizar la comparación y considerando los mismos límites del sistema se observa que nuestros resultados son 1,45 veces más altos que los reportados por el estudio colombiano. Esta diferencia en el resultado entre los casos de Colombia y Ecuador se debe principalmente a la diferencia en el número de años que la plantación lleva instalada, que en el caso de Colombia es desde el año 1990, es decir 8 años antes que el caso de Ecuador, y por tanto, por ser una plantación de más de 20 años no se considera el cambio del uso del suelo (IPCC, 2006), además, respecto a la captación de carbono por el cultivo, la

plantación de Colombia corresponde al rango entre 20 y 25 años, pues este estudio fue realizado en el año 2011 por lo que su factor de emisión para esta categoría sería de 3.310,00 kgCO₂/ha mientras que el caso de Ecuador es de 6670,00 kgCO₂/ha, dato calculado con referencia al año 2015. (Rspo GHG Work Group, 2012)

Por otra parte, no se considera el establecimiento del sistema productivo ni la maquinaria utilizada. (Parrado.C, 2011)

Otro aspecto a ser considerado al momento de analizar porqué nuestros resultados son más altos que en el caso de Colombia es sin duda el uso de combustibles en fuentes fijas, es decir el bunker, pues como se mencionó en el presente estudio la empresa Ecoroses cuenta con sistema de calefacción para los invernaderos, esto debido a que la zona en donde se ubica Ecoroses posee una temperatura promedio mínima entre 0,5 °C y 3,7 °C (Inamhi, 2015). El consumo de agua es otra de las fuentes que no ha sido considerada dentro del estudio colombiano; por tanto, si no consideramos las fuentes antes mencionadas en nuestro cálculo el resultado sería 3,14 kgCO₂eq/kg de rosa exportada. A este resultado es importante mencionar que Colombia ha desarrollado ciertos factores de emisión propios del país como es el caso de factores de emisión de fuentes fijas y móviles desarrollado por la Unidad de Planificación Minero Energética y el factor de emisión de energía lo cual también influye en el resultado final; mientras que en nuestro país sólo se cuenta con el factor de emisión del sistema Nacional interconectado correspondiente a electricidad. Además como cita el estudio colombiano las diferencias en el resultado de la Huella de Carbono entre fincas está directamente relacionado con la entrada de materiales, energía y la productividad de rosas por unidad de área, ya que la huella de carbono por unidad funcional es directamente proporcional a estas variables. (Parrado.C, 2011)

En el presente estudio se realizaron las comparaciones dando énfasis a nuestro país vecino Colombia, esto específicamente por ser el segundo país productor de rosas a nivel mundial y nuestra principal competencia comercial por manejar el mismo nicho de mercado.

4.3. Comparación de los resultados obtenidos en el estudio y otros países a nivel Internacional

En el presente estudio se realizó la comparación de los resultados obtenidos para el Cultivo de Rosas en la Empresa Ecoroses con algunos estudios internacionales de productos agrícolas de exportación a nivel mundial, la discusión de los resultados se presenta a continuación:

Para el caso del cultivo de rosas se ha investigado el estudio de (Soode, et.al, 2015) en donde se presenta el resultado de la Huella de Carbono de rosas producidas bajo invernadero, considerando un límite del estudio de la cuna a la tumba y desarrollado bajo la Metodología PAS 2050. Este estudio posee como unidad funcional 10 tallos de rosas cortadas y se utilizó los factores de emisión de Ecoinvent v 2.2. y un Potencial de Calentamiento Global para 100 años (IPCC, 2007). Según este estudio la Huella de Carbono del cultivo de rosas está en el rango de 0,6 – 21,6 kgCO₂eq/unidad funcional, en donde se identifican como puntos críticos el uso de fertilizantes, embalaje, compostaje, plástico usado en el producto y transporte.

Según (Soode, et.al, 2015), la rosa holandesa cultivada en invernaderos con gas natural (Williams, 2007) producía el doble de huella de carbono que la rosa de los invernaderos alemanes con calefacción a base de carbón. Mientras que al comparar los resultados de la Huella de Carbono de rosas holandesas con los de Kenia, resulta que la huella de los holandeses es seis veces más alta. Esto demuestra que la Huella de Carbono de un mismo producto puede ser muy variable, pues esta depende

enormemente del sistema de producción y en menor medida de la metodología de cálculo.

Adicionalmente se analiza el estudio de la Universidad de Cranfield, en Inglaterra, el cual determina que 12.000 rosas de Kenia son capaces de emitir casi 6.000 kilogramos de CO₂, mientras que la misma cantidad de rosas procedente de Holanda es responsable de unos 35.000 kilogramos de este gas. (Ecología hoy, 2013).

Por otro lado, se ha realizado la comparación de la Huella de Carbono del cultivo de rosas con las Huellas de carbono calculadas en productos internacionales pero que también son de interés nacional para el Ecuador como es el caso de la leche, aceite de palma, miel, arroz, banano y cacao, las mismas que se presentan de manera resumida a continuación:

La huella de Carbono de los productos lácteos en Canadá desarrollado por (Verge, et.al, 2013) bajo la metodología Canadian Food Carbon Footprint Calculator, cuyo límite del sistema es de puerta a puerta, afirma que la mayoría de las Huellas de Carbono de productos lácteos oscila entre 1 y 3 kgCO₂eq/kg de producto; sin embargo, tres de ellos tienen la Huella de Carbono más alta y éstos son: Queso (5,3 kgCO₂eq/kg); Mantequilla (7,3 kg CO₂eq/kg) y leche en polvo (10,1 kgCO₂eq/kg). Es importante aclarar que la Huella de Carbono de lácteos depende del volumen de leche, la asignación de productos y la cantidad de energía utilizada en el proceso de manufactura.

En lo que respecta a la producción colombiana del Aceite de Palma se determinó la Huella de carbono a través del uso Technical Standard NTC 6000, cuya unidad funcional es 1 tonelada. Los factores de emisión utilizados fueron extraídos de la base de datos Ecoinvent y Simapro 7.0 software. Como resultado del estudio se obtuvo que 1 tonelada de aceite de palma produce 606,00 kgCO₂eq, mientras que las fases que aportan mayor cantidad de emisiones en la fase del cultivo del aceite de palma son: uso de

fertilizantes químicos nitrogenados, transporte de racimos para procesar en la planta, cambio del uso del suelo y energía usada. (Rivera, et.al, 2017). Mientras que según (Echeverría, 2010) la Huella de Carbono para el cultivo de palma en Ecuador es de 0,0159 kgCO₂eq/kg de Racimo de Fruta.

En lo que corresponde a la Huella de Carbono de la Producción de Miel, Argentina es el tercer productor a nivel mundial, debido a que exporta el 95% de su producción, el estudio desarrollado por (Mujica, et.al, 2016) manifiesta que la Huella de Carbono desarrollada bajo la norma ISO 14040 es de 2,5 ±0,17 kgCO₂eq/kg de miel, siendo el proceso de extracción el responsable del 90,7% de la Huella.

Mientras que la Huella de Carbono del cultivo de arroz medida en 5 distritos productores en China considerando el ciclo de vida del cultivo y utilizando datos estadísticos gubernamentales establece un valor promedio de 1.920,89 kg CO₂eq/t de arroz. (Xiaoming, et.al, 2013)

Finalmente, en lo que respecta al Ecuador se ha realizado el estudio “Medición de la Huella de Carbono de las Exportaciones de Alimentos en Ecuador. Diciembre 2014 - Enero 2016” por parte de Pro Ecuador con el apoyo económico de CAF- Banco de Desarrollo de América Latina. Mediante el cual se analizó las Huellas de Carbono en empresas vinculadas a la explotación en las cadenas de banano, cacao, chocolate y atún. Sin embargo, el presente estudio se va a centrar en el banano y el cacao por ser cultivos como la rosa y no productos elaborados tales como el chocolate y atún.

El resultado de (CORPEI, 2016) para el cultivo de Banano muestra que la Huella de Carbono media del sector en base a las seis empresas con las que se ha trabajado en el proyecto piloto es de 0,45 kg CO₂eq/kg de banano exportado, siendo la fase de procesamiento la que aporta con el 45%, seguido por la fase de cultivo con el 34% y la distribución con el 21%.

Mientras que en el tema del cacao seco la Huella de Carbono media del sector en base a las cuatro empresas con las que se trabajó en el proyecto piloto es de 1,80 kg CO₂eq/kg de cacao exportado, siendo la fase del cultivo la que aporta con el 80%, mientras que el 20% restante equivale a la postcosecha y distribución (CORPEI, 2016).

La comparación de productos considerando la misma unidad de kg de producto exportado, muestra que la huella de carbono del cultivo de rosas en Ecoroses-Ecuador duplica a la del cacao seco y es más de 8 veces mayor que la huella del banano nacional. Es también 1.5 veces mayor que la huella de carbono de la miel argentina pero sin embargo es menor que la del Queso de Canadá, casi la mitad que la huella de la mantequilla y 2.7 veces menor que la leche en polvo producida en Canadá.

Según (Parrado.C, 2011) en lo que respecta a los resultados es importante mencionar que a nivel internacional no existe una normativa o regla de validez, pues puede ser que los resultados de la huella de carbono de un mismo producto no sean equiparables debido a las diferencias de aplicación de metodologías, incluidos allí los factores de emisión utilizados en el cálculo.

5. PROPUESTA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA REDUCIR LAS EMISIONES DE CO₂ EN LA EMPRESA ECOROSSES S.A.

Como se determinó en secciones anteriores el cálculo de la Huella de Carbono para la empresa Ecoroses fue de 3,75 kgCO₂eq/kg de rosa exportada, razón por la cual el presente estudio presenta una propuesta de buenas prácticas ambientales, las mismas que tienen por objetivo reducir la Huella de Carbono. Es importante mencionar que la propuesta desarrollada se encuentra acorde a las condiciones propias de la empresa.

Por tal razón una vez analizados los resultados obtenidos y considerando las 3 principales fuentes de emisión, así como las condiciones en las cuales se desarrolla la actividad y por ende la viabilidad de la implementación de éstas en la empresa, se analizaron las siguientes alternativas:

- **Uso de Fertilizantes Orgánicos**

Este tema fue seleccionado como medida para reducir la Huella de Carbono que genera la empresa Ecoroses, debido a que los productos agrícolas aportan con el 37,7% de emisiones como se observó en el apartado de resultados, convirtiéndose así en la mayor fuente de emisión de gases efecto invernadero.

Sin embargo en el presente estudio se propone utilizar cepas de bacterias fijadoras de nitrógeno tales como *Rhizobium*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Agrobacterium*, entre las más conocidas. Así como los factores de transcripción NF-Y los cuales son proteínas que intervienen en el proceso de simbiosis que se da entre un tipo de bacterias fijadoras de nitrógeno y un tipo de plantas leguminosas, lo cual es una fuente de nitrógeno alternativa a los fertilizantes de origen químico. (Universidad Pública de Navarra, 2016)

Así como sustituir el uso de productos agrícolas por otros que sean del grupo de químico inorgánico nitrogenado, ya que éstos tienen menor factor de emisión que los fertilizantes orgánicos.

- **Utilización del Mantillo y Reciclaje de Residuos**

Mantillo (abono natural resultante de la descomposición y fermentación de restos vegetales, compost, tuba y estiércol) y reciclaje de residuos orgánicos (plantas leñosas, herbáceas cosechadas o malezas). Con esta práctica se evita la degradación del suelo, así como mantiene su temperatura y la pérdida del agua. Se afirma que la aplicación de residuos agrícolas mitiga una medida de 0,33 tCO₂eq/ha por año. (Ministerio del Ambiente, 2015)

- **Sistema o Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE)**

Práctica que consiste en bases ecológicas en donde los ecosistemas de las plagas son controladas; esta técnica ayuda a producir cosechas más sanas, reduce el costo de insumos y evita la contaminación de suelos y agua. (Ministerio del Ambiente, 2015)

- **Uso de Aguas Residuales y biofertilizantes**

Otra alternativa de disminución del uso de fertilizantes químicos es el uso de aguas residuales, pues estas son ricas en amoníaco y fosfatos; esto ha sido analizado por ciertos países tales como: Estados Unidos, Canadá, Países Bajos y Alemania, en donde se utiliza reactores para cristalizar los fertilizantes que contiene el agua residual a través del tratamiento de fangos biológicos que se producen durante la depuración. (Rama, 2013)

Finalmente (Espinoza, 2009) afirma que en el Ecuador se consideró como una alternativa viable la utilización de fuentes orgánicas para la elaboración de biofertilizantes líquidos a base de estiércol vacuno y caprino.

- **Consumo de Energías Alternativas y ahorro energético**

El uso de energía eléctrica de fuentes no renovables contribuye a la huella de Carbono de Ecoroses con el 13,43%, lo cual ha llevado a proponer como medida de mitigación el uso de fuentes de energía renovables, sin embargo es importante mencionar que según el INEC sólo el 8,23% de la energía consumida en las empresas del Ecuador es renovable, siendo de este tipo de energía la generada por Biomasa la más utilizada con el 83,4%. (INEC, 2017). Sin embargo este tipo de energía podría ser producida por la empresa en estudio debido a que puede aprovechar la generación de biomasa vegetal o seca (troncos, ramas, tallos, frutos y residuos vegetales) originados como residuos del manejo del cultivo de rosas. Siendo la energía contenida en la Biomasa seca de fácil aprovechamiento a través de procesos termoquímicos como la combustión, pirolisis y gasificación. En este proceso se utiliza calderas donde el material se quema poco a poco y se genera cenizas como subproducto y este puede ser utilizado como abono.

Adicionalmente a esto se podría establecer como alternativa el uso de energía solar, a través de la colocación de placas fotovoltaicas en la cubierta de la empresa, sin embargo, hay que considerar el costo de la instalación y el tiempo de durabilidad de la misma.

En la situación actual a la empresa le resulta muy complicado modificar el origen de la energía eléctrica que utiliza, sin embargo, Ecoroses S.A. puede trabajar en medidas de eficiencia y ahorro energético para reducir sus emisiones correspondientes al alcance 2, tales como: establecer un plan de iluminación eficiente con la implementación de focos fluorescentes compactos (focos ahorradores) en toda la empresa y establecer un

programa para que todos los electrodomésticos utilizados en la empresa correspondan a la categoría A, la cual es tecnología más eficiente, que consume cuatro veces menos.

- **Disminución de Combustibles Fósiles**

La compra y uso de combustibles fósiles en la Huella de Carbono de Ecoroses representa el tercer rubro que mayor cantidad de emisiones aporta según este estudio, superando el 10% de las emisiones. Esto se da principalmente debido a la gran cantidad de Bunker utilizado en el uso del caldero para incrementar la temperatura de los invernaderos. Razón por la cual se recomienda tratar de reducir el uso de combustibles fósiles y por otra parte, sustituirlos progresivamente por biocombustibles, que para el caso de Ecuador existen la gasolina Eco país (conformada por el 5% de etanol de caña de azúcar + 95% de gasolina base) y el biocombustible de palma aceitera (PRO ECUADOR, 2013), sin embargo es importante considerar el costo que esto implicaría para la empresa.

Adicionalmente a las medidas anteriores, es importante que Ecoroses promueva actividades que permitan capturar carbono tales como la reforestación de zonas degradadas, pues a manera que las plantas vayan creciendo esto implica que captarán el CO₂.

La implementación de estas alternativas de reducción expuestas en los puntos anteriores conducirá a la empresa a mejorar principalmente su competitividad tanto Nacional como Internacional, asegurando la preferencia de sus clientes a nivel internacional pues la Huella de Carbono en la actualidad es un requisito para ingresar a los mercados europeos. El cálculo de la Huella de Carbono conduce a disminuir el riesgo de enfrentar barreras proteccionistas en los principales mercados de destino de las exportaciones en países industrializados. (CEPAL, 2013)

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Del presente estudio se determina que la Huella de Carbono para el cultivo de rosas desarrollada bajo las Metodologías GHG Protocol y PAS 2050 con un límite del sistema de la cuna a la puerta y desarrollado bajo las condiciones de producción de la Empresa Ecoroses S.A fue de 3,75 kgCO₂eq/kg de rosa exportada en el año 2015.
- Las variables de estudio que presentaron mayor influencia en el cálculo de la Huella de Carbono del cultivo de rosas fueron los productos agrícolas con el 37,7%; seguido por el consumo energético por electricidad con el 13,3% y los combustibles fósiles con el 10,95%.
- Las metodologías utilizadas en el presente estudio fueron GHG Protocol y PAS 2050, cuya principal diferencia radica en la forma de agrupación de las fuentes emisión, pues en el presente estudio se observa claramente que la Metodología GHG Protocol presenta una distribución de tres tipos de alcances clasificando de esta forma a las emisiones en directas e indirectas; mientras que la Metodología PAS 2050 muestra el cálculo de la Huella de Carbono de una manera general, es decir no existe agrupamientos, sin embargo, PAS 2050 permite identificar de una forma más directa las fuentes de emisión que mayor porcentaje de aportación contribuyen a la Huella de Carbono.
- En lo que respecta a los resultados expuestos en el presente estudio es importante considerar que éstos no representan la Huella de Carbono del cultivo de rosas en Ecuador, pues el presente estudio se ha desarrollado en una sola empresa que no necesariamente reúne

todas las condiciones de producción del sector floricultor ecuatoriano. Adicionalmente a esto se debe considerar que el cálculo de la Huella de carbono va a depender directamente de las entradas y salidas de materias primas y productividad por área de cultivo.

- Al comparar nuestros resultados con otros productos, observamos que la huella de carbono del cultivo de rosas en Ecoroses-Ecuador duplica a la del cacao seco y es más de 8 veces mayor que la huella del banano nacional. Es también 1.5 veces mayor que la huella de carbono de la miel argentina pero sin embargo es menor que la del Queso de Canadá, casi la mitad que la huella de la mantequilla y 2.7 veces menor que la leche en polvo producida en Canadá.
- Los beneficios que posee el cálculo de la Huella de Carbono es determinar las cantidades de emisiones de gases efecto invernadero que genera la empresa y establecer estrategias para controlar, mitigar y reducir los impactos ambientales que se ha generado.
- Las consideraciones ambientales sobre los productos agrícolas juegan un papel cada vez más importante, lo que ha hecho que conceptos como “millas por flores” se hayan posicionado en mercados internacionales como los europeos.

6.2. Recomendaciones

- Es recomendable se realice estudios referente al desarrollo de factores de emisión propios del país, pues como se puede observar en el presente estudio se utilizó factores de emisión estandarizados generados por el IPCC y Database Ecoinvent v 2.2 y 3, debido a la inexistencia de factores de emisión nacionales.

- Es importante que los gremios asociados de floricultores en el país tales como EXPOFLORES trabajen en conjunto con el Ministerio de Agricultura, Acuacultura y Pesca (MAGAP), así como con la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI) y el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO) en el desarrollo de una calculadora de Huella de Carbono para el cultivo de rosas, pues nuestro país es el tercer exportador a nivel Mundial y la inexistencia de este cálculo podría ocasionar la pérdida del mercado consumidor.
- Se recomienda enfáticamente que se considere la implementación de las propuestas de buenas prácticas ambientales para reducir las emisiones de CO₂ que genera la Empresa Ecoroses S.A., en concreto, el uso de fertilizantes orgánicos, control biológico de plagas, biofertilizantes, energías renovables, ahorro energético y biocombustibles.
- Es fundamental realizar el cálculo de la Huella de Carbono de forma continua, es decir anualmente, para de esta manera poder monitorear la generación de gases efecto invernadero ocasionadas por la actividad del cultivo de rosas y así analizar en qué medida han contribuido las buenas prácticas ambientales a la disminución de la Huella de Carbono

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acción Ecológica. (2000). Las flores del Mal: Las floricultoras y su Crecimiento Acelerado. *Acción Ecológica* , 1-11.
- Acción Ecológica. (2000). Las Flores y sus espinas: Impactos Sociambientales de los Cultivos de Flores. *Acción Ecológica* , 7.
- Andrade, A., & Défaz, G. (2012). *Cálculo de la Huella Ecológica de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) Edificio Matriz A Y B, y la Unidad de Operaciones Norte de Saneamiento*. Quito: s/n.
- Asamblea Nacional República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Recuperado el 19 de 01 de 2016, de Asamblea Nacional República del Ecuador: http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Asociación Española para la Calidad. (2013). *Huella de Carbono*. Recuperado el 20 de 04 de 2016, de Asociación Española para la Calidad-Comité de Medio Ambiente: http://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=c25fc97e-13e8-47b1-bd9d-1d2a28a50e9f&groupId=10128
- Banco Central del Ecuador. (2016). *Información Estadística Mensual N1970, Abril 2016*. Recuperado el 11 de 05 de 2016, de Banco Central del Ecuador: <http://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/bolmensual/IEMensual.jsp>
- Cambio Climático Global. (2013). *Efecto Invernadero*. Recuperado el 03 de 11 de 2016, de Cambio Climático Global: <http://cambioclimaticoglobal.com>
- Cazar, W. (2016). Proceso de fertirrigación en la Empresa
- CEPAL. (2013). *Huella Ambiental en las exportaciones de alimentos de América Latina: normativa internacional y prácticas empresariales*. Recuperado el 06 de 06 de 2017, de CEPAL:

http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4083/S2013303_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- CEPAL. (2013). *Prácticas Públicas y Privadas para reducir las Huellas Ambientales en el Comercio Internacional*. Recuperado el 29 de 06 de 2017, de CEPAL: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37091/S1420337_es.pdf;jsessionid=E9F6BC7121D9C8D65693483BA394BEB3?sequence=1
- CEPAL. (2012). *Huella ambiental en las exportaciones de alimentos de América Latina: normativa internacional y prácticas empresariales*. Recuperado el 04 de 06 de 2017, de CEPAL: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4083/S2013303_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y.29
- Consejo para la Defensa de Recursos Naturales. (2006). *Las soluciones al calentamiento global están a nuestro alcance*. Recuperado el 20 de 05 de 2016, de laondaverde: http://www.laondaverde.org/laondaverde/globalWarming/gw_broch.pdf
- CORPEI. (2016). *Medición de la Huella de Carbono de las Exportaciones de Alimentos en Ecuador*. Quito-Ecuador: factorCO₂.
- Daly, H. (1968). On Economics as a Life Science. *Journal of Political Economy*. *Scielo* (76), 392-406.
- De Castro, M. (2015). El Cambio Climático es una Teoría Científica. *El País*, págs. 1-4.
- Earth System Research Laboratory. (2017). *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*. Recuperado el 12 de 06 de 2017, de Earth System Research Laboratory- Global Monitoring Division: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>
- Echeverría, A. N. (2010). *Generación de una Metodología local para el cálculo de la huella de Carbono de la producción de aceite crudo y refinado de palma en Ecuador*. Quito: s/n.
- EcologíaHoy. (2013). *Las rosas son grandes emisoras de CO₂*. Recuperado el 21 de 06 de 2017, de EcologíaHoy: <http://www.ecologiahoy.com/las-rosas-son-grandes-emisoras-de-co2>

- Economía y Finanzas Internacionales. (2014). *Vistazo a un país- Caso florícolas de Cayambe*. Recuperado el 27 de 07 de 2016, de Economía y Finanzas Internacionales-Proyecto Académico de la Facultad de Economía: <http://www.puce.edu.ec/economia/efi/index.php/economia-internacional/14-competitividad/157-vistazo-a-un-pais-caso-florícolas-de-cayambe>
- Ecoroses S.A. (2006). *Labores de Cultivo*. Recuperado el 02 de 10 de 2016, de Ecoroses S.A. Premium Quality: <http://www.ecoroses.com.ec/es/>
- Ecoroses S.A. (2016). *Plantas en Formación*. Recuperado el 08 de 10 de 2016, de Ecoroses Premium Quality: <http://www.ecoroses.com.ec/es/>
- Ecoroses S.A. (2016). *Plantas en Formación*. Recuperado el 08 de 10 de 2016, de Ecoroses Premium Quality: <http://www.ecoroses.com.ec/es/>
- Ecoroses S.A. (2008). *Proceso de Cosecha*. Recuperado el 02 de 10 de 2016, de Ecoroses Premium Quality: <http://www.ecoroses.com.ec/es/>
- Ecoroses S.A. (2008). *Clasificación de Flor*. Recuperado el 21 de 10 de 2016, de Ecoroses S.A Premium Quality: <http://www.ecoroses.com.ec/es/>
- Ecoroses S.A. (2008). *Clasificación de Flor*. Recuperado el 21 de 10 de 2016, de Ecoroses S.A Premium Quality: <http://www.ecoroses.com.ec/es/>
- Ecoroses. (2008). *Buncheo*. Recuperado el 21 de 10 de 2016, de Ecoroses S.A Premium Quality: <http://www.ecoroses.com.ec/es/>
- Ecoroses. (K. Guallasamin, Entrevistador)
- Ecuador Oficial. (2015). *Las Flores abundan en el Ecuador*. Recuperado el 24 de 03 de 2016, de Ecuador Oficial.com: <http://www.ecuador.com/espanol/blog/las-flores-abundan-en-el-ecuador/>

- Espinoza, Y. (2009). Efecto de la Alimentación Animal sobre la actividad microbiana de los estiércoles usados como fertilizantes. *Zootecnia Tropical* , 0798-7269.
- Expoflores. (2015). *Informe de los Principales Exportadores de Flores 2015*. Retrieved 19 de 05 de 2016 from Expoflores: <http://es.slideshare.net/florecuador/informe-principales-exportadores-de-flores-2015>
- Fainstein, R. (1997). *Manual para el Cultivo de Rosas en Latinoamérica*. Quito, Pichincha, Ecuador: Ecuoffset Cía Ltda.
- Frohmann, et.al. (2013). *Huella de Carbono y Exportaciones de Alimentos, Guía Práctica*. Santiago, Chile: s/n.
- GHG Protocol.Org. (2011). *Quantifying the Greenhouse Gas Emissions of Products PAS 2050 & the GHG Protocol Product Standard*. Recuperado el 08 de 06 de 2016, de www.ghgprotocol.org:
<http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/GHG%20Protocol%20PAS%202050%20Factsheet.pdf>
- Global Footprint Network. (2015). *Calculador de la Huella*. Recuperado el 08 de 01 de 2016, de Global Footprint Network *advancing the science of sustainability*: <http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/calculators/>
- Grupo El Comercio. (2015). El 2015 es un año de ajustes para el Sector floricultor ecuatoriano. *Diario El Comercio* , p. 16.
- Grupo El Comercio. (2015). El 2015 es un año de ajustes para el Sector floricultor ecuatoriano. *Diario El Comercio* , p. 16.
- Gutiérrez, F., & Montoya, L. (2014). La huella de Carbono como herramienta para lograr una producción sostenible en un cultivo de flores ubicado en la Sabana de Bogotá-Colombia. *Revista de Tecnología* , 73-86.
- Hernández, E. (2001). *El Efecto Invernadero*. Recuperado el 10 de 06 de 2016, de www.aie.org:
<http://www.aie.org.ar/downloads/invernadero.pdf>

- Inamhi. (2015). *Emas*. Recuperado el 27 de 06 de 2017, de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología: <http://186.42.174.236/InamhiEmas/#>
- INEC. (2017). *Información Ambiental Económica en Empresas*. Recuperado el 29 de 06 de 2017, de Instituto Nacional de Estadística y Censos: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/EMPRESAS/Empresas_2015/Presentacion_Modulo_Ambiental_Empresas_2015.pdf
- IPCC. (2014). *Cambio Climático 2014- Mitigación del Cambio Climático*. Recuperado el 14 de 05 de 2016, de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/WG3AR5_SPM_brochure_es.pdf
- IPCC. (2014). *Cambio Climático 2014- Mitigación del Cambio Climático*. Recuperado el 14 de 05 de 2016, de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/WG3AR5_SPM_brochure_es.pdf
- IPCC. (2014). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Recuperado el 30 de 07 de 2016, de Cambio Climático 2013: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_final_Spanish.pdf
- IPCC. (2003). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Recuperado el 12 de 05 de 2016, de Cambio Climático y Biodiversidad: <file:///C:/Users/rnkguallasamin/Desktop/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>
- IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero*. Recuperado el 31 de 05 de 2017, de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish\(pdf/2_Volumen2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish(pdf/2_Volumen2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf)

- IPCC. (2007). *Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Contribution of working Groups I, II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Recuperado el 2017 de 06 de 28, de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm
- Maldonado, P. (2016). Nudos Territoriales Críticos en Ecuador: Dinámicas, Cambios y Límites en la reconfiguración territorial del Estado. *Geographos*, 7, 66-103.
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Decreto Ejecutivo 1815_Rafael Correa Delgado*. Recuperado el 05 de 07 de 2017, de Ministerio del Ambiente: http://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/11120.PDF_DECRET_O_1815_Declaración_de_politica_de_estado_la_adaptación_y_mitigacion_al_cambio_climatico_Direccion_de_Cambio_Climatico.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Estrategía Nacional de Cambio Climático del Ecuador*. Recuperado el 14 de 06 de 2017, de Ministerio del Ambiente: http://www.amazonia-andina.org/sites/default/files/estrategia_nacional_de_cambio_climatico.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2004). *Ley de Gestión Ambiental, Codificación*. Recuperado el 19 de 01 de 2016, de Ministerio del Ambiente: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/Ley-de-Gestion-Ambiental.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Factor de Emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador*. Recuperado el 05 de 06 de 2017, de Ministerio del Ambiente: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/Factor-de-emisi%C3%B3n-2013-Publicado.pdf>

- Ministerio del Ambiente. (2015). *Cambio Climático y Uso de la Tierra*. Quito: s/n.
- Ministerio del Ambiente. (2011). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*. Recuperado el 29 de 07 de 2016, de Ministerio del Ambiente: <http://web.ambiente.gob.ec/?q=node/1664>
- Moreno, J. (2013). *Un nuevo récord en las emisiones de CO₂ que ya no podemos ignorar*. Retrieved 30 de 06 de 2017 from Materia: <http://esmateria.com/2013/05/12/un-nuevo-record-en-las-emisiones-de-co2-que-ya-no-podemos-ignorar/>
- Mujica, et.al. (2016). Carbon footprint of honey produced in Argentina. *ELSEVIER* , 50-60.
- Naciones Unidas. (2015). *Convención Marco sobre el Cambio Climático*. Recuperado el 29 de 07 de 2016, de Naciones Unidas: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>
- Naciones Unidas. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado el 12 de 05 de 2016, de Naciones Unidas: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Naciones Unidas. (2008). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado el 30 de 07 de 2016, de Naciones Unidas: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- NEC. (2016). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua* . Recuperado el 08 de 10 de 2016, de Instituto Nacional de Estadística y Censos: http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2014-2015/2015/2015/Presentacion%20de%20resultados%20ESPAC_2015.pdf
- Parrado.C. (2011). Huella de Carbono (HC) en cadenas de suministros de flores de corte colombianas, rosas y claveles, para mercados internacionales. *Asocolflores* , 1-9.
- Plasmann et.al. (2010). Methodological complexities of product carbon footprinting: a sensitivity analysis of key variables in a developing country context. *SciELO-Chile* (13), 393-404.

- PRO ECUADOR. (2013). *Biocombustibles*. Recuperado el 29 de 06 de 2017, de Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones: <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/06/Perfiles-de-Inversiones-Promocion-de-Inversiones/Perfiles-de-Inversion/Biocombustibles.pdf>
- PROECUADOR. (2015). *Exportadores*. Recuperado el 22 de 03 de 2016, de Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones: http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/07/PROEC_AS2013_FLORES.pdf
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Ecuador*. Retrieved 12 de 05 de 2016 from Objetivo 13: Acción Climática: <http://www.ec.undp.org/content/ecuador/es/home/post-2015/sdg-overview/goal-13.html>
- Rama, E. (2013). *Aguas Residuales, una alternativa sostenible a los fertilizantes*. Recuperado el 29 de 06 de 2017, de IAGUA: <https://www.iagua.es/blogs/elena-rama/aguas-residuales-una-alternativa-sostenible-los-fertilizantes>
- Rivera, et.al. (2017). Carbon footprint of the production of oil palm (*Elaeis guineensis*) fresh fruit bunches in Colombia. *ELSEVIER* , 743-750.
- Rspo GHG Work Group. (2012). Recuperado el 01 de 07 de 2017, de Rspo GHG Work Group: <https://www.rspo.org/about/who-we-are/working-groups>
- Ruiz, R. (2011). *Situación actual de los bosques: retos y oportunidades. Los bosques y su efecto sumidero de carbono*. Santander-España: s/n.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2008). La Huella de Carbono del Argentino Promedio. *Cambio Climático Ambiental* , 1-16.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2014). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*. Retrieved 12 de 05 de 2016 from

Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017:
<http://www.buenvivir.gob.ec/>

- Sociedad Pública de Gestión Ambiental Alameda de Urquijo. (2009). *Análisis del Ciclo de Vida y Huella de Carbono*. Recuperado el 04 de 04 de 2016, de Euresp_plus: <http://www.euresp-plus.net/sites/default/files/resource/Análisis%20de%20ciclo%20de%20vida%20y%20huella%20de%20carbono.pdf>
- Soode, et.al. (2015). Carbon footprints of the horticultural products strawberries, asparagus, roses and orchids in Germany. *ELSEVIER* , 168-179.
- Universidad Pública de Navarra. (2016). *Alternativas al Uso de Fertilizantes Nitrogenados en la Agricultura*. Recuperado el 29 de 06 de 2017, de Universidad Pública de Navarra: <http://www.unavarra.es/actualidad/noticias?contentId=217592>
- Verge, et.al. (2013). Carbon footprint of Canadian dairy products: Calculations and issues. *American Dairy Science Association* , 6091-6104.
- Williams, A. (2007). *Comparative Study of Cut Roses for the British Market Produced in Kenya and the Netherlands. Précis Report for World Flowers*. Recuperado el 28 de 06 de 2017, de Cranfield University:
http://www.fcrn.org.uk/sites/default/files/Cut_roses_for_the_British_market.pdf
- World Resources Institute. (2004). *A Corporate Accounting and Reporting Standar*. Recuperado el 30 de 07 de 2016, de The Greenhouse Gas Protocol: <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/ghg-protocol-revised.pdf>
- Xiaoming, et.al. (2013). Carbon footprints of rice production in five typical rice districts in China. *ELSEVIER* , 227-232.