



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE LOJA**



**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES
INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO
AMBIENTE**

TÍTULO:

**“ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE GASES
DE EFECTO INVERNADERO DEL CENTRO BINACIONAL
DE FORMACIÓN TÉCNICA ZAPOTEPAMBA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”**

Tesis previa a la obtención del
título de Ingeniero en Manejo y
Conservación del Medio Ambiente

AUTOR:

Santos Agustín Torres Guamán

DIRECTOR.

Ing. Jaime Santín Calva. Mg. Arts.

**LOJA – ECUADOR
2016**

CERTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación titulado: “ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL CENTRO BINACIONAL DE FORMACIÓN TÉCNICA ZAPOTEPAMBA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”, de autoría del señor Santos Agustín Torres Guamán, previo a optar el Grado de Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad; por lo tanto autorizo su presentación ante el Tribunal de Grado para su revisión y calificación.

Loja, mayo de 2016

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized loop at the top and several horizontal strokes below, positioned above a solid horizontal line.

Ing. Jaime Santín Calva Mg. Arts.

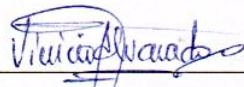
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN

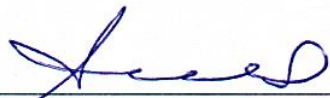
Los que al pie firmamos, Miembros del Tribunal de Grado, **CERTIFICAMOS** que, el señor **SANTOS AGUSTÍN TORRES GUAMÁN**, Egresados de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, ha incorporado las observaciones realizadas por el Tribunal de la tesis titulada **“ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL CENTRO BINACIONAL DE FORMACIÓN TÉCNICA ZAPOTEPAMBA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”** por lo tanto autorizamos la versión final de la tesis.

Loja, 23 de mayo de 2016

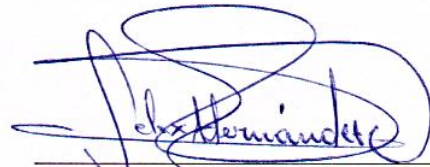
Atentamente,



Ing. Erasmo Vinicio Alvarado Jaramillo, Mg. Sc.



Ing. Aúrta Gonzaga Figueroa, Mg. Sc.



Ing. Félix Hernández Cueva, Mg. Sc.

AUTORÍA

Yo, Santos Agustín Torres Guamán, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Santos Agustín Torres Guamán

Firma: 

Cédula: 1103371769

Fecha: Loja, a 23 de mayo de 2016

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

Yo, Santos Agustín Torres Guamán, declaro ser autor de la tesis titulada “ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL CENTRO BINACIONAL DE FORMACIÓN TÉCNICA ZAPOTEPAMBA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, como requisito para optar al grado de Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 23 días del mes de mayo del dos mil dieciséis, firma el autor.

Firma: 

Autor: Santos Agustín Torres Guamán

Número de cédula: 1103371769

Dirección: Juan de Velasco y Arenillas

Correo electrónico: sagustin3211@yahoo.es

Teléfono: 2565556

Celular: 0993870044

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: **Ing. Jaime Santín** Mg. Arts.

Tribunal de Grado: Ing. Erasmo Vinicio Alvarado Jaramillo, Mg. Sc.

Ing. Aurita Gonzaga Figueroa, Mg. Sc.

Ing. Félix Hernández Cueva, Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

La gratitud es la virtud que nos vuelve más humanos. Al culminar mis estudios universitarios quiero aprovechar la oportunidad, para rendir mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Manejo y Conservación del Medio Ambiente, a sus dignas autoridades, al personal docente quienes con sus sabios conocimientos han contribuido en la formación profesional de Santos Agustín Torres Guamán.

De manera especial al Ing. Jaime Santín Calva Mg. Arts., Director de Tesis, el mismo que con toda su buena voluntad supo dirigirme en la realización del presente trabajo investigativo para que culminara con éxito, el mismo que sintetiza todo mi esfuerzo y sacrificio.

En gratitud al Ing. Agr. Robert G. Guerrero R. Mg. Sc., Director del Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba, a la Dra. Betty López Administradora Financiera, a los trabajadores quienes con amabilidad me ayudaron de una u otra manera con la información requerida para el desarrollo del presente trabajo de tesis.

Santos Agustín Torres Guamán

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado con todo mi amor y cariño primeramente:

A Dios: por ser el guía de mi vida, brindarme la fortaleza, y los conocimientos necesarios para alcanzar mis metas trazadas en la vida.

A mi **Madre: Luz América Torres** quién fue un pilar fundamental en mi vida, sin ella jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora he logrado, su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ella el gran ejemplo a seguir y destacar, lo que ha hecho de mí una persona con valores para poder desenvolverme como hijo, hermano, esposo, padre y profesional.

A mis **Hermanos: José y Margarita** que han sido un apoyo incondicional en mi vida, gracias por escucharme y darme ánimos en los momentos difíciles de la vida.

A mi **querida esposa Rosita**, que siempre ha estado a mi lado dándome cariño y apoyo incondicional para seguir adelante y poder cumplir otra etapa más en mi vida.

A mi hijo, Jordan Jeampierr que es el motivo y la razón de mi vida que me ha llevado a seguir superándome para alcanzar mis más preciados ideales de superación.

A mis maestros por sus enseñanzas en las aulas y por compartir desinteresadamente sus amplios conocimientos y toda su experiencia.

A mis compañeros y amigos: son personas que te ayudan, te apoyan y te acompañan a lo largo de la vida, o en un momento concreto y que dejan una grande o pequeña huella en nuestras vidas.

Santos Agustín Torres Guamán

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iii
AUTORÍA.....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
ÍNDICE DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	xv
TÍTULO.....	xvii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRAT.....	xix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LIRTERATURA.....	3
2.1 Cambio Climático.....	3
2.1.1 Efecto Invernadero y Gases de efecto invernadero.....	4
2.1.2 Vapor de agua (H ₂ O).....	7
2.1.3 Dióxido de carbono (CO ₂).....	7
2.1.4 Metano (CH ₄).....	9
2.1.5 Óxido Nitroso (NO ₂).....	10
2.1.6 Clorofluorocarbonos (CFC's).....	11
2.1.7 Ozono (O ₃).....	12
2.1.8 La Biocapacidad es nuestro “presupuesto ecológico”.....	14

2.2.	Efectos del Cambio Climático.....	15
2.2.1	Fuentes de Emisión de Gases de Efecto Invernadero.....	15
2.2.2	Alternativas para evitar el cambio climático.....	16
2.3	Impacto del Cambio Climático en la Agricultura.....	17
2.3.1	Proyecciones.....	19
2.3.2	Evidencias del Cambio Climático en Ecuador.....	19
2.3.3	Tierras Agrícolas y Cambio Climático.....	21
2.3.4	Distribución de los Glaciares en el Ecuador.....	21
2.4	Efectos del Fenómeno el Niño en la Agricultura.....	23
2.4.1	Impacto de la Agricultura y la Ganadería en el Cambio Climático.....	24
2.4.2	Ganado Vacuno y Ganado Caprino.....	25
2.4.3	Pérdida de la Biodiversidad: Propiciando el Desequilibrio del Planeta y la Vida del Ser Humano.....	26
3.	METODOLOGÍA.....	27
3.1	Ubicación del Lugar de Estudio.....	27
3.1.1	Ubicación Política.....	27
3.1.2	Ubicación Geográfica.....	27
3.1.3	Temperatura.....	27
3.1.4	Precipitación.....	28
3.1.5	Zona de vida.....	28
3.1.6	Altitud.....	29
3.1.7	Mapa base del predio Zapotepamba de la U N L.....	30
3.2	Metodología Para el Primer Objetivo.....	31
3.2.1	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Ganadería.....	31
3.2.2	Emisiones por Fermentación Entérica.....	31
3.2.3	Emisiones Totales por Fermentación Entérica del Ganado.....	32
3.2.4	Metano (CH₄).....	32
3.2.5	Caracterizar el Ganado.....	33
3.2.6	Caracterización Minuciosa del Ganado Bovino.....	33
3.3	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Agricultura.....	34
3.3.1	Emisiones Directas de N₂O por Manejo de Fertilizantes Sintéticos.....	35

3.3.2	Emisiones de CO ₂ por Fertilización con Urea.....	35
3.3.3	Emisiones de CO ₂ por el uso de la Energía Eléctrica.....	36
3.3.4	Emisiones de CO ₂ por Consumo de Combustible.....	37
3.3.5	Emisiones de CO ₂ por Consumo de Papelería.....	38
3.4	Metodología para el Segundo Objetivo.....	39
4.	RESULTADOS.....	40
4.1	Diagnóstico Situacional.....	40
4.2	Determinación de los Gases de Efecto Invernadero.....	42
4.3	Emisiones Emitidas de GEI de CO ₂ por consumo de Energía Eléctrica del CBFTZ durante el año 2014.....	47
4.4	Emisiones Emitidas de GEI de CO ₂ por consumo de combustibles de los vehículos del CBFTZ durante el año 2014.....	47
4.5	Emisiones Emitidas de GEI de CO ₂ por consumo por consumo de papelería del CBFTZ durante el año 2014.....	49
4.6	Proponer Lineamientos Alternativos Para Controlar los Impactos Generados en el Sitio de Estudio.....	53
5	DISCUSIONES.....	56
6	CONCLUSIONES.....	59
7	RECOMENDACIONES.....	61
8	BIBLIOGRAFIA.....	62
9	ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE CUADROS

N° CUADRO	DESCRIPCIÓN	Página
Cuadro 1.	Emisiones emitidas de GEI del metano, de la ganadería del CBFTZ (fermentación entérica), durante el año 2014.....	42
Cuadro 2.	Emisiones emitidas de GEI del metano en la ganadería del CBFTZ durante el año 2014.....	43
Cuadro 3.	Emisiones emitidas de GEI de CO ₂ por fertilizantes del CBFTZ durante el año 2014.....	45
Cuadro 4.	Emisiones emitidas de GEI de CO ₂ por consumo de energía eléctrica del CBFTZ durante el año 2014.....	46
Cuadro 5.	Emisiones emitidas de GEI de CO ₂ por uso de combustible (diésel) del CBFTZ durante el año 2014.....	47
Cuadro 6.	Emisiones emitidas de GEI de CO ₂ por uso de combustible (gasolina) del CBFTZ durante el año 2014.....	48
Cuadro 7.	Emisiones emitidas de GEI de CO ₂ por uso de papelería del CBFTZ durante el año 2014.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

N° TABLA	DESCRIPCIÓN	Página
TABLA 1	<i>Índice GWP de los principales GEI.....</i>	7
TABLA 2	<i>Estimativos de las principales fuentes naturales y antropogénicas de metano a nivel global (millones de ton/año).....</i>	9
TABLA 3	<i>Fuentes de gases de efecto Invernadero de origen natural.....</i>	15
TABLA 4	<i>Fuentes de gases de efecto Invernadero de origen antropogénicos.....</i>	16
TABLA 5	<i>Número de cabezas de ganado del predio Zapotepamba de la U N L del año 2014.....</i>	40
TABLA 6	<i>Número de animales de ganado caprino del predio Zapotepamba de la U N L del año 2014.....</i>	41
TABLA 7	<i>Datos de animales existentes del predio Zapotepamba de la U N L., año 2014.....</i>	41
TABLA 8	<i>Datos recogidos por las actividades realizadas en el Predio Zapotepamba de la U N L., año 2014.....</i>	42
TABLA 9	<i>Inventario Resumido de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, del CBFTZ.....</i>	54
TABLA 10	<i>Lineamientos Alternativos para Mitigar Impactos Negativos del CBFTZ.....</i>	55

ÍNDICE DE FIGURAS

N° FIGURAS	DESCRIPCIÓN	Página
Figura 1.	Representación gráfica del Efecto Invernadero.....	4
Figura 2.	Efecto invernadero natural y su forzamiento.....	5
Figura 3.	Emisiones globales de gases de efecto invernadero, por tipos de gases (2004).....	6
Figura 4.	Esquema de la acción de los clorofluorocarbonos (CFC).....	11
Figura 5.	Ciclo del ozono.....	13
Figura 6.	Superficies que conforman la Huella Ecológica y Biocapacidad.....	14
Figura 7.	Distribución de los glaciares en el Ecuador.....	22
Figura 8.	Croquis de ubicación del CBFTZ.....	27
Figura 9.	Mapa de isoyeta media anual (mm) del predio Zapotepamba de la U N L.....	28
Figura 10.	Mapas de zonas de vida (Holdrige) del predio Zapotepamba de la U N L.....	29
Figura 11.	Mapa base del predio Zapotepamba de la U N L.....	30
Figura 12.	Mapa de ubicación del ganado bovino, del predio Zapotepamba de la U N L.....	33
Figura 13.	Mapa del área de agricultura del predio Zapotepamba de la U N L.....	34
Figura 14.	Ubicación del área de la agricultura del predio Zapotepamba de la U N L.....	36
Figura 15.	Parte de la Energía Eléctrica utilizada del Predio Zapotepamba de la U N L.....	36
Figura 16.	Ubicación del parqueadero dentro del predio Zapotepamba de la U N L.....	37
Figura 17.	Oficinas donde se utiliza la mayor cantidad de papel.....	38
Figura 18.	Datos obtenidos y representados de las diferentes actividades del CBFTZ, durante el año 2014.....	51

ÍNDICE DE ANEXOS

N° DE ANEXO	DESCRIPCIÓN	Página
ANEXO 1	Matriz de recolección de información para el cálculo de Emisiones de gases de efecto invernadero, del CBFTZ.....	70
ANEXO 2	Imágenes del Área de Estudio.....	71
ANEXO 3	Contribución de la fermentación entérica a las emisiones de metano.....	72
ANEXO 4	Listado de plantas gramíneas (C3 o C4) existentes del CBFTZ.....	73

ÍNDICE DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

C: Carbono

CBFTZ: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba

CC: Cambio Climático

CFC's: Clorofluorocarbonos

CH₄: Metano

CO₂: Dióxido de Carbono

COV's: Compuestos Orgánicos Volátiles

EI: Efecto Invernadero

eq: Equivalente

GEI: Gases de Efecto Invernadero

GFN: Global Footprint Network

GgCO₂ Eq: Giga gramos de Dióxido de Carbono equivalentes

Gt C/año: Giga toneladas de carbono al año

ha: Hectárea

HCFC: Hidroclorofluorocarbonos

HFC: Hidrofluorocarbonos

H₂O: Vapor de Agua

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

INE: Instituto Nacional de Ecología

IPCC: Panel Intergubernamental del Cambio Climático

Kg: Kilogramo

Km: Kilómetro

Km²: Kilómetro cuadrado

KW: Kilovatio

MAE: Ministerio del Ambiente

m s. n. m.: metros sobre el nivel del mar

MtCO₂-eq: Millones de toneladas de Carbono Equivalente

N₂O: Óxido Nitroso

O₃: Ozono

PCG: Potencial de Calentamiento Global

PNUD: El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

ppm: partes por millón

SF₆: Hexafluoruro de Azufre

SIAN: Sistema de Información Ambiental Nacional

t: Tonelada

UNFCC: Panel de Convención sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas.

“ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL CENTRO BINACIONAL DE FORMACIÓN TÉCNICA ZAPOTEPAMBA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”.

RESUMEN

El cambio climático es una problemática ambiental con incidencia global importante de los últimos años. Sus efectos negativos se están observando a lo largo y ancho del Planeta. Este calentamiento global está directamente asociado a la actividad humana, especialmente a la producción de electricidad, a la industria, la agricultura, la ganadería, la deforestación y el transporte. La preocupación internacional por las consecuencias adversas al cambio climático, ha motivado a diversas organizaciones e instituciones a tomar medidas para conocer a fondo la dinámica de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Uno de los indicadores reconocidos internacionalmente para comprender la dinámica es la huella de carbono la cual se obtiene cuantificando las emisiones de GEI originadas por las actividades de un individuo, organización, a lo largo de un periodo de tiempo, expresadas en t CO₂ equivalente. En esta investigación se desarrolló un análisis de los gases de efecto invernadero para el Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba. La investigación determinó las emisiones de dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano identificando las actividades que emiten gases como fermentación entérica del ganado vacuno, caprino; de las aves, el manejo de residuos sólidos y líquidos del ganado y por consumo de combustibles como diésel que aporta con 268,8 kg CO₂ al año y la gasolina con 894,715584 kg CO₂ por año al año y consumo de energía eléctrica 2 MW año y el uso del papel es de 96 250 t CO₂ al año. Los resultados obtenidos de mayor impacto son por los combustibles, de esto se da los lineamientos para reducir al máximo las emisiones de GEI mediante el uso de las 3 R: reducir, reciclar, reutilizar.

ABSTRACT.

Climate change is an environmental problem with major global incidence in recent years. Its negative effects are watching all over the planet. This global warming is directly related to human, especially the production of electricity, industry, agriculture, livestock, deforestation and transport activity. International concern about the adverse consequences of climate change, has led to various organizations and institutions to take steps to fully understand the dynamics of greenhouse gases (GHGs). One of the internationally recognized indicators to understand the dynamics is the carbon footprint which is obtained by quantifying GHG emissions arising from the activities of an individual, organization, over a period of time, expressed in t CO₂ equivalent. In this research, an analysis of greenhouse gas Binational Center for Technical Training Zapotepamba developed. The investigation thus emissions of carbon dioxide, carbon monoxide, methane was determined by identifying activities that emit gases such as enteric fermentation of cattle and goats of the birds, and the management of solid and liquid waste and livestock consumption diesel fuel as it brings with 268.8 kg CO₂ per year and diesel and gasoline 894,715584 kg CO₂ por año per year and energy consumption 2 kW year and use of paper is 96 250 t CO₂ per year. The results of greater impact are fuels, this gives guidelines to reduce GHG emissions to peak by using the 3 R: reduce, recycle, reuse.

1. INTRODUCCIÓN

El efecto invernadero (EI) en nuestro planeta es el fenómeno que ocurre en la atmósfera, el mismo que convierte a nuestro planeta en un sistema cerrado por la acumulación de GEI, esto ocurre al absorber y almacenar la radiación infrarroja proveniente del sol aumentando la cantidad de calor que retiene la tierra, dichos GEI los constituyen: el vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, ozono, entre otros, lo que ha significado un problema en climas y otras alteraciones en los organismos vivos. Estudios realizados en el Ecuador hasta el año 2006, definen que al sector Agricultura (51%) como el de mayor generación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI); seguido por el Uso de Suelos, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (39%); Energía (7%); Desechos (2%); y, Procesos Industriales (1%) (Cáceres y Núñez, 2010). La presencia de GEI es relativo de acuerdo a las actividades agropecuarias e industriales que realizan los seres humanos para generar desarrollo en cada país. En este caso, en el CBFTZ, ubicado en el Valle de Casanga perteneciente al cantón Paltas, está estructurada como una finca agropecuaria de 196 ha., de las cuales 40 ha., son potencialmente regables y 156 ha., son áreas de secano y formaciones naturales.

Zapotepamba tiene una temperatura anual media de 24°C, la finca cuenta con sistemas de producción agrícola y pecuaria con ganado vacuno, porcino y caprino, en la parte baja existen cultivos de ciclo corto y plantas frutales. Para lograr la determinación de los GEI de las emisiones por fermentación entérica en la ganadería se contó con toda la cantidad de ganado existente en el CBFTZ entre ellos bovinos, porcinos y caprinos para luego obtener y calcular los residuos sólidos y líquidos de la ganadería a través de un muestreo aleatorio para la identificación y cuantificación del metano. Además se utilizó la desagregación en animales tipo lechero y no lechero para la fermentación entérica.

En cuanto a la agricultura se tomó como referencia las emisiones directas de N₂O, por manejo de fertilizantes sintéticos que utilizan para los cultivos la cantidad usada por año bajo la fórmula de emisiones directas de N₂O. Para las emisiones de CO₂, de fertilización con urea se estimó la aplicación de urea por año en los cultivos. Se utilizó además las emisiones de energía eléctrica que consume en dicho centro, otro factor que se tomó en cuenta en la presente

investigación fueron las emisiones por consumo de combustible tanto en diésel y gasolina, para finalmente conocer las emisiones por consumo de papelería que utiliza el CBFTZ.

La investigación es de gran interés porque permite aportar desde un enfoque logístico la calidad ambiental mediante la determinación de la cantidad de GEI en el CBFTZ, Para lograr lo propuesto se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar las emisiones de gases de efecto invernadero, derivadas de las actividades agropecuarias realizadas del Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.
- Proponer lineamientos alternativos para controlar el uso de los recursos naturales y la emisión de gases de efecto invernadero.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

El presente marco teórico se lo realizó con la finalidad de recopilar información secundaria y primaria sobre la determinación de gases de efecto invernadero que se ha identificado en el CBFTZ, con el fin de cumplir con los objetivos planteados y a la vez fortalecer la investigación. Además, permitirá elaborar el diseño metodológico del proyecto, esta información proporcionará un conocimiento de la teoría que acompaña a la presente investigación.

El quinto informe del IPCC, 2014 (AR5) actualiza el conocimiento sobre los aspectos científicos, técnicos y socioeconómicos del cambio climático. En comparación con informes anteriores, este Quinto Informe pone un mayor énfasis en la evaluación de los aspectos socioeconómicos del cambio climático y en sus implicaciones para el desarrollo y la gestión de los riesgos, así como en la puesta en pie de respuestas de adaptación y mitigación. Según el IPCC, solo un gran cambio institucional y tecnológico proporcionara una oportunidad de que el calentamiento global no supere los dos grados centígrados en la superficie del planeta, el límite sugerido para los científicos a partir del cual se podrían producir daños irreversibles para la humanidad.

Mediante el quinto informe del IPCC, 2014 se puede establecer que los gases estudiados en el presente trabajo y que constituyen los causantes del efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), y el ozono (O_3) troposférico alcanzaron los niveles más altos jamás registrados durante el decenio de 1990, debido principalmente al consumo de combustibles fósiles, la agricultura, y cambios en el uso de las tierras. El forzamiento radiactivo proveniente de los gases antropogénicos de efecto invernadero es positivo, aunque queda una pequeña gama de incertidumbre; el de los efectos directos de los aerosoles es negativo y más reducido y el forzamiento negativo procedente de los efectos indirectos de los aerosoles en las nubes puede que ser elevado.

2.1. Cambio Climático (CC)

El fenómeno del cambio climático en términos generales, consiste en un proceso de modificación del clima en diferentes aspectos, ya sea de cálido a frío, de húmedo a seco o viceversa. Y dichos cambios de temperatura se pueden desarrollar alrededor de la Tierra, desde escala global a regional. Así mismo, estos cambios en el clima, se producen en diversas escalas de tiempo y

parámetros climáticos como lo son: la temperatura, las precipitaciones, nubosidad etc. (Aquino, Artiga, y Menjívar, 2010).

Según (Guayanlema, 2013) “Se llama cambio climático a la variación global del clima de la Tierra. Estos cambios en los parámetros climáticos como: temperatura, precipitaciones, nubosidad, se producen a diversas escalas de tiempo y pueden ser debidos a causas naturales y también a la acción del hombre”.

2.1.1. Efecto Invernadero y Gases de Efecto Invernadero

El efecto invernadero es un mecanismo natural que ayuda a regular la temperatura del planeta, sin él, la temperatura promedio en la superficie de la Tierra estaría por debajo del punto de congelación del agua y no sería posible la vida como la conocemos (García, 2010).

Las radiaciones de origen solar a la tierra son reflejadas al exterior y otra parte es retenida en el planeta. En la atmósfera gran parte de las radiaciones son absorbidas o reflejadas en la superficie de la tierra y en las nubes. En resumen el efecto invernadero resulta del incremento de temperatura por la retención de GEI, atrapados en la atmósfera. Cuanto mayor sea la cantidad de gases retenidos en la atmósfera, mayor es la energía retenida, lo que impide la salida de las radiaciones que equilibraría la temperatura del planeta (Guayanlema, 2013). **Ver Figura 1.**



Figura 1. Representación gráfica del Efecto Invernadero
Fuente <http://www.tecnoficio.com>

Los gases naturales de efecto invernadero son el agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y el ozono. El crecimiento poblacional el desarrollo industrial y tecnológico ha generado productos que se vuelven imprescindibles en el día a día de la sociedad; tal es el caso de las sustancias refrigeradoras, aerosoles, y más, estos productos y electrodomésticos consisten principalmente de compuestos tales como freones y halones cuyas propiedades radiactivas los hacen GEI artificiales. Su efecto invernadero es mucho más potente que los naturales, pero ocupan un pequeño espacio en la atmósfera (Guayanlema, 2013).

“Aunque estos gases son de origen natural, sus emisiones han aumentado de manera dramática en los dos últimos siglos, debido a las actividades humanas. El CO₂, que es con gran diferencia la fuente más importante, ha crecido aproximadamente un 80 por ciento (un 28 por ciento desde 1990) (UNFCC, 2007). Ver figura 2.

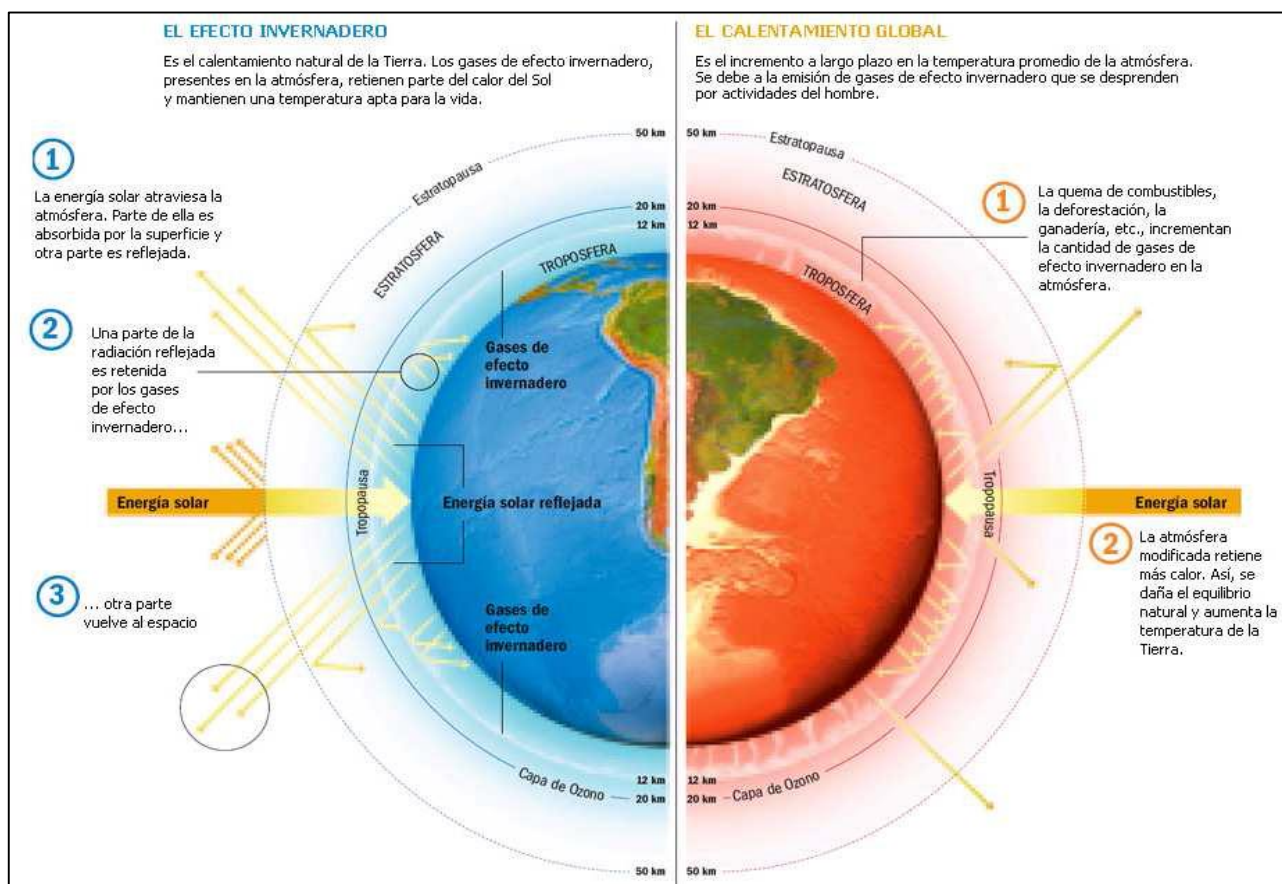


Figura 2. Efecto invernadero natural y su forzamiento
Fuente: <http://cambioclimaticoysuscausas.iespana.es/>

Ciertos GEI surgen naturalmente, pero están influenciados directa o indirectamente por las actividades humanas, mientras que otros son totalmente antropogénicos. Los principales gases que surgen naturalmente son: vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), ozono (O_3), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O). Los principales grupos de GEI completamente antropogénicos son: clorofluorocarbonos (CFC), hidrofluorocarbonos (HFC) e hidroclorofluorocarbonos (HCFC) (a los que se denomina colectivamente halocarbonos), y las especies totalmente fluorinadas, como el hexafluoruro de azufre (SF_6) (Benavides y León 2007).

Es la cantidad total de gases de efecto invernadero causados directa o indirectamente por una organización, un producto o un servicio; para realizar su medición es necesaria la elaboración de un inventario de GEI expresado en toneladas (t), de CO_2 equivalente (**ver figura 3**), y que tiene en cuenta los seis tipos de gases considerados en el Protocolo de Kioto (CO_2 , CH_4 , N_2O , PFC, HFC y SF_6) (Ihobe, 2012).

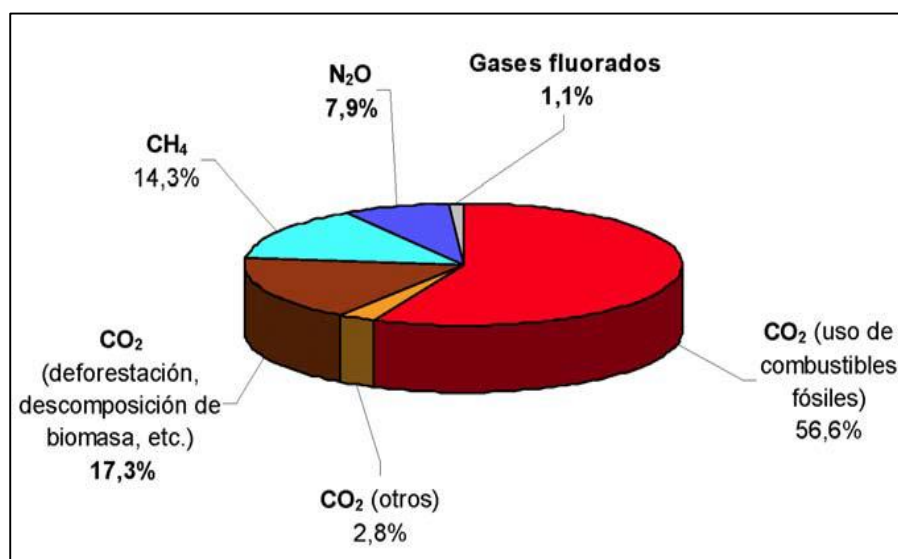


Figura 3. Emisiones globales de gases de efecto invernadero, por tipos de gases (2004)
Fuente: Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (2007).

Los diversos GEI tienen diferente capacidad de afectación. Por ello, fue creado el índice Global Warming Potential, o índice GWP (**Ver Tabla 1**), que es una medida del efecto de la emisión de un kilogramo de un GEI (diferente del CO_2) comparada al efecto de un kilogramo de CO_2 a lo largo de un período de tiempo. (García, 2010).

Tabla 1. Índice GWP de los principales GEI (IPCC, 2007)

Gas de Efecto Invernadero	Tiempo de vida en la atmósfera	Índice GWP con el tiempo		
		20 años	100 años	500 años
CO ₂	Variable	1	1	1
CH ₄	12	72	25	7.6
N ₂ O	114	289	298	153

2.1.2. Vapor de agua (H₂O)

El vapor de agua es el GEI más abundante e importante, sin embargo, las actividades humanas son sólo una pequeña aportación directa de éste a la atmósfera. Indirectamente, el ser humano tiene el potencial de afectar sustancialmente su concentración atmosférica por medio del cambio climático, ya que esta depende en gran parte de la temperatura del aire. El vapor de agua no se contabiliza como GEI, debido a que, por el ciclo del agua, su permanencia en la atmósfera es muy corta (García, 2010).

El vapor de agua es un gas que se obtiene por evaporación o ebullición del agua líquida o por sublimación del hielo. Es el que más contribuye al efecto invernadero debido a la absorción de los rayos infrarrojos. Es inodoro e incoloro y, a pesar de lo que pueda parecer, las nubes o el vaho blanco de una cacerola o un congelador, vulgarmente llamado "vapor", no son vapor de agua sino el resultado de minúsculas gotas de agua líquida o cristales de hielo (Colque y Sánchez, 2007). Vapor de agua (H₂O): según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), supone entre el 36 y 70% del efecto invernadero. La niebla, la bruma y las nubes son vapor de agua, y es también el principal subproducto de la combustión de los combustibles fósiles. Y por si fuera poco, el calentamiento global provoca un bucle que se retroalimenta con unas temperaturas más altas, se produce más vapor de agua, que genera a su vez temperaturas más altas (Colque y Sánchez, 2007).

2.1.3. Dióxido de carbono (CO₂)

El dióxido de carbono es el más importante GEI asociado a actividades humanas. Su concentración se incrementó desde la era preindustrial desde un valor de 280 ppm (partes por millón) hasta 379 ppm en el 2 005. Las emisiones anuales de CO₂ asociadas a combustibles fósiles

(y a la producción de cemento) se incrementaron desde 6,4 G t C/año (Giga toneladas de carbono al año) en promedio en la década de los noventa hasta 7,2 G t C/año en el periodo 2 000 - 2 005. Las emisiones de CO₂ asociadas a cambio en el uso del suelo están dentro de un rango de 0,5 a 2,7 G t C/año (Benavides, y León, 2007).

Dióxido de carbono (CO₂) es un gas que existe espontáneamente y también como subproducto del quemado de combustibles fósiles procedentes de depósitos de carbono de origen fósil, como el petróleo, el gas o el carbón, de la quema de biomasa, o de los cambios de uso de la tierra y otros procesos industriales. Es el gas de efecto invernadero antropogénico que más afecta al equilibrio radiactivo de la Tierra. Es también el gas de referencia para la medición de otros GEI y, por consiguiente, su potencial de calentamiento mundial es igual a 1 (IPCC, 2007).

El Dióxido de Carbono ingresa a la atmósfera a través de la oxidación o combustión del carbono orgánico. Los océanos y lagos contienen 38 500 G t de C. El total de carbono presente en combustibles fósiles se calcula en 8 000 G t y el carbono orgánico sobre la superficie representa entre 700 y 2 800 G t. En la atmósfera también se lo encuentra presente en otros gases como el metano totalizado 80 a 140 G t. Hasta ahora nadie se ha tomado el trabajo de calcular la totalidad de carbono presente en los animales e insectos entre los que contamos 5 900 millones de seres humanos, 1 100 millones de vacas, 4 trillones de termitas, etc. (IPCC, 2002). Los mayores flujos de CO₂ entre océanos, bosques y atmósfera, ocurren naturalmente. Pero las emisiones producto de la quema de combustibles fósiles, y la producción de cemento alteran el balance natural y aumentan el nivel de CO₂ de la atmósfera, modificando la estabilidad climática (IPCC, 2007).

El impacto humano sobre los suelos y los bosques es un factor clave, la plantación de árboles o la regeneración de ecosistemas boscosos remueve el CO₂ atmosférico a medida que la vegetación crece, en un proceso llamado “secuestro o fijación de carbono” (IPCC, 2007). Los procesos naturales generan un balance entre lo que se emite y lo que se absorbe. Pero las evidencias indican que sólo algo más de la mitad de las emisiones de carbono producto de la actividad humana es absorbida en estos procesos naturales. El resto 45% contribuye a aumentar la concentración de carbono en la atmósfera, y por consiguiente, la retención de calor solar (INE, 2000).

2.1.4 Metano (CH₄)

“El metano es la segunda fuente por orden de importancia, seguido del óxido nitroso. Sin una intervención mundial concertada, las emisiones de GEI crecerán, según las proyecciones, entre un 25 y un 90 por ciento entre el año 2 000 y el 2 030; originando cambios de temperatura en el planeta y afectando a la humanidad” (UNFCCC, 2007).

Además, el CH₄ tiene un potencial de calentamiento de la tierra 23 veces superior al CO₂ (IPCC, 2001), es decir, que cada kilo de CH₄ liberado a la atmósfera contribuye al calentamiento global relativo tanto como la emisión de 23 kg de CO₂, calculado para un horizonte temporal de 100 años. La ganadería emite CH₄ debido fundamentalmente a la fermentación entérica y en menor medida a la fermentación de las deyecciones ganaderas (Monteny, 2001). “La ganadería es responsable de cerca del 23% de las emisiones de CH₄ globales de origen antropogénico” (Khalil, 2000). Debidas mayoritariamente a la digestión de los rumiantes, que emiten CH₄ durante la digestión del alimento en el rumen, figurando el ganado bovino como principal responsable, seguido del ovino (Crutzen, et al. 1986).

Para tener en cuenta las diferencias en la absorción del calor entre los gases, se ha introducido el concepto de calentamiento global potencial, en el que todos los gases se comparan con el CO₂, que tiene un potencial de calentamiento global de 1; pero el metano tiene un potencial de absorción 23 veces mayor al del dióxido de carbono, por lo que concentraciones menores de este gas contribuyen igualmente de manera considerable al calentamiento global. El CH₄ proviene principalmente de las actividades ganaderas, pantanos, digestión de los seres vivos, (**ver tabla 2**) la biomasa (materia viva), los arrozales, el escape de la gasolina y la industria minera (INE, 2000).

Tabla 2. *Estimativos de las principales fuentes naturales y antropogénicas de metano a nivel global (millones de ton/año).* (Johnson y Johnson, 1995)

Natural		Energía/Desechos		Agricultura	
Pantanos	115	Gas y petróleo	50	Cultivos de arroz	60
Océanos	15	Carbón mineral	40	Animales domésticos	80
Termitas	20	Carbón vegetal	10	Abonos orgánicos	10
Combustión	10	Rellenos sanitarios	30	Combustión	5
		Aguas residuales	25		
Total	160		155		155

Aproximadamente la mitad de la producción de metano proviene de los sembríos de arroz, de la actividad animal, y de la acción de las termitas. Una cuarta parte proviene de tierras pantanosas y húmedas. Un 15% de la producción industrial de gas natural y carbón mineral. Los rellenos de basura y otras sustancias orgánicas en descomposición contribuyen con un 5% de las emisiones de metano (INE, 2000).

A largo plazo, el metano es mucho más preocupante como agente responsable del calentamiento global, que el dióxido de carbono ya que tiene un potencial de calentamiento global 62 veces mayor que este último. El metano contribuye actualmente con el 15% del Calentamiento Global, excluido el efecto del vapor de agua. Se calcula que hacia fines del siglo XXI el efecto del metano habrá superado al producido por el dióxido de carbono (INE, 2000).

Aparentemente la humanidad tiene una capacidad muy reducida para modificar estas cifras ya que medidas drásticas tales como la reducción de la cantidad de habitantes del planeta o de sus raciones alimentarias son imposibles, luego tendremos que concluir que es muy poco lo que la humanidad puede hacer para controlar el flujo de metano a la troposfera, salvo reducir pérdidas en gasoductos, que prácticamente no tienen incidencia a nivel atmosférico (INE, 2000).

2.1.5. Óxido Nitroso (NO₂)

Los niveles de óxido nitroso se han elevado en un 15%, principalmente debido a una agricultura más intensiva, además, la deforestación y la combustión de combustibles fósiles. El óxido nitroso es 296 veces más eficiente absorbiendo calor que el CO₂. Su contribución al efecto invernadero se estima en un 6%, y su vida alcanza los 140 - 190 años (INE, 2000).

Compuestos formados por moléculas de oxígeno y de nitrógeno, siendo los más importantes el monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), formándose por la oxidación del nitrógeno molecular (N₂). El nitrógeno por ser un gas inerte y al alcanzar altas temperaturas durante la combustión, reacciona una pequeña parte del mismo y da lugar a la formación del NO, oxidándose rápidamente y formando el NO₂, este último es un gas precursor del efecto invernadero (Vega, 2010).

En este caso se detalla únicamente al NO_2 ; que es un gas de color pardo, muy tóxico al ser inhalado. Al ser combinado con compuestos orgánicos volátiles (COV's) y en la presencia de la luz solar puede formar el ozono, por lo que es considerado como precursor del smog fotoquímico (Matus, 2002).

2.1.6. Clorofluorocarbonos (CFC's)

El clorofluorocarbono es cada uno de los derivados de los hidrocarburos saturados obtenidos mediante la sustitución de átomos de hidrógeno por átomos de flúor y/o cloro principalmente. Debido a su alta estabilidad físico-química y su nula toxicidad han sido muy usados como líquidos refrigerantes, agentes extintores y propelentes para aerosoles. Fueron introducidos a principios de la década de los años 1930, por ingenieros de General Motors, para sustituir a materiales peligrosos como el dióxido de azufre y el amoníaco. La fabricación y empleo de CFC fueron prohibidos por el protocolo de Montreal, debido a que los CFC destruyen la capa de ozono. Sin embargo, pese a ello, la reciente producción de CFC repercutirá efectos negativos sobre el medio ambiente por las próximas décadas. El mecanismo a través del cual atacan la capa de ozono es una reacción fotoquímica: al incidir la luz sobre la molécula de CFC, se libera un átomo de cloro con un electrón libre, denominado radical cloro, muy reactivo y con gran afinidad por el ozono, rompiendo la molécula de éste último. La reacción es catalítica, se estima que un solo átomo de cloro destruye hasta 30 000 moléculas de ozono. El CFC (ver Figura 4) permanece durante unos dos años en las capas altas de la atmósfera donde se encuentra el ozono (Plazas, 2012).

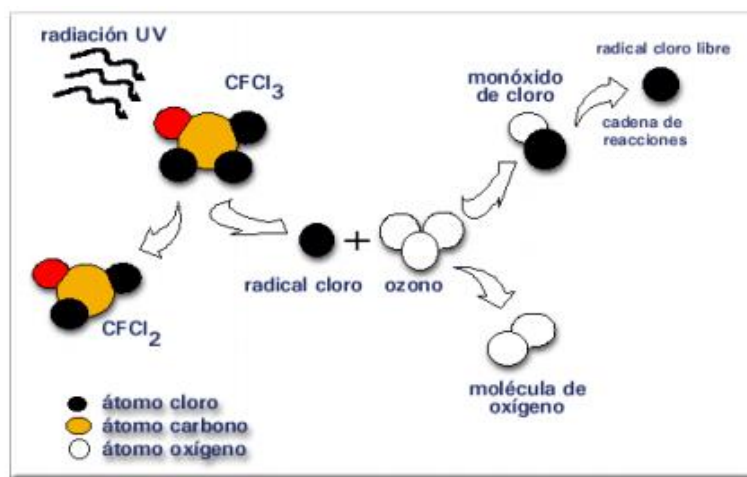


Figura 4. Esquema de la acción de los clorofluorocarbonos (CFC).
Fuente: quimicambiental.

Los clorofluorocarbonos (compuestos del flúor) fueron usados durante largo tiempo como refrigerantes y propelentes en los aerosoles, también en sistemas de aire acondicionado y espumas plásticas. Contribuyen con el 7% del efecto invernadero y permanecen 65 - 110 años en la atmósfera (Sancho y Cervera, 2000).

Los Clorofluorocarbonos (CFC) y sus derivados tienen como fuentes principales algunos productos industriales, y los óxidos de nitrógeno, que se producen por multitud de causas, principalmente por la quema de combustibles fósiles y la utilización de fertilizantes químicos (Sancho y Cervera, 2000).

La producción de clorofluorocarbonos (CFC's) contribuye con aproximadamente el 14% del efecto invernadero. Los CFC's son sustancias químicas sintéticas, formadas por cloro, flúor y carbono. Las moléculas de CFC tienen una larga vida activa. El CFC-11 es activo durante unos 65 años y el CFC-12 durante unos 110 años. Cada molécula de CFC-11 y de CFC-12 contribuye 3 500 y 7 300 veces más, respectivamente, al efecto invernadero que cada molécula de CO₂ (Sancho y Cervera, 2000).

Los CFC's también destruyen la capa de ozono en la estratosfera, causando que una mayor proporción de rayos ultravioleta alcance la superficie de la tierra. Una mayor incidencia de rayos ultravioleta tendría importantes efectos tanto en la agricultura como en la salud humana. El cáncer en la piel, los problemas oculares, y las afecciones al sistema inmunológico, son las amenazas más inminentes sobre la salud de la población humana. Podrían también presentarse efectos adversos sobre las algas y el plancton, bases de la cadena alimentaria en el mar (Sancho y Cervera, 2000).

2.1.7. Ozono (O₃)

El ozono, es una sustancia cuya molécula está compuesta por tres átomos de oxígeno, formada al disociarse los 2 átomos que componen el gas de oxígeno. Cada átomo de oxígeno liberado se une a otra molécula de oxígeno (O₂), formando moléculas de ozono (O₃) (**ver Figura 5**). A temperatura y presión ambiental el ozono es un gas de olor agrio y generalmente incoloro, pero en grandes concentraciones puede volverse ligeramente azulado. Si se respira en grandes cantidades, es tóxico y puede provocar la muerte. Se descompone rápidamente en presencia de

oxígeno a temperaturas mayores de 100°C y en presencia de catalizadores como el dióxido de manganeso a temperatura ambiente (Plazas, 2012).

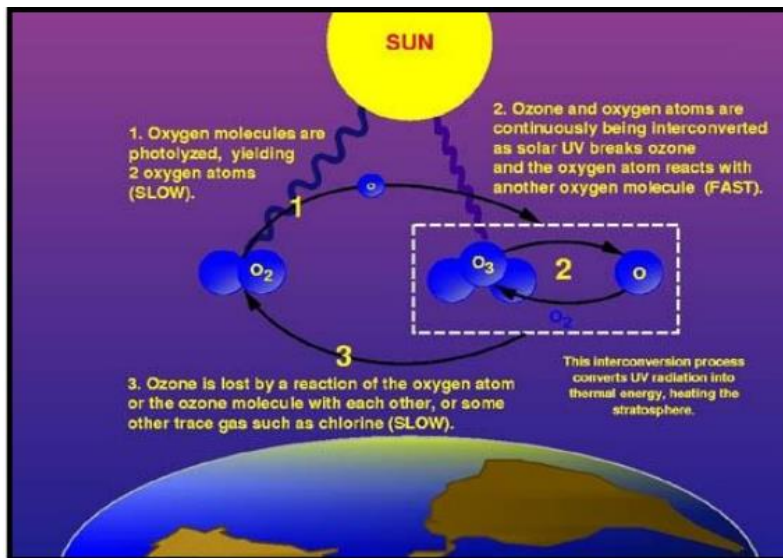


Figura 5. Ciclo del ozono
Fuente: exterior.es

El ozono es un estado alotrópico de los átomos de oxígeno, por lo que tiene propiedades químicas y físicas diferentes. La más importante de ellas tal vez reside en que está presente en pequeñas concentraciones en la atmósfera puede reflejar una gran proporción de los rayos ultravioletas que se dirigen a la Tierra. Sin embargo, también contribuye al efecto invernadero al retener los rayos infrarrojos que escapan del planeta, su contribución al efecto invernadero es del 12% (INE, 2000).

Este gas es extremadamente reactivo y se genera por la reacción de la luz solar con contaminantes comunes, como monóxido de carbono, óxidos nitrosos, e hidrocarburos. En el trópico su tiempo de residencia en la troposfera es de horas a días. Se encuentra ubicado en una franja de la atmósfera comprendida entre los 10 y 50 Km de altitud con la mayor densidad se encuentra a los 29 Km de altitud (INE, 2000).

Mientras que en la estratosfera forma una capa protectora que nos escuda de los rayos ultravioletas que provienen del sol, su presencia en la baja atmósfera, o troposfera, contribuye al efecto invernadero. Cada molécula es 2 000 veces más efectiva en atrapar calor que una molécula

de CO₂. Los esfuerzos del hombre para reducir las sustancias agotadoras del ozono, al prohibir el uso de CFC incrementarán ineludiblemente el calentamiento global. Por ello podemos afirmar que el calentamiento global debido al Ozono, que hoy representa casi un 15% del total, se incrementará próximamente (INE, 2000).

2.1.8. La Biocapacidad es nuestro “presupuesto ecológico”

La Biocapacidad varía con el tiempo y depende de factores como el clima y condiciones del suelo. Es importante mencionar que ésta se expresa, también, en términos per cápita y se encuentra directamente relacionada con la población. Generalmente, conforme aumenta la población disminuye la disponibilidad de recursos per cápita, puesto que, cada nuevo habitante requiere una superficie que le proporcione los bienes y servicios necesarios para realizar sus actividades cotidianas. En 2008, el último año para el cual se tiene información disponible, la Biocapacidad de la tierra fue aproximadamente 12 billones de ha., globales (ver Figura 6). Al mismo tiempo, la Huella Ecológica de la humanidad fue, de acuerdo a los cálculos de Global Footprint Network, más de 18 billones de hectáreas globales, más de 1,5 veces la capacidad del planeta para mantener esta demanda. Esto significa que los recursos biológicos estaban siendo extraídos más rápido de lo que pueden regenerarse, y que el carbono estaba siendo emitido más rápido de lo que las plantas podrían absorberlo de la atmósfera (MAE, 2013).



Figura 6. Superficies que conforman la Huella Ecológica y Biocapacidad.
Fuente: (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

2.2. Efectos del Cambio Climático

Los efectos del cambio climático, producido por el calentamiento de la Tierra, serán los siguientes:

- ✓ Incremento del aumento del nivel del mar (en los últimos 100 años ya ha subido entre 10 y 25 cm). Se prevé que para 2 050 puedan subir 20 cm más y otros 50 cm para 2 100.
- ✓ Pérdida de tierras y humedales.
- ✓ Deshielo de glaciares y casquetes polares.
- ✓ Modificación del régimen de lluvias con cambios bruscos entre sequías e inundaciones.
- ✓ Aumento de temporales, tormentas y huracanes tropicales.
- ✓ Temperaturas extremas máximas, con incremento de la frecuencia de las olas de calor y frío.
- ✓ Aumento de las plagas y enfermedades tropicales.
- ✓ Daños en ecosistemas y agricultura por la imposibilidad de adaptarse con rapidez a los cambios de temperatura.
- ✓ Aumento de la mortalidad por estrés de calor y enfermedades provocadas por insectos tropicales.
- ✓ Aumento de la contaminación atmosférica en las ciudades (Herrán, 2012).

2.2.1. Fuentes de Emisión de Gases de Efecto Invernadero.

Las principales fuentes de gases de efecto invernadero debido a actividades humanas son:

Tabla 3. Fuentes de gases de efecto Invernadero de origen natural (Bunge, 2014).

Origen	Gases	Fuentes	Vida media en años
Natural	Bióxido de carbono (CO ₂)	Producto de la respiración de todos los seres vivos, descomposición aerobia de la materia orgánica, erupciones volcánicas	1.8 – 172
	Metano (CH ₄)	Descomposición anaerobia, erupciones volcánicas	12
	Óxido nitroso (N ₂ O)	Descomposición bacteriana de compuestos nitrogenados	120

Tabla 4. Fuentes de gases de efecto Invernadero de origen antropogénicos (Bunge, 2014).

Antropogénico	Bióxido de carbono (CO ₂)	Quema de combustibles fósiles(carbón, derivados de petróleo y gas); reacciones químicas en procesos de manufactura (producción de cemento y acero); cambio de uso de suelo (deforestación)	1.8 - 172
	Metano (CH ₄)	Descomposición anaeróbica en los cultivos de arroz, flatulencias y estiércol de ganado, escape de gas en minas y pozos petroleros	12
	Óxido nitroso (N ₂ O)	Producción de fertilizantes nitrogenados, quema de combustibles fósiles	120
	Hidrofluorocarbonos (HFC)	Procesos de manufactura y usados como refrigerantes	1.4 - 270
	Perfluorocarbonos (PFC)	Obtención de aluminio, fabricación de semiconductores, sustituto de las sustancias destructoras del ozono	2 600 a 50 000
	Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	Producción y uso en equipos eléctricos, fabricación de semiconductores, obtención de magnesio y aluminio	3 200

2.2.2. Alternativas para evitar el cambio climático

- **Transporte.** Reducir el individual y promocionar los medios colectivos.
- **Energía doméstica.** Disminuir su gasto con electrodomésticos de etiqueta energética o apagando los aparatos completamente (y no en modo estambay).
- **Residuos.** Favorecer la separación de basuras y el reciclaje.
- **Materiales.** Reutilizarlos siempre que se pueda (papel, juguetes, herramientas, muebles...) y evitar usar bolsas, cajas y embalajes.
- **Agua.** Reducir su consumo colocando, por ejemplo, botellas en las cisternas.
- **Riego.** Minimizar el riego de jardines y promocionar el sistema por goteo.
- **Urbanizar.** Sólo donde se sepa que habrá agua suficiente a largo plazo. En muchas ocasiones se otorgan licencias donde no hay agua.
- **Naturaleza.** Respetar los espacios protegidos y minimizar el impacto en zonas naturales.

- **Casas.** Construir las con buenos materiales aislantes térmicos para que la inversión en calefacción y el aire acondicionado sea menor.
- **Rendijas.** Mejorar los aislantes en ventanas y puertas porque entre un 5% y un 10% del calor del hogar se escapa por ellas.
- **Paneles solares.** fotovoltaicos conectados a la red eléctrica.
- **Energías alternativas.** Darles más valor y estar dispuestos a financiarlas. Si todos las apoyamos, serán rentables, aunque sean más caras.
- **Impuestos.** Permitir que se asignen para la conservación de recursos.
- **Suelo.** Minimizar los cambios de uso del suelo y, en general, del suelo artificial.
- **Impacto.** Dar más importancia a los análisis de impacto ambiental y considerar otras alternativas costosas, pero ambientalmente favorables.
- **Especies.** No trasladarlas fuera de su lugar de origen.
- **Invasores.** No soltar animales domésticos y mascotas. Pueden ser especies invasoras.
- **Productos químicos.** Minimizar el uso de compuestos químicos como antibióticos, fertilizantes y aerosoles.
- **Educar a los niños** en el valor de los bienes que nos ofrecen los ecosistemas.
- **Gobiernos.** Exigir la gestión sostenible a largo plazo de los recursos naturales (Camacho, 2000).

2.3 Impacto del Cambio Climático en la Agricultura

A pesar de avances tecnológicos como las mejoras vegetales, los organismos genéticamente modificados y los sistemas de riego; el clima, el suelo y la biota son todavía factores clave en la productividad agrícola. El efecto del cambio climático en la agricultura está relacionado con variaciones en los climas locales más que en patrones mundiales. La temperatura promedio de la superficie de la tierra ha aumentado 1 °F es igual a (-17°C) en el último siglo. Consecuentemente, como cada área local es afectada de manera diferente por el cambio climático, los agrónomos aseguran que todo estudio debería considerar individualmente cada zona (IPPC, 2002).

El Ecuador es un país limitadamente pequeño, pero una de las grandes ventajas que tiene es que posee diversos ecosistemas en el mundo y debido a esto también es vulnerable a los diversos

cambios climáticos que se están presentando en la actualidad. Ventajosamente el MAE ha optado por tomar políticas que aseguren la conservación del ambiente y la reducción de las emisiones de carbono en el sector industrial (Houston, 2012).

Aunque por otro lado, la economía agrícola ha crecido en estos últimos años y ahora provee cantidades significativas de comida a nivel nacional en los mayores países importadores, así como grandes ingresos para los exportadores. El aspecto internacional del comercio y la seguridad en términos de los alimentos implican la necesidad de considerar los efectos del cambio climático a una escala mundial (IPPC, 2002).

Los efectos más favorables para los cultivos dependen en gran parte del dióxido de carbono en el crecimiento de los cultivos y del aumento en la eficiencia en el uso del agua. La disminución de cultivos potenciales probablemente se produzca por la reducción del período de crecimiento, la escasez del agua y la vernalización deficiente (IPPC, 2002).

A largo plazo, el cambio climático podría afectar a la agricultura de varias maneras:

- Productividad, en términos de cantidad y calidad de los cultivos
- Prácticas agrícolas, a través de los cambios del uso del agua (riego) y aportes agrícolas como herbicidas, insecticidas y fertilizantes.
- Efectos en el medio ambiente, particularmente la relación de la frecuencia y sistema de drenaje de suelos, erosión, reducción de la diversidad de cultivos.
- Espacio rural, por medio de la pérdida y ganancia de terrenos cultivados, la especulación de tierras y los servicios hidráulicos.
- Adaptación, los organismos podrían convertirse más o menos competitivos, también los humanos podrían tener la necesidad de desarrollar más organismos competitivos, como variedades de arroz resistentes a la sal o a las inundaciones (IPCC, 2002).

Gran parte de las proyecciones son inciertas, en especial por la falta de información en varias regiones locales específicas, además de la incertidumbre que existe sobre la magnitud del cambio climático, los efectos de cambios tecnológicos en la productividad, la demanda mundial de

comida y las numerosas posibilidades de adaptación. El cambio climático está causando creciente el número de la migración forzada (IPPC, 2002).

Muchos agrónomos creen que la producción agrícola será afectada principalmente por la gravedad y el ritmo del cambio climático y no por tendencias graduales del clima. Ya que, si el cambio es gradual, la biota tendría tiempo suficiente para adaptarse. Sin embargo, si el cambio climático es grave, podría amenazar la agricultura en muchos países, especialmente la de aquellos que ya han sufrido de cambios en las condiciones climáticas, puesto que tienen menos tiempo para una óptima selección natural y adaptación (IPPC, 2002).

2.3.1 Proyecciones

(Schneider et al. 2007). Evaluó en un artículo las vulnerabilidades claves en el cambio climático. Se concluyó que si hubiera un incremento de 1 a 3°C, habría una disminución en la producción de algunos cereales en latitudes bajas y un aumento de la producción en altas latitudes. Se predijo que la producción mundial:

- Se incrementaría hasta una subida de 3°C aproximadamente.
- Probablemente disminuiría si sobrepasa el nivel de los 3 y 4 °C.

Muchos de los estudios de agricultura mundial hechos por (Schneider et al. 2007) no han incluido factores críticos como los cambios extremos o la propagación de pestes y enfermedades. Los estudios tampoco han considerado el desarrollo de técnicas específicas o tecnologías que ayuden a la adaptación. En las regiones de África, Asia, Australia, Europa y Latinoamérica.

2.3.2. Evidencias del Cambio Climático en Ecuador

De acuerdo a datos establecidos por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), desde hace algunas décadas las precipitaciones y la temperatura media en el Ecuador han variado de manera paulatina. Estas variaciones han afectado a muchas comunidades en el país, puesto que tienen que afrontar períodos de sequía, inundaciones, tormentas, etc. Al analizar los registros de 39 estaciones meteorológicas entre 1960 y 2006, se pudo determinar que la temperatura media anual ha tenido un aumento de 0,8 °C (Cáceres & Núñez, 2011).

Con respecto a las precipitaciones anuales, se dice que ha existido un incremento de lluvias en la región litoral del 33% y un 8 % en la región interandina (Cáceres & Núñez, 2011).

El nivel del mar también se ha visto afectado por el cambio climático actual. De acuerdo al INAMHI entre 1 995 y 2 008 en el centro y sur del país se registró un aumento de 7,80 y 5,20 cm en las estaciones “La Libertad” y “Puerto Bolívar” respectivamente. Caso contrario al norte del país, la estación “Esmeraldas” registró una disminución del nivel del mar de 0,52 cm. (Dávila y Varela, 2014).

Las evidencias glaciológicas en el país muestran reducciones importantes en los glaciares de los nevados, es así que entre 1 997 y 2 006 se ha disminuido un 27,8% de su superficie total (Dávila y Varela, 2014). Entre 1 976 y 2 006 aproximadamente 7,4 km² de los glaciares del Cotopaxi han desaparecido, lo que representa el 40% de su área total (Dávila y Varela, 2014).

Los datos obtenidos indican que en sólo 5 años (entre 1 995 y 2 000) el retroceso de los glaciares fue 8 veces más rápido que el registrado durante 36 años (entre 1 956 y 1 992) (Dávila y Varela, 2014).

La variabilidad climática también ha ocasionado severos impactos en el Ecuador. El fenómeno de El Niño 1982-1983 provocó una caída del 2.8% en el PIB; las pérdidas en El Niño 1997- 1998 representaron un 15% del PIB. Durante la fuerte temporada invernal de 2008, 13 de 24 provincias sufrieron impactos. Debieron instalarse 331 albergues y 14 222 personas tuvieron que abandonar sus viviendas. 37 personas murieron y 137 000 ha., de cultivos fueron afectadas. (UNDP, 2007).

El Ecuador, con 0.2% de la población mundial, es responsable por un 0.1 % de las emisiones de GEI a nivel mundial, con un promedio de emisión de 2.2 t de CO₂ por persona por año. Estos niveles están bastante por debajo de los de América Latina y el Caribe. Compárese esto con la situación de los países de altos ingresos, que concentran a 15% de la población mundial pero son responsables de casi la mitad de emisiones (alrededor de 13.2 t de CO₂ por persona). El Ecuador ha firmado y ratificado el Protocolo de Kioto y forma parte del grupo de países que no tienen que cumplir con metas específicas de reducción de emisiones (UNDP, 2007).

2.3.3. Tierras Agrícolas y Cambio Climático

Una vez llegada la Revolución Industrial, en el sector agrícola específicamente, evolucionaron las medidas utilizadas para la agricultura, y una vez se logró la inserción de la maquinaria moderna en el sector, se dio paso a la depredación masiva y a gran escala de diversos recursos naturales, entre ellos los bosques (mediante tractores y motosierras), todo con el único fin de obtener los insumos necesarios para las diversas producciones de forma masiva y acelerada. Del mismo modo, ingresó en la producción agrícola, sustancias químicas muy tóxicas (plaguicidas) y fertilizantes químicos, con el fin de proteger y maximizar las cosechas, empobreciendo la salud y la calidad del suelo (Aquino, et al. 2010).

La utilización de los fertilizantes, fungicidas y otros químicos en la agricultura tienen alto impacto en el medio ambiente, de igual forma que los gases químicos emitidos por las fábricas, centrales eléctricas y vehículos que queman carbón o productos derivados del petróleo. Las cantidades vertidas sobre los cultivos de sustancias químicas en la industria y la sociedad misma (Aquino, et al. 2010).

“El uso intensivo de la tierra requiere de más insumos como agua y fertilizantes que probablemente en un futuro sean muy difíciles de adquirir. En muchos casos, el manejo intensivo ha llevado a la contaminación y agotamiento del agua subterránea. Esto también puede incrementar el riesgo de deterioro del suelo, pérdida de biodiversidad, promover la quema de combustible fósiles y pérdida de la productividad por cambios en los patrones climáticos. Todos estos efectos llevan a la pregunta de si la Biocapacidad ganada podrá ser mantenida a largo plazo”. (GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2012).

2.3.4. Distribución de los Glaciares en el Ecuador

La Cordillera de los Andes es un sistema montañoso de América del Sur que se extiende entre los 11° de latitud Norte y los 60° de latitud Sur, tiene una extensión de alrededor de 7 500 km y una altitud media del relieve de 4 000 m s.n.m. La Cordillera de los Andes se subdivide en las siguientes regiones: los Andes Septentrionales, los Andes Centrales y los Andes del Sur (Úbeda, 2011). La Cordillera de los Andes atraviesa el Ecuador de Norte a Sur y está representada por dos

cadena montañosas: la Cordillera Occidental y la Cordillera Oriental. Sobre la Cordillera Occidental se tienen tres casquetes glaciares: Illiniza Sur, Carihuayrazo y Chimborazo y sobre la Cordillera Oriental se ubican cuatro casquetes glaciares: Cayambe, Antisana, Cotopaxi y Altar (Jaramillo, 2012). **Ver figura 7.**

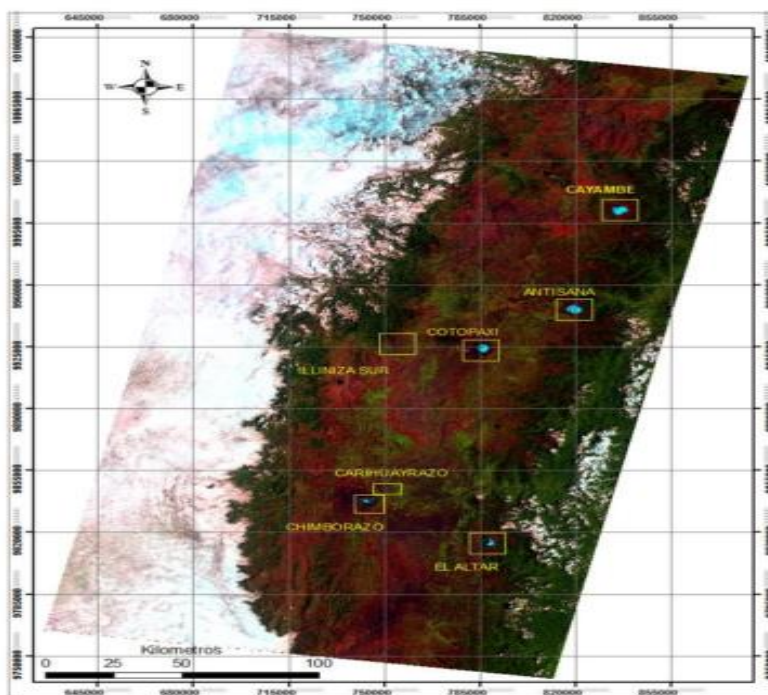


Figura 7. Distribución de los glaciares en el Ecuador.
Fuente: Brito, 2014

En la actualidad, Ecuador posee 7 casquetes glaciares en los siguientes nevados: Antisana, Cotopaxi, Chimborazo, Cayambe, Altar, Illiniza Sur y Carihuayrazo. Para el año 1997, se estimaba que los glaciares mencionados representaban una superficie total de 60 km² y para el año 2006 una menor a 50 km² (Cáceres, 2010).

Los glaciares del Ecuador en 30 años (1976-2006), han perdido entre 30-50 % de su superficie. Sin embargo, estudios más amplios se han realizado en los glaciares del Illiniza Sur (Febres, 2007). Antisana, Cotopaxi, Carihuayrazo y Chimborazo (Basantes, 2010; Cáceres, 2010; Collet, 2010; Calispa, 2012). Restando realizarlos en los demás glaciares, que son importantes por el aporte hídrico que representan a sus poblaciones aledañas (Francou, et al. 2011).

2.4 Efectos del Fenómeno el Niño en la Agricultura

Se estima que los pequeños y medianos agricultores representan el 95,5% de las unidades productivas agrícolas del país. Las unidades productivas menores a 20 has., abastecen el 41% de la producción de leche, el 63% de la producción de papa, el 46% de la producción de maíz y el 48% de la producción de arroz. El sector “agricultura” representa una de las principales fuentes de emisiones de GEI en Ecuador, pues pasaron de aproximadamente de 159 millones de t de C eq (CO₂-eq) en 1 990 a 210 millones de t de CO₂-eq en 2 006 (MAE, 2010). Un incremento del 24% en 16 años, a un promedio de un 1,5% anual.

La agricultura de pequeña escala y de subsistencia es la más vulnerable a los eventos climáticos extremos y variaciones climáticas irregulares. La ausencia de lluvias entre septiembre 2 009 y enero 2 010 afectó aproximadamente al 98% del área cultivada de Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo (estas cuatro provincias representan 43% de la superficie cultivada del país), al tiempo que el 2% fue declarada como pérdida total. Esto afectó a 18.000 familias campesinas. De la misma manera, las inundaciones de 2 009 y 2 010 afectaron al 24,4% de los cultivos de arroz de la provincia del Guayas y 23,3% de la provincia de Los Ríos, generando pérdidas de aproximadamente 19% de la superficie a nivel nacional, unas 80.000 ha de arroz (Cordero et al. 2011).

Las afectaciones como consecuencia del cambio climático pueden ser directas o indirectas. La mayor frecuencia de eventos climáticos extremos y el incremento del nivel del mar pueden ocasionar costosos daños directos en la infraestructura del país. En este caso se puede mencionar la destrucción o afectación a carreteras, oleoductos, torres de transmisión eléctrica, terminales marítimos, entre otros. El IPCC toma como un ejemplo los impactos del cambio climático de gran magnitud proyectados por sectores, a la vez que advierte que como consecuencia de episodios de precipitación intensa, habría un aumento de su frecuencia en la mayoría de las regiones. Esto causaría afectaciones para los sectores productivos, los asentamientos y la sociedad, como una alteración de los asentamientos humanos, del comercio, del transporte y de las sociedades, de presiones sobre las infraestructuras urbanas y rurales; y la pérdida de bienes (IPCC, 2007).

2.4.1 Impacto de la Agricultura y la Ganadería en el Cambio Climático

La agricultura está dando lugar al incremento de las tierras productivas en el cual se liberan GEI en gran medida por las actividades que se realizan en este sector, como el óxido nitroso, óxidos nitrosos, metano, dióxido de carbono y monóxido de carbono (Sharma et al. 2014).

A su vez (Maqueda, 2005) aporta que las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura a nivel mundial son:

- ✓ Fermentación entérica
- ✓ Gestión de estiércol (manejo de estiércol)
- ✓ Cultivo de arroz
- ✓ Quemadas planificadas de sabanas
- ✓ Quema en campo de residuos agrícolas
- ✓ Suelos agrícolas

Por otro lado (Anwar, et al. 2012). Encontraron que el sector de la agricultura es altamente vulnerable a los cambios en la temperatura y en la precipitación, que provocarán cambios en los regímenes de agua y en la tierra que traerán efectos en la producción de la agricultura. “El ganado es una fuente importante en los GEI debido a la fermentación entérica y al manejo de estiércol, esto se debe a que los animales rumiantes emiten grandes cantidades de Metano” (Dyer et al. 2010).

Otros estudios (Chhabra et al. 2013). Que la ganadería representa alrededor del 18% de las emisiones de gases de efecto invernadero globales como las emisiones de metano procedentes de la fermentación entérica, las emisiones de óxido nitroso procedentes del manejo del estiércol. Alrededor de un 37% de metano antropogénico se atribuye a la fermentación entérica de los rumiantes, como parte de sus procesos digestivos normales.

Los GEI predominantes de la ganadería son el metano y el óxido nitroso que representan el 8% del total de emisiones de los países que han ratificado el Protocolo de Kioto. Los esfuerzos para reducir las emisiones de este sector, han sido hasta ahora limitadas debido a los desacuerdos sobre la viabilidad técnica, el potencial de reducción y el costo efectividad de los instrumentos de política, que incluyen las medidas de mercado del carbono (Cooper et al. 2012).

2.4.2. Ganado Vacuno y Ganado Caprino

La producción pecuaria lechera contribuyen ampliamente a las emisiones antropogénicas de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y óxido nitroso (N₂O) a la atmósfera. El aumento de las concentraciones de estos gases ha venido provocando el calentamiento de la superficie terrestre y la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera (Morocho, 2012).

En las explotaciones de ganado lechero se genera una elevada cantidad de deyecciones orgánicas y consecuentemente un olor característico a amoníaco producto del metabolismo de los animales en el sistema digestivo. El alto contenido en compuestos nitrogenados de las excretas, ha dado lugar a la aparición de numerosos problemas medio ambientales (Morocho, 2012).

La forma de expresión de estos gases es en “millones de toneladas de carbono equivalente” (MtCO₂-e), y el “potencial de calentamiento global” (PCG) de cada gas se refiere al del CO₂ que toma el valor de 1. Así, el CH₄ tiene un PCG 21 veces superior al del CO₂, y el N₂O tiene un PCG de 310 veces más que el CO₂. La contribución de estos gases al efecto ambiental fue: CO₂ 62%; CH₄ 20%; CFC 12%; N₂O 4%; otros 2% (Berra G; Finster L; Castuma E. et al. 1994).

(Cornejo, 2010). Reporta que en Ecuador las emisiones de metano basado en la metodología del IPCC 2006 para emisiones del sector ganadero, las emisiones totales de metano del estiércol fueron de 182 Gg CO₂ Eq. (Giga gramos CO₂ equivalentes). En los sistemas ganaderos, el metano se libera mediante la fermentación anaeróbica de los alimentos en el rumen (rumiantes) o en el intestino grueso (no rumiantes) como resultado de la digestión. La cantidad de metano puede variar dependiendo del sistema digestivo, de la calidad del forraje y total de alimento ingerido, del peso y edad del animal (Groenestein et al. 2012; Chagunda et al. 2013).

La población caprina adulta en Ecuador es de 178 367 cabezas, distribuidas fundamentalmente en las regiones de la sierra, con 151 642 cabezas, y en la costa, con 25 957. Para el resto del país, se informan 768 cabezas. La mayor población de cabras se encuentra en la provincia de Loja, con 110 395 cabezas (Anon, 2003). Que corresponden a 61.89 % de la población nacional. Las razas predominantes en Ecuador son Anglo-Nubian, Criolla, Boer y Saanen. En la

región de la sierra se encuentran los cuatro genotipos de cabras, mientras que en la costa únicamente existe la Anglo-Nubian y la criolla. En la región oriente e insular se localiza la criolla.

2.4.3. Pérdida de la Biodiversidad: Propiciando el Desequilibrio del Planeta y la Vida del Ser Humano

Pero sin lugar a duda, la conceptualización de dicho término no demuestra la verdadera complejidad en la que consta y abarca el tema de la Biodiversidad y sobre todo el objetivo de su misma existencia y desarrollo en el planeta. Con respecto a la función que realizan los diversos ecosistemas bastos en biodiversidad y su papel desempeños en el clima y equilibrio en la Tierra están: “la purificación del agua, regeneración del suelo, protección de cuencas, regulación de la temperatura, reciclaje de elementos nutritivos y desechos y mantenimiento de la atmósfera” (Aquino, et al.2010).

Actualmente, la pérdida de la biodiversidad es un problema alarmante y que no solo pone en riesgo la vida de diversas especies tanto animal como de plantas, sino que verdaderamente la del mismo ser humano que lamentablemente con el paso del tiempo y a consecuencia de la industrialización misma, ha sido el principal actor por el aumento del cambio climático, ha extendido el deterioro de la biodiversidad y en el peor de los casos la extinción de la misma (Aquino, et al. 2010).

Sumando a esto, la sobrepoblación el cual es otro factor determinante e influyente en cuanto a la aceleración de la pérdida de la biodiversidad. La misma sociedad en sí, se ha convertido en su propio desequilibrio, al exigir o demandar la producción de diversos bienes o infraestructuras que compensen sus necesidades o exigencias. Cabe resaltar, que la elaboración de los mismos insumos o estructura urbana son proveídos por la industrialización, lo que resulta una suma de factores que se posicionan como los principales causantes de la destrucción de la biodiversidad. (Aquino, et al. 2010).

3. METODOLOGÍA

3.1. Ubicación del Lugar de Estudio

3.1.1 Ubicación Política

El CBFTZ (ver **Figura 8**) está ubicado en el Valle de Casanga, perteneciente a la Parroquia Casanga, Cantón Paltas, Provincia de Loja República del Ecuador; la distancia de Loja al CBFTZ es de 132 Km., aproximadamente a dos horas de viaje vía terrestre. (Abad, 2012).

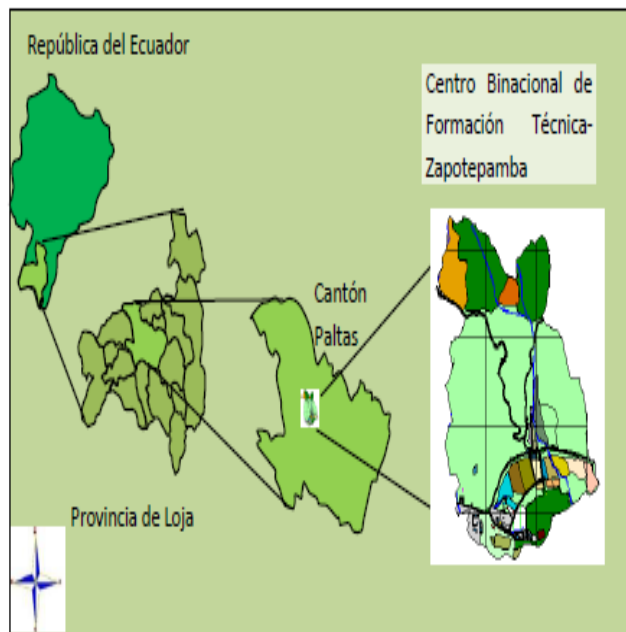


Figura 8. Croquis de ubicación del CBFTZ.
Fuente: (Abad, 2012)

3.1.2. Ubicación Geográfica

El CBFTZ está ubicado en las siguientes coordenadas:

Latitud Sur 04° 01' 01"

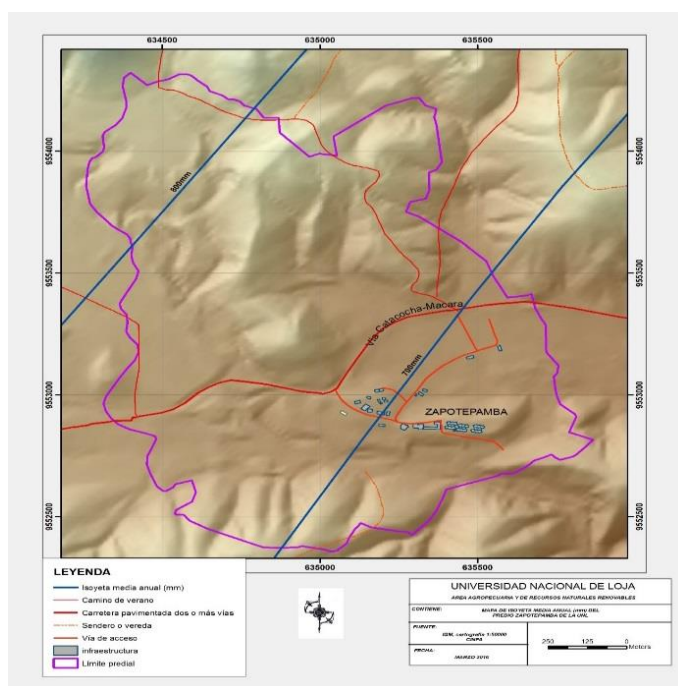
Longitud Oeste 79° 46' 27"

3.1.3. Temperatura.- La temperatura promedio es de 24 °C.

3.1.4. Precipitación

La precipitación media anual es de 660 mm, encontrándose un régimen pluviométrico definido con un déficit de lluvia durante los meses de mayo a diciembre; y, precipitaciones concentradas en los meses de enero, febrero, marzo, y abril; el primer dato indica que para hacer producción en dichos meses se debe considerar las áreas que disponen de riego; y, solo cuatro meses en el año se producen las lluvias es donde la mayoría de los productores hacen agricultura (cultivo de temporal) (Abad, 2012). Ver figura 9.

Figura 9. Mapa de isoyeta media anual (mm) del predio Zapotepamba de la U N L.



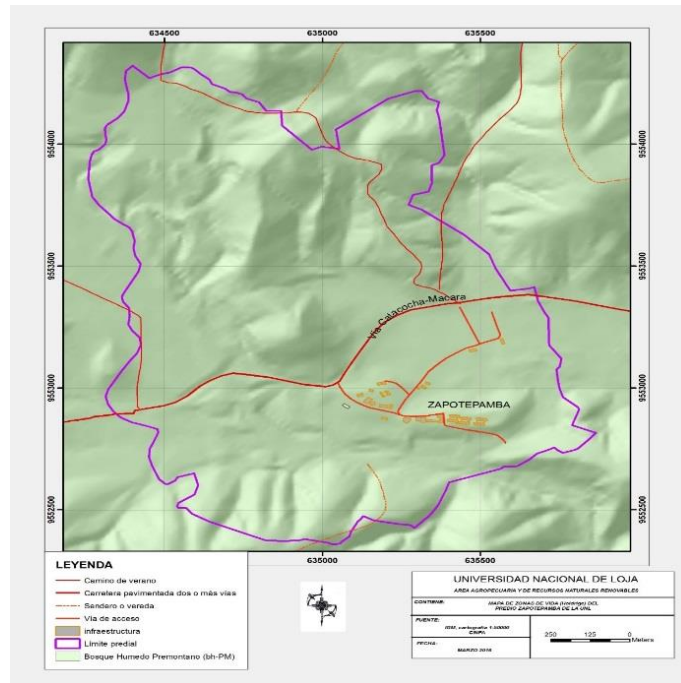
Fuente: CINFA

Responsable: Santos Agustín Torres Guamán

3.1.5 Zona de vida

Zapotepamba pertenece a la zona de vida Bosque seco tropical (Bs-T) según (Sierra, 1999).

Figura 10. Mapas de zonas de vida (Holdridge) del predio Zapotepamba de la U N L.

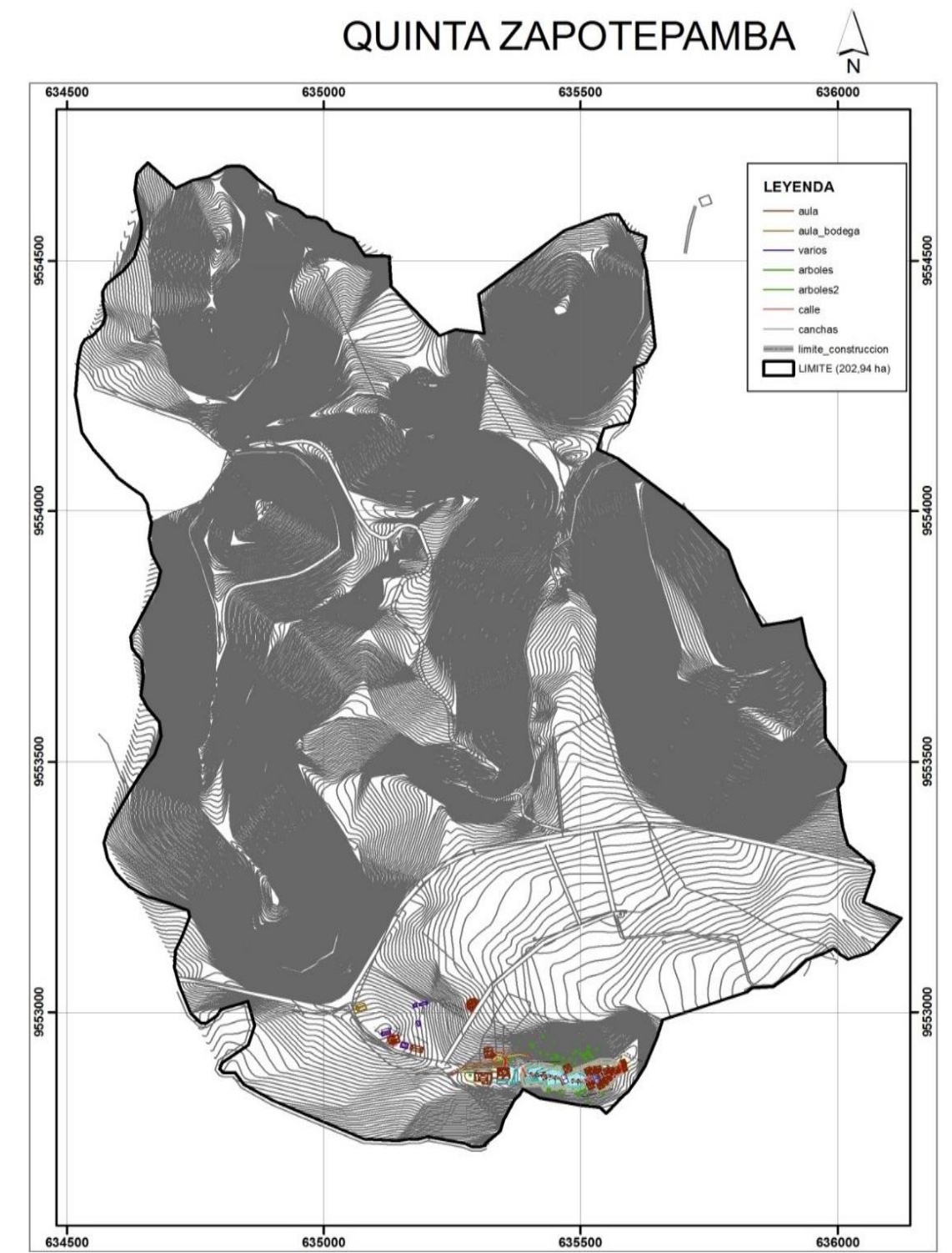


Fuente: CINFA
Responsable: Santos Agustín Torres Guamán

3.1.6 Altitud: 900 m s. n. m.

El CBFTZ cuenta con una finca de 195,6 ha., de las cuales 40 ha., son potencialmente regables, las mismas que están ubicados en la parte baja de la finca; y, las 150 ha., con áreas de secano y formaciones naturales de bosque seco y 5,6 ha., destinadas para infraestructura educativa y productiva.

3.1.7. Figura 11. Mapa base del predio Zapotepamba de la U N L.



Fuente: CINFA
Responsable: Santos Agustín Torres Guamán

3.2. Metodología Para el Primer Objetivo

“Determinar las emisiones de gases de efecto invernadero, derivadas de las actividades realizadas en el Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba”.

Para cumplir con el primer objetivo y poder determinar las emisiones de gases de efecto invernadero, derivadas de actividades realizadas en la zona de estudio se realizó primero un diagnóstico situacional de la zona en especial las actividades y materiales existentes y de las personas que laboran en el CBFTZ con el fin de cuantificar y conocer hasta qué punto estas actividades generan emisiones de gases, sin embargo, de acuerdo a un sondeo rápido se pudo identificar lo siguiente.

3.2.1. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Ganadería

Para determinar los GEI de las emisiones por fermentación entérica en la ganadería se obtuvo la población de ganado bovino y caprino del CBFT. Para el cálculo de los GEI provenientes del manejo de residuos sólidos y líquidos de la ganadería se realizó un muestreo aleatorio simple en el sitio de estudio.

3.2.2 Emisiones por Fermentación Entérica

Para el caso de este estudio se realizó una clasificación respecto al tipo de ganado bovino y caprino (doble propósito productor de leche o carne solamente). Para la cuantificación de metano (CH₄) por fermentación entérica se utilizó la ecuación:

$$Emisiones = EF_{(T)} \left(\frac{N_T}{10^6} \right)$$

Dónde:

Emisiones= emisiones de metano por fermentación entérica, Gg CH₄ año⁻¹

EF_(T)= Factor de emisión para la población de ganado definida, Kg CH₄ cabeza⁻¹año⁻¹

$N_{(T)}$ = número de cabezas de ganado de la especie/categoría T de la provincia.

T= especie/categoría de ganado.

El factor de emisión se obtuvo a partir de la población anual de leche vaca⁻¹año⁻¹ del CBFTZ.

3.2.3. Emisiones Totales por Fermentación Entérica del Ganado.

Para ello se empleó la siguiente ecuación:

$$\text{Total CH}_4 \text{ enterica} = \sum_i E_i$$

Dónde:

Total CH₄entérica= emisiones totales de metano por fermentación entérica, G g CH₄ año⁻¹

E_i= emisiones de las *i*th categorías de ganado.

3.2.4. Metano (CH₄)

La cantidad de emisiones de CH₄ dependen de: a) la tasa de desechos por animal, b) el número de animales y c) el tipo de manejo que se les aplico a los desechos. Para la cuantificación de emisiones de CH₄ por manejo de residuos sólidos y líquidos, se requerirá de los siguientes datos: 1) tener una caracterización del ganado, 2) identificación del tipo de clima en la región y 3) temperatura promedio del lugar. Estas variables tienen relación directa en las emisiones de GEI por esta actividad. La ecuación que se utilizó en este paso fue:

$$\text{CH}_4 \text{desechos} = \sum \frac{EF_t * N_t}{10^6}$$

Dónde:

CH₄desechos= emisiones por manejo de desechos, para la población definida en Gg CH₄año⁻¹

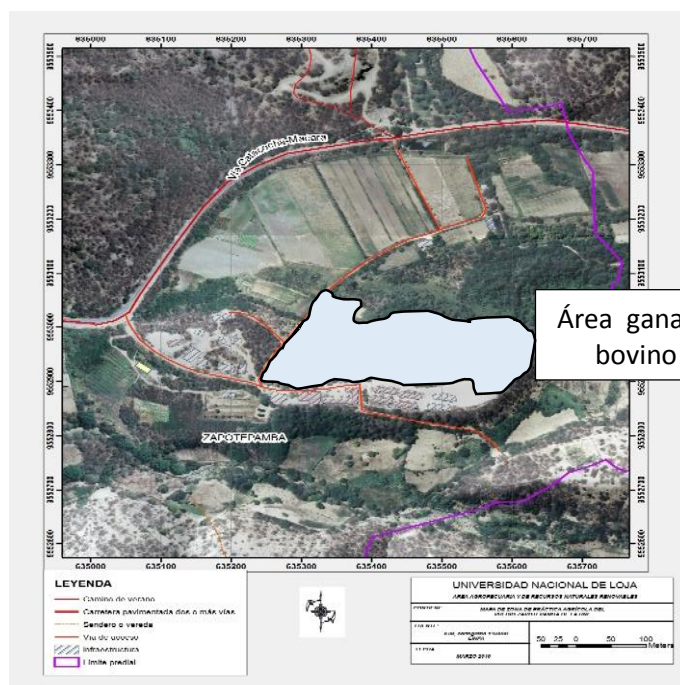
EF= Factor de emisión para la población definida del ganado, Kg CH₄ cabeza⁻¹año⁻¹

N = número de cabeza de ganado por especie.

3.2.5 Caracterizar el Ganado

Para caracterización del ganado se lo realizó por especie debido a que las especies bovinas y porcinas, se decidirá aplicar los métodos por especies ya que se debe efectuar una caracterización minuciosa; para las restantes especies, se aplicó una caracterización simplificada, lo que significó el uso de la población total, en este caso a nivel de finca, sin desagregación por sexo, edad u otra característica.

Figura 12. Mapa de ubicación del ganado bovino, del predio Zapotepamba de la U N L.



Fuente: CINFA
Responsable: Santos Agustín Torres Guamán

3.2.6 Caracterización Minuciosa del Ganado Bovino

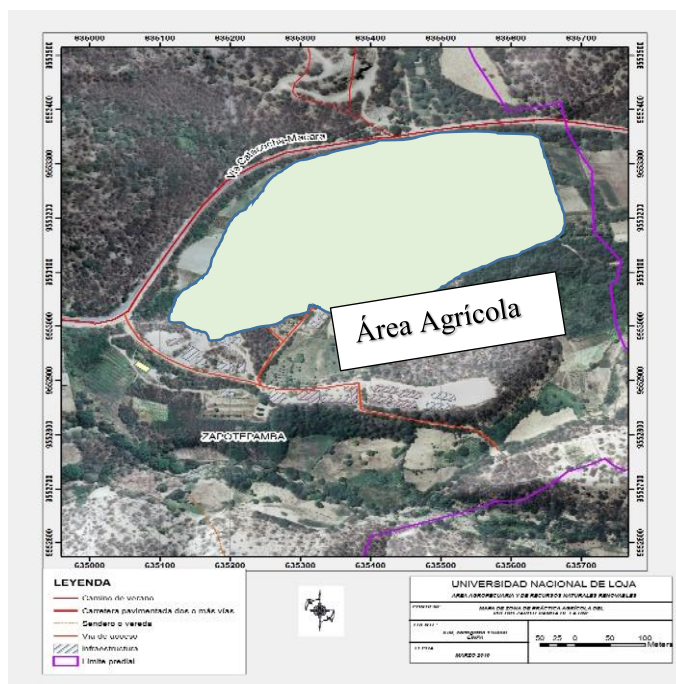
Población bovina. La primera actividad ejecutada fue la desagregación de la población en grupos de animales homogéneos. Ello se lo hizo en función del sexo, edad, peso, sistema de manejo, y microrregiones ambientales.

La desagregación en animales tipo lecheros y no lecheros, energía bruta, para “Fermentación entérica” (ganado bovino en pastoreo y confinado). La caracterización minuciosa conduce a una estimación de la energía bruta consumida, por cada animal tipo y sistema de manejo. Este valor se utiliza, posteriormente, para estimar factores de emisión animal tipo específicos. Para ello, se utilizó la metodología IPCC (2006), que se muestra a continuación. Para el ganado bovino, se efectuó la estimación de la energía bruta, orientada a su uso en la categoría de “Fermentación entérica”.

3.3. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Agricultura

Las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura continúan aumentando, aunque no tan rápido como las emisiones de otras actividades humanas.

Figura 13. Mapa del área de agricultura del predio Zapotepamba de la U N L.



Fuente: CINFA
Responsable: Santos Agustín Torres Guamán

3.3.1. Emisiones Directas de N₂O por Manejo de Fertilizantes Sintéticos

Para ello primeramente se procedió a contabilizar los fertilizantes nitrogenados que aplican a los cultivos, la cantidad usada por año y se establecerá la cantidad de nitrógeno que se aplica por hectárea, para ello se tomó en cuenta la fórmula de emisiones directas de N₂O. La cantidad de nitrógeno se obtuvo a través de las formula de cada uno de los fertilizantes. Para la cuantificación de emisiones de N₂O por aplicación de fertilizantes sintéticos se recurrió a la Ecuación:

$$N_2O_{inputs-N} = F_{sn} * EF_1$$

Donde:

$N_2O_{inputs-N}$ = emisiones directas anuales de N₂O-N por aplicaciones de N en el manejo del suelo.

F_{sn} = cantidad anual de N aplicado de fertilizantes sintético en el suelo

EF_1 = factor de emisión para N₂O en las aplicaciones de N, Kg N₂O-N (Kg N aplicaciones)⁻¹44/28 = conversión de (N₂O-N) emisiones en N₂O_(mm) emisiones.

El factor de emisión utilizado fue de 0,01 (kg N₂O-N (kg N)⁻¹).

3.3.2. Emisiones de CO₂ por Fertilización con Urea

Las emisiones de CO₂ por la fertilización con urea se estimó mediante la siguiente ecuación: CO₂-C Emisión=M*EF

Donde:

Emisión de CO₂-C = emisiones anuales de C por aplicación de urea, t C año⁻¹

M = cantidad anual de fertilización con urea, t urea año⁻¹

FE = factor de emisión, t de C (t de urea)⁻¹

Figura 14. Ubicación del área de la agricultura del predio Zapotepamba de la U N L.



**Fuente: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.
Responsable: Santos Agustín Torres Guamán**

3.3.3. Emisiones de CO₂ por el uso de la Energía Eléctrica

Emisiones de energía eléctrica consumida en las diferentes viviendas y es utilizada para la producción de la misma. La ecuación empleada fue: Emisiones = Ce*FE

Donde:

Ce = consumo de electricidad KW año⁻¹

FE= factor de emisión.

Figura 15. Parte de la Energía Eléctrica utilizada del Predio Zapotepamba de la U N L.

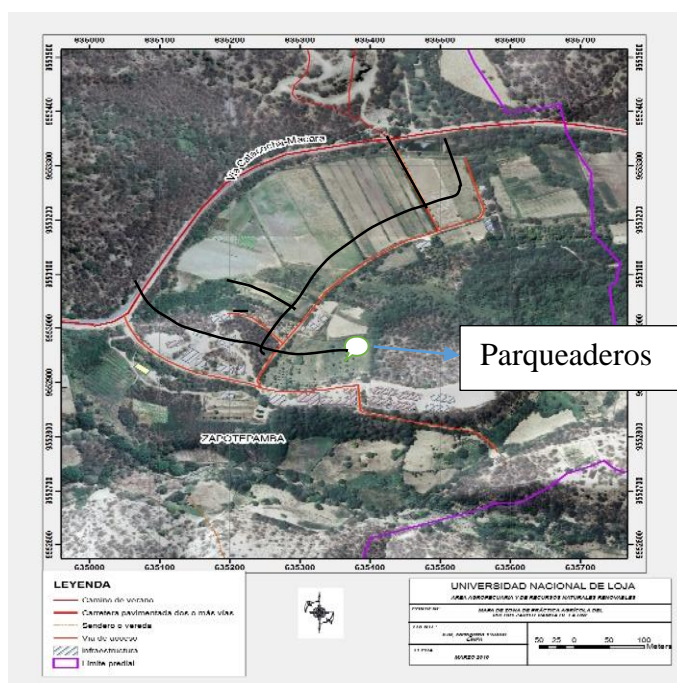


**Fuente: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.
Responsable: Santos Agustín Torres Guamán**

3.3.4. Emisiones de CO₂ por Consumo de Combustible

Las emisiones de dióxido de carbono del consumo de combustibles líquidos se refieren principalmente a las emisiones del uso de combustible derivadas del petróleo como fuente de energía.

Figura 16. Ubicación del parqueadero dentro del predio Zapotepamba de la U N L.



Fuente: CINFA
Responsable: Santos Agustín Torres Guamán

Las emisiones producidas por transporte tienen dos enfoques independientes, pueden ser por el combustible consumido o por kilometraje por vehículo (IPCC, 2006). Para motivos de este estudio se utilizó el enfoque de consumo de combustible, el cual se considera el más apropiado en la cuantificación de emisiones de CO₂ para esta actividad. Para la cuantificación de emisiones de CO₂ por consumo de combustibles se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones} = \sum a [\text{combustible (a)} * \text{EF(a)}]$$

Donde:

Emisiones = Emisiones de CO₂ (kg)
 Combustible = Consumo de combustible (TJ)
 EF = factor de emisión (kg/TJ)
 a = tipo de combustible

Los factores de emisión utilizados fueron los siguientes:

1) EF_{diésel}=2,83 Kg CO₂eL⁻¹; y 2) EF_{gasolina}= 2,33 Kg CO₂eL⁻¹

3.3.5. Emisiones de CO₂ por Consumo de Papelería.

En el caso de la industria del papel se considera una fuente de emisión por utilizar carbonato de sodio, es utilizado para dar blanqueamiento al papel o para aplicarlo directamente en la producción de pulpa. Se pueden encontrar desde un 20% hasta un 70%, dependiendo del proceso de producción y el tipo de papel. Para la cuantificación de emisiones de CO₂ por consumo de papel se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones CO}_2 = E F * (C_p * 0.7)$$

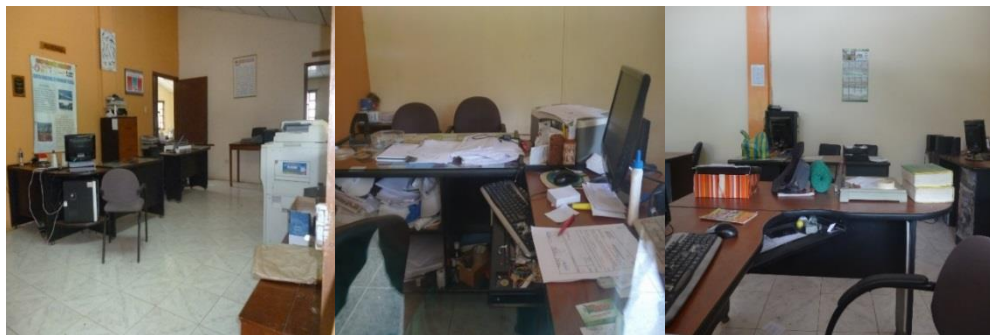
Donde:

Emisiones CO₂= emisiones t CO₂

EF= factor de emisión t CO₂ (t carbonato de sodio)⁻¹

C_p= consumo de papel (t papel año⁻¹)

Figura 17. Oficinas donde se utiliza la mayor cantidad de papel.



**Fuente: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.
 Responsable: Santos Agustín Torres Guamán**

3.4. Metodología para el Segundo Objetivo

Proponer Lineamientos Alternativos para Controlar los Impactos Generados en el Sitio de Estudio

Con los resultados obtenidos en el primer objetivo, se planteó lineamientos estratégicos enfocados principalmente en la prevención y mitigación de los problemas detectados. Cabe mencionar que los lineamientos propuestos fueron un punto de partida para que se implementen procesos que permitan fortalecer al Sistema de Información Ambiental Nacional (SIAN), dar mayor claridad sobre los roles y responsabilidades de todos los actores institucionales encargados de la generación y gestión de la información ambiental, así como involucrar aquellos actores que, sin tener un rol establecido, podrían participar y coordinar de mejor manera esfuerzos en pro de un mayor acceso a la Información Ambiental.

De acuerdo con la norma ISO 14001, la mejor forma de considerar un sistema de gestión ambiental como una estructura de organización a la que se le debería hacer seguimiento continuo y se debería revisar periódicamente para proporcionar una orientación eficaz para la gestión ambiental de la organización en respuesta a factores cambiantes, externos e internos. Todos los niveles de la organización deberían aceptar la responsabilidad de trabajar para lograr mejoras ambientales, según sean aplicables para que los directivos del CBFTZ pongan en marcha dichas acciones.



4. RESULTADOS

“Determinar las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, Derivadas de las Actividades Realizadas en el Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.”

4.1. Diagnóstico Situacional



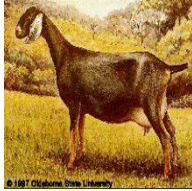
En la finca se observa que cuenta con ganado bovino y ganado caprino el mismo que es alimentado a través de melaza, urea, residuos de cosechas como maíz, y otros elementos de gran interés para su alimentación, el área que ocupa cada tipo de ganado lo dedican en dos hectáreas entre galpones, cercados, zonas de alimentación, desparasitación, reproducción y descansos. (**Ver tabla 5**) Cuando están dentro de los galpones o áreas de pastoreo y alimentación, se puede obtener las muestras de orina y residuos sólidos, además, se observa en ciertas horas determinadas la presencia de residuos sólidos para la recolección y análisis. Además, existen dos tipos de ganado caprino y ganado bovino para su uso especial para la utilización de la carne o de la leche.

Tabla 5. *Número de cabezas de ganado del predio Zapotepamba de la U N L del año 2014.*

Ganado Vacuno	Raza	Número	Edad	Sexo	Foto
	Brown Swiss (Leche)	6	4 años	Hembras	
	Holstein (Leche)	2	4 años	Hembras	
Total		8			

Fuente: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.

Tabla 6. Número de animales de ganado caprino del predio Zapotepamba de la U N L del año 2014.

Ganado Caprino	Raza	Número	Edad	Sexo	Foto
	Saanen (Leche)	20	3.5 años	18 hembras 2 machos	
	Boer (Carne)	2	3.5 años	hembras	
	Anglo-nubian (Mixto)	55	3.5 años	50 hembras 5 machos	
Total		77			

Fuente: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.

Tabla 7. Datos de animales existentes del predio Zapotepamba de la U N L., año 2014.

Clase	Cantidad	Edad	Sexo
Ovino	11	3.5 años	2 Machos, 9 Hembras
Cerdos	6	0.5	1 Macho, 5 Hembras
Avestruz	5	1.5 años	2 Machos, 3 Hembras

Fuente: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.

En cuanto a la utilización de fertilizantes se observó que la finca utiliza fertilizantes sintéticos nitrogenados, como la urea, sobre la utilización de energía eléctrica se estimó la cantidad de energía que consumen en el CBFTZ para poder relacionar y conocer las emisiones, también se cuenta con la utilización de combustible para movilizar los vehículos y tractores, y otros elementos

contaminantes, además se observa que se utiliza papel bond, tintas y otros elementos para su operatividad.

Tabla 8. Datos recogidos por las actividades realizadas en el Predio Zapotepamba de la UNL., año 2014.

Tipo	Promedio Mensual	Total
Combustible Diésel Carro	699	8 388
Combustible Tractor	150	1 800
Combustible gasolina	3 395	40 740

Fuente: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.

4.2 Determinación de los Gases de Efecto Invernadero

Cuadro 1. Emisiones emitidas de GEI del metano, de la ganadería del CBFTZ (fermentación entérica), durante el año 2014.

Cantidades/población/categoría	No. Cabezas	Litros de leche	Subtotal	Total
Ganado Vacuno/ 2	8	9	72	25 920 L
Ganado caprino/3	54	2.4	129,6	46 656 L
Factor de emisión	Kg CH ₄			0,00277

Fuente: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.

Para el caso de este estudio se realizó una clasificación respecto al tipo de ganado bovino y caprino (doble propósito productor de leche o carne solamente). Para la cuantificación de metano (CH₄) por fermentación entérica se utilizó la ecuación:

$$emisiones = EF_{(T)} \left(\frac{N_{(T)}}{10^6} \right)$$

Donde:

Emisiones = emisiones de metano por fermentación entérica, Gg CH₄año⁻¹

EF_(T) = Factor de emisión para la población de ganado definida, Kg CH₄ cabeza⁻¹año⁻¹

$N_{(T)}$ = número de cabezas de ganado de la especie/categoría T de la provincia.

T = especie/categoría de ganado.

Ganado Vacuno:
$$\text{Emisiones} = EF_{(T)} \left(\frac{N_{(T)}}{10^6} \right)$$

$$\text{Emisiones} = EF_{(T)} \left(\frac{N_{(T)}}{10^6} \right)$$

$$\text{Emisión} = 0.0027 \left(\frac{8(2)}{10^6} \right)$$

$$\text{Emisión} = 0.0027 \left(\frac{16}{1\,000\,000} \right)$$

$$\text{Emisión} = 0.0027 (0.000016)$$

$$\text{Emisión} = 0.0000000432 \text{ Gg CH}_4 \text{ año.}$$

Ganado Caprino
$$\text{Emisiones} = EF_{(T)} \left(\frac{N_{(T)}}{10^6} \right)$$

$$\text{Emisión} = 864 \left(\frac{54(2)}{10^6} \right)$$

$$\text{Emisión} = 864 \left(\frac{108}{1\,000\,000} \right)$$

$$\text{Emisión} = 864 (0,000108)$$

$$\text{Emisión} = 0,093312 \text{ Gg CH}_4 \text{ año.}$$

Cuadro 2. Emisiones emitidas de GEI del metano en la ganadería del CBFTZ durante el año 2014.

Cantidades/población/especie	Kg/desecho	Cabeza/año	Subtotal	Total/Kg
Ganado vacuno/ hembras	6.8/ día	8	54.4	54.4
Ganado caprino	1,9/ día	54	102.6	102.6
Avícola	150	1 200	180 000	180 000

Fuente: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.

La cantidad de emisiones de CH₄ dependen de: a) la tasa de desechos por animal, b) el número de animales y c) el tipo de manejo que se les aplico a los desechos. Para la cuantificación de emisiones de CH₄ por manejo de residuos sólidos y líquidos, se requerirá de los siguientes datos: 1) tener una caracterización del ganado, 2) identificación del tipo de clima en la región y 3) temperatura promedio del lugar. Estas variables tienen relación directa en las emisiones de GEI por esta actividad. La ecuación utilizada en este paso fue:

Ecuación: Ganado Vacuno $CH_{4\text{desechos}} = \sum \frac{EF_t * N_t}{10^6}$

Donde:

CH_{4desechos}= emisiones por manejo de desechos, para la población definida en G g CH₄año⁻¹

EF= Factor de emisión para la población definida del ganado, Kg CH₄ cabeza⁻¹año⁻¹

N= número de cabeza de ganado por especie

EF = 6.8 Kg x 8 = 54,4 de ganado vacuno

$$CH_{4\text{desechos}} = \frac{54,4 \cdot 22^0 * 8 \cdot 22^0}{10^6}$$

$$CH_{4\text{desechos}} = \frac{1 \ 196.8 * 176}{10^6}$$

$$CH_{4\text{desechos}} = \frac{210 \ 636.8}{10^6}$$

CH_{4desechos} = 0.2106368 Gg CH₄ año.

Ecuación: Ganado Caprino $CH_{4\text{desechos}} = \sum \frac{EF_t * N_t}{10^6}$

Donde:

CH_{4desechos}= emisiones por manejo de desechos, para la población definida en Gg CH₄año⁻¹

EF= Factor de emisión para la población definida del ganado, Kg CH₄ cabeza⁻¹año⁻¹

N= número de cabeza de ganado por especie

$$EF = 1.9 \text{ Kg} \times 54 = 102,6 \text{ ganado caprino}$$

$$\text{CH}_4 \text{ desechos} = \frac{102.6_{22^0} * 54_{22^0}}{10^6}$$

$$\text{CH}_4 \text{ desechos} = \frac{2\,257,2 * 1\,188}{10^6}$$

$$\text{CH}_4 \text{ desechos} = \frac{2\,681\,553.6}{10^6}$$

$$\text{CH}_4 \text{ desechos} = 2,6815536 \text{ Gg CH}_4 \text{ año.}$$

Ecuación: para la Avicultura.

$$\text{CH}_4 \text{ desechos} = \sum \frac{EF_t * N_t}{10^6}$$

Donde:

$\text{CH}_4 \text{ desechos}$ = emisiones por manejo de desechos, para la población definida en G g $\text{CH}_4 \text{ año}^{-1}$

EF= Factor de emisión para la población definida del ganado, Kg $\text{CH}_4 \text{ cabeza}^{-1} \text{ año}^{-1}$

N= número de cabeza de ganado por especie

$$EF = 150 \text{ Kg} \times 1\,200 = 180.000 \text{ especies avícolas}$$

$$\text{CH}_4 \text{ desechos} = \frac{180\,000_{22^0} * 1\,200_{22^0}}{10^6}$$

$$\text{CH}_4 \text{ desechos} = \frac{3\,960\,000 * 26400}{10^6}$$

$$\text{CH}_4 \text{ desechos} = \frac{104\,544\,000\,00}{10^6}$$

$$\text{CH}_4 \text{ desechos} = 104\,544 \text{ Gg CH}_4 \text{ /año.}$$

Cuadro 3. Emisiones emitidas de GEI de CO₂ por fertilizantes del CBFTZ durante el año 2014.

Fertilizante/urea	Ton/urea/mes	Total CO ₂
Cultivos de ciclo corto	0,32	3,84
FE	- 0,32	

Fuente: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.

Las emisiones de CO₂ por la fertilización con urea se estimarán mediante la siguiente ecuación: CO₂-C Emisión = M * EF

Donde:

Emisión de CO₂-C= emisiones anuales de C por aplicación de urea, t C año⁻¹

M = cantidad anual de fertilización con urea, t urea año⁻¹

FE= factor de emisión, t de C (t de urea)⁻¹

CO₂ - C Emisión= - 0,32 * 0.32

CO₂ - C Emisión= - 0,1024 t C año

4.3 Emisiones Emitidas de GEI de CO₂ por consumo de Energía Eléctrica del CBFTZ.

Cuadro 4. Emisiones emitidas de GEI de CO₂ por consumo de energía eléctrica del CBFTZ durante el año 2014.

Energía eléctrica	KW año ⁻¹	Total CO ₂
Consumo mes/energía	3 200	38 400
FE	3 200	320

Fuente: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.

La ecuación a emplear será: Emisiones = Ce*FE

Donde:

Ce= consumo de electricidad KW año⁻¹

FE= factor de emisión.

$$C_e = 0,32$$

$$F_E = 2/0,32$$

$$F_E = 6,25$$

$$\text{Emisiones} = 0,32 * 6,25$$

$$\text{Emisiones} = 2 \text{ MW t CO}_2 \text{ año}$$

4.4 Emisiones Emitidas de GEI de CO₂ por uso de combustibles de los Vehículos del CBFTZ durante el año 2014.

Cuadro 5. Emisiones emitidas de GEI de CO₂ por uso de combustible (diésel) del CBFTZ durante el año 2014.

Tipo de Combustible	Promedio Mensual Diésel	Total Galones Diésel año 2014
Diésel	849	10 188
Tipo de combustible	2	2
Valor Constante	EF _{diésel} =2,83 Kg CO ₂ eL-1	
Factor de emisión/EF	0,0033	0.039

Fuente: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.

Para la cuantificación de emisiones de CO₂ por consumo de combustibles se manejó la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones} = \sum a [\text{combustible (a)} * EF(a)]$$

Donde:

Emisiones= Emisiones de CO₂ (kg)

Combustible= Consumo de combustible (TJ)

EF= factor de emisión (kg/TJ)

a= tipo de combustible

Los factores de emisión utilizados son los siguientes: 1) EF_{diésel}=2,83 Kg CO₂eL-1

$$EF = 2,83/849 = 0,0033 \text{ Kg CO}_2$$

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$\text{Emisiones} = \sum a [\text{combustible (a)} * \text{EF(a)}]$$

$$\text{Emisión} = 2 (849 (2) + 0,0033(2))$$

$$\text{Emisión} = 2(1698) (0,0066)$$

$$\text{Emisión} = 2(11,2068)$$

$$\text{Emisión} = 22,4136 \text{ por mes}$$

$$\text{Emisión} = 22,4136 \times 12 = 268,9632 \text{ Kg CO}_2 \text{ eL de diésel por año.}$$

Cuadro 6. Emisiones emitidas de GEI de CO₂ por uso de combustible (gasolina) del CBFTZ durante el año 2014.

Tipo de Combustible	Promedio Mensual Gasolina	Total Galones Gasolina año 2014
Gasolina	3 395	40 740
Tipo de combustible	1	1
Valor constante	EF _{gasolina} =2,33 Kg CO ₂ eL-1	
Factor de emisión/EF	0.0006863	0.0833

Fuente: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.

Para la cuantificación de emisiones de CO₂ por consumo de combustibles se utilizó:

$$\text{Emisiones} = \sum a [\text{combustible (a)} * \text{EF(a)}]$$

Donde:

Emisiones= Emisiones de CO₂ (kg)

Combustible= Consumo de combustible (TJ)

EF= factor de emisión (kg/TJ)

a= tipo de combustible

Los factores de emisión utilizados son los siguientes: 1) EF_{gasolina}=2,33 Kg CO₂eL-1

$$\text{EF} = 2,33 / 3395 = 0,0006863$$

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$\text{Emisiones} = \sum a [\text{combustible (a)} * \text{EF(a)}]$$

$$\text{Emisión} = 2 (3\ 395 (2)) + 0,0006863(2)$$

$$\text{Emisión} = 2 (6\ 790) 0,0013726 (2)$$

$$\text{Emisión} = 2 (13580) (0,0027452)$$

$$\text{Emisión} = 27\ 160 * 0,0027452$$

$$\text{Emisión} = 74,559632 \text{ por mes}$$

$$\text{Emisión} = 74,559632 \times 12 = 894,715584 \text{ kg CO}_2 \text{ por año}$$

4.5 Emisiones Emitidas por consumo de papel en el CBFTZ

Cuadro 7. Emisiones emitidas de GEI de CO₂ por uso de papelería del CBFTZ durante el año 2014.

Papelería	Kg	Total
Papel Bond 75 gr	500	6 000
Factor de emisión/EF	1/500	0,002

Fuente: Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba.

En el caso de la industria del papel se considera una fuente de emisión por utilizar carbonato de sodio, es utilizado para dar blanqueamiento al papel o para aplicarlo directamente en la producción de pulpa. Se pueden encontrar desde un 20% hasta un 70%, dependiendo del proceso de producción y el tipo de papel para esto se trabajó con la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones CO}_2 = E F * (C_p * 0.7)$$

Donde:

Emisiones CO₂ = emisiones t CO₂

EF = factor de emisión t CO₂ (t carbonato de sodio)⁻¹

C_p = consumo de papel (t papel año⁻¹)

EF = 500 (0,55)

EF = 275

$$C_p = 500 \text{ (1)}$$

$$C_p = 500$$

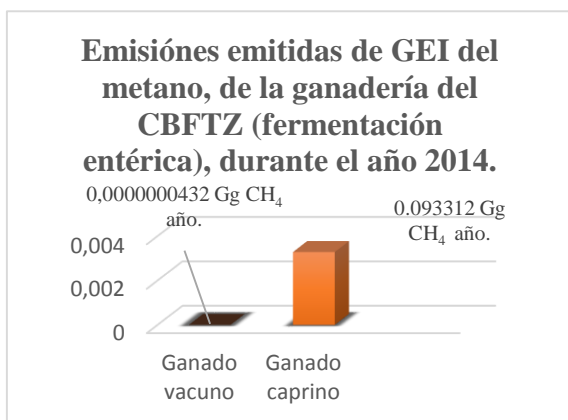
$$\text{Emisiones CO}_2 = E F * (C_p * 0.7)$$

$$\text{Emisiones CO}_2 = 275 \text{ (500 x 0.7)}$$

$$\text{Emisiones CO}_2 = 275 \text{ (350)}$$

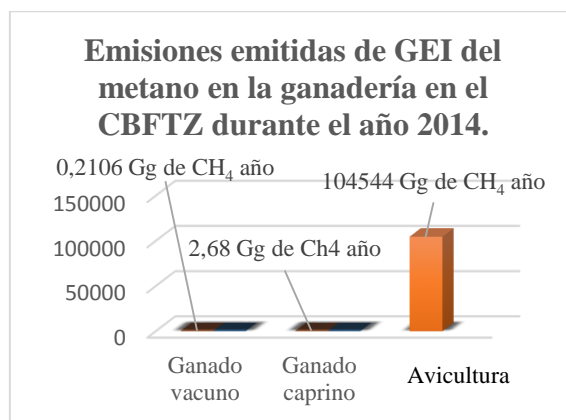
$$\text{Emisiones de CO}_2 = 96 \text{ 250 t CO}_2 \text{ al año}$$

Figura18. Datos obtenidos y representados de las diferentes actividades del CBFTZ, durante el año 2014.



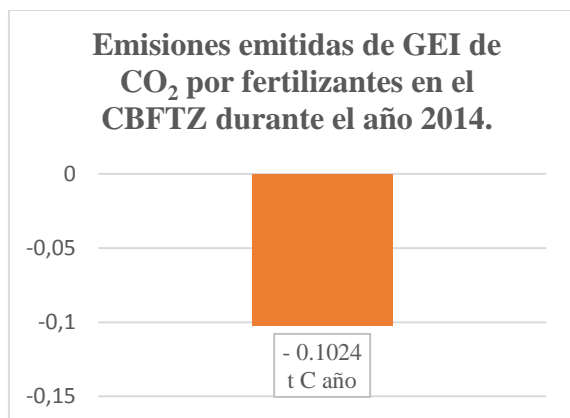
Emisiones emitidas de GEI del metano, de la ganadería del CBFTZ (fermentación entérica), durante el año 2014.

Fuente: Elaboración Propia



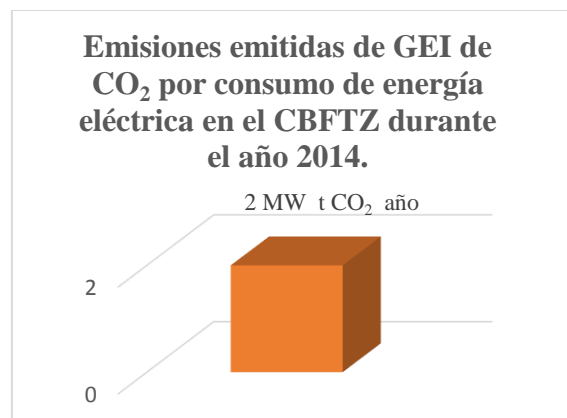
Emisiones emitidas de GEI del metano de la ganadería en el CBFTZ durante el año 2014.

Fuente: Elaboración Propia



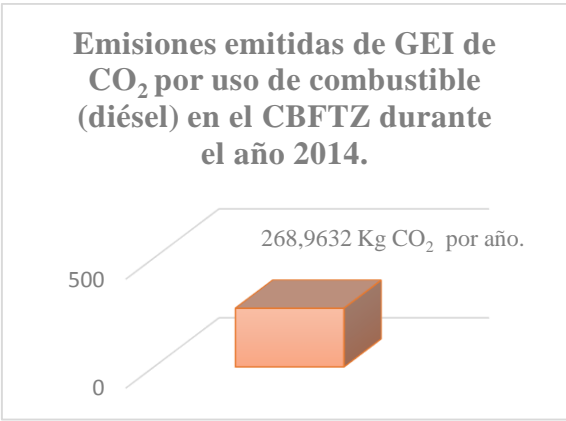
Emisiones emitidas de GEI de CO₂ por fertilizantes en el CBFTZ durante el año 2014.

Fuente: El Autor



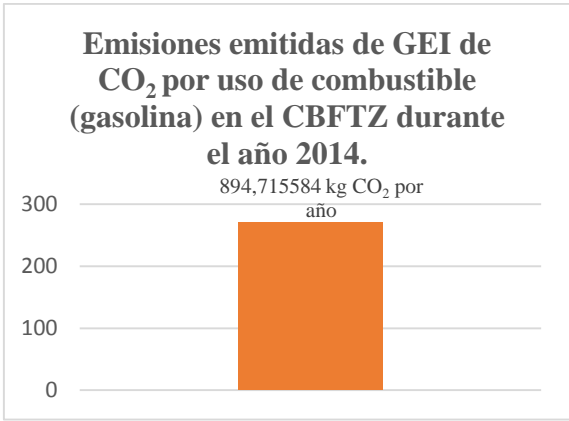
Emisiones emitidas de GEI de CO₂ por consumo de energía eléctrica en el CBFTZ durante el año 2014.

Fuente: El Autor



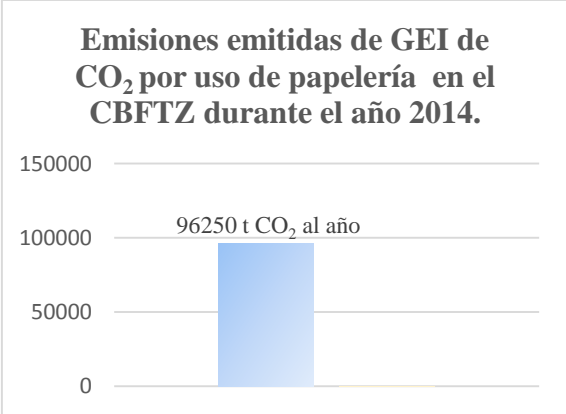
Emisiones emitidas de GEI de CO₂ por uso de combustible (diésel) en el CBFTZ durante el año 2014.

Fuente: El Autor



Emisiones emitidas de GEI de CO₂ por uso combustible (gasolina) en el CBFTZ durante el año 2014.

Fuente: El Autor



Emisiones emitidas de GEI de CO₂ por uso de papelería en el CBFTZ durante el año 2014.

4.6 Proponer Lineamientos Alternativos Para Controlar los Impactos Generados en el Sitio de Estudio

Con los resultados obtenidos en el primer objetivo, se planteó lineamientos estratégicos enfocados principalmente en la prevención y mitigación de los problemas detectados. Cabe mencionar que los lineamientos propuestos fueron un punto de partida para que se implementen procesos que permitan fortalecer al Sistema de Información Ambiental Nacional (SIAN), dar mayor claridad sobre los roles y responsabilidades de todos los actores institucionales encargados de la generación y gestión de la información ambiental, así como involucrar aquellos actores que, sin tener un rol establecido, podrían participar y coordinar de mejor manera esfuerzos en pro de un mayor acceso a la Información Ambiental. Los lineamientos serán dados a conocer o socializados a los estudiantes y directivos del CBFTZ., para que sean ellos quienes pongan en marcha dichas acciones.

Para proponer los lineamientos alternativos para controlar los impactos generados por el uso de materiales y sustancias dentro del CBFTZ., se tomó como referencia los animales que se encuentran en plena producción diferenciándolos entre especies como vacas, cabras, cerdos, aves, además, se tomó como muestra elementos que constituyen contaminación como el uso de gasolina, diésel, luz eléctrica y fertilizantes, así como el papel dentro de las oficinas, lo que originó primero conocer las cantidades de contaminación y la necesidad de usarlos, con el propósito de disponer medidas preventivas y de mejoramiento del medio de producción y experimentación que cuenta el CBFT-Z. Por tal razón a continuación demostramos su uso y manejo sostenido de los elementos que viven o se desarrollan en el presente estudio a través de una matriz.

Tabla 9. *Inventario Resumido de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, del CBFTZ.*

Adaptado de Varias Fuentes ej.; (Baca, 2014).

Individuo/ elemento	Variable	Impacto/año/Kg/ Vatios/CH₄	Rango/ Contaminación
Ganado/ vacuno	Leche	0.0000000432 Gg CH ₄ año.	Bajo
Ganado/ caprino	Leche	0,093312 Gg CH ₄ año.	Bajo
Ganado/ vacuno	Desechos/ Estiércol	0,2106 Gg CH ₄ año	Bajo
Ganado/ caprino	Desechos/ estiércol	2,68 Gg CH ₄ año	Medio
Avícola	Estiércol	104 544 Gg CH ₄ año	Medio
Cultivos de ciclo corto	Urea/CO ₂	- 0,1024 t C año	Medio
Energía eléctrica	MW	2 MW t CO ₂ año	Bajo
Combustible/ diésel	Galones/ gases	268,9632 kg CO ₂ eL diésel al año	Significante
Combustible/ gasolina	Galones/ gases	894,715584 kg CO ₂ por año	Significante
Papeles	Kg/CO ₂	96 250 t CO ₂ al año	Bajo

Nota Escala de comparación: Alto = Bien contaminante; Significante: Contaminante elevado
Medio = Contaminante; Bajo: Contaminante aceptable

Tabla 10. *Lineamientos Alternativos para Mitigar Impactos Negativos del CBFT-Z.* Adaptado de Varias Fuentes ej.; (Baca, 2014).

Individuo/ Elemento	Variable	Medidas/Lineamientos Alternativos	Niveles de aceptabilidad
Ganado/ Vacuno	Leche	Aumentar la digestibilidad de los alimentos. Mejorar la genética animal y la fertilidad.	Reducción de emisiones de CH ₄ . Menos contaminación de Nutrientes.
Ganado/ caprino	Leche	Mejorar la forma de producción de leche, uso del suelo, uso de alimentos. Proponer medidas de manejo durante y después del ordeño, cambiar la producción.	Reducción de emisiones de CH ₄ .
Ganado/ Vacuno	Desechos/ Estiércol	Uso adecuado a los desechos se puede emplear los biodigestores existentes del CBFTZ, para producir abonos orgánicos. Uso adecuado de los abonos en el suelo	Reducción de emisiones (N ₂ O), (CH ₄), (NH ₃).
Ganado/ Caprino	Desechos/ estiércol	Mejorar razas, uso adecuado del suelo, mejoramiento de invernadas o corrales, balancear la dieta alimenticia, utilizar el estiércol como abono del suelo.	Reducción de emisiones (CH ₄). Reducción del C orgánico.
Avícola	Estiércol	Mejorar la infraestructura, recolectar el estiércol y poner en un lugar protegido a las condiciones climáticas para evitar su evaporación y fermentación.	Disminución de olores, propagación de enfermedades, problemas con los vecinos, aumento de insectos (moscas).
Cultivos de ciclo corto	Urea/CO ₂	Mejorar la producción agrícola con abonos orgánicos. Reducir productos industriales.	Reducción del (N), (C), (CO ₂)
Energía eléctrica	KW	Uso de energías renovables como Energía Eólica, Hidroeléctrica, Energía Solar, Biogás etc.	Reducción de GEI y de otro tipo, como SO _x y NO _x y partículas. Reducción de emisiones de CO ₂ .
Combustible/ Diésel	Galones/ gases	Evitar utilizar en lo posible el diésel para contaminar la zona, no derramar combustible en zonas de producción.	Reducción del (CO), (NO _x), (CO ₂), (CH ₄).
Combustible/ Gasolina	Galones/ gases	Uso adecuado a los vehículos, utilizar otros medios de movilización, no derramar combustible.	Reducción del (CO), (NO _x), (CO ₂), (CH ₄).
Papeles	Kg/CO ₂	Usar los sistemas informáticos y redes sociales. El consumo de papel reciclado. Evitar la impresión o fotocopiar documentos innecesarios.	Reducción de la tala de los árboles. Reducción del Dióxido de Carbono (CO ₂).

5. DISCUSIONES

El análisis de los resultados de emisiones de GEI, derivadas de las actividades realizadas en el CBFTZ., permite señalar algunos elementos que generan contaminación tal es el caso del ganado caprino esto debido a que existen cantidad de individuos de este tipo de ganado (54), por ende hay un aporte a los GEI dándonos como resultado: 0,093312 Gg CH₄ año., donde en la escala de comparación que se utilizo es bajo, otro parte es el área de la avicultura que es una fuente de emisiones de GEI debido a la presencia de numerosas especies que se producen al dan como resultado la eliminación de los desechos de 104 544 Gg CH₄ año., donde en la escala de comparación el impacto es valor medio, por ello, se deduce que al mejorar la calidad de manejo de las especies antes indicadas en este caso el caprino y las aves se minimizara mayores impactos en el medio ambiente así lo determina la tabla de variables y comparaciones que utiliza Baca (2014); una alternativa de uso adecuado para los desechos de los animales es la utilización de los biodigestores existentes en el sitio esto con la finalidad de producir abono orgánico; de acuerdo con un estudio realizado por el CATIE, (2007).

Se estima que al proponer medidas adecuados de manejo de los desechos se disminuye la emisión de gases como el CH₄ y CO₂, logrando así disminuir y compensar el impacto generado a la atmósfera otro beneficio efectivamente, el empleo eficiente de los residuos animales como abonos puede ser una práctica de manejo agronómica y económicamente viable para la producción sustentable en agro ecosistemas mixtos. En el caso específico de los estiércoles de los animales existentes en el CBFTZ, su incorporación al suelo permite llevar a cabo un reciclado de nutrientes. Los mismos son removidos desde el complejo suelo-planta a través de la alimentación de los animales y pueden retornar parcialmente a ese medio en forma de abonadura. Sosa (2005).

Mediante informe del IPCC, 2014 se puede establecer que los gases estudiados en el presente trabajo y que constituyen los causantes del efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO), el metano (CH), el óxido nitroso (NO), y el ozono (O) troposférico alcanzaron los niveles más altos jamás registrados durante el decenio de 1990, debido principalmente al consumo de combustibles fósiles, la agricultura, y cambios en el uso de las tierras. El forzamiento radiactivo proveniente de los gases antropogénicos de efecto invernadero es positivo, aunque queda una pequeña gama de

incertidumbre; el de los efectos directos de los aerosoles es negativo y más reducido y el forzamiento negativo procedente de los efectos indirectos de los aerosoles en las nubes puede que ser elevado.

Otro factor de discusión es el impacto ambiental de gases por el uso de combustible tanto en diésel como en gasolina, dentro de las actividades que realiza el centro de formación donde su nivel de emisiones de gases es elevado dándonos como resultado de 268,8 kg CO₂ diésel al año y 894,715584 kg CO₂ gasolina al año, lo que se deduce que se debe minimizar su utilización, buscando nuevas alternativas de transporte, debido a que la zona es de formación y experimentación. Según Benavides y León (2007), se puede revisar periódicamente el funcionamiento de los vehículos (sincronización anual del motor, revisión del sistema de control de emisiones, alineación y balanceo de las llantas y en general revisiones periódicas de carácter técnico y mecánico del vehículo). El propósito de los programas de revisión técnico-mecánica consiste en minimizar este exceso de emisiones. Dice Briceño, (2013).

El uso y reciclaje del papel es otro contribuyente potencial importante en la meta de reducción del consumo energético del sector. Aunque la proporción de reciclaje de papel en algunos países es alta, todavía puede lograrse mejores metas. La producción de pulpa química a partir de biomásas, genera grandes cantidades de CO₂ durante la combustión de la lejía negra para producir energía y la recuperación de químicos dándonos como resultado un total de 96 250 t CO₂ al año, por otra parte las emisiones por el consumo de energía eléctrica no generan impactos significativos al ambiente como se observa en el estudio ya que el uso de este recurso es muy bajo con 2 MW., de acuerdo con el (ICE, 2007). Es importante el uso de energías renovables para la obtención de la misma ya que se reduce el uso de combustibles para su generación y con ello se minimiza los impactos al ecosistema. Sin embargo la eficiencia energética o la ampliación en el uso de las fuentes renovables de energía como el sol, o el viento, además de reducir GEI, tienen otros beneficios ambientales como la disminución de contaminantes atmosféricos locales, o del consumo de agua y pueden representar beneficios económicos y sociales si se atienden las necesidades nacionales y de las comunidades locales. De acuerdo con Tomaselli (2004).

Otro factor de GEI es el ganado vacuno es el que emite menos emisiones debido a su número reducido 8 unidades de ganado indica Morocho (2012), si bien las excretas bovinas representan un grave problema de contaminación ambiental, se puede sacar beneficio de ellas y mitigar su efecto ambiental, mediante la elaboración de biogás. Adicionalmente esta tecnología al capturar el metano producido permite su utilización como una fuente de energía renovable.

Sobre los lineamientos alternativos para minimizar los impactos generados en el centro es importante conocer: Una visión de mundo enfocado en controlar el uso de los recursos naturales y la emisión de GEI es esencial que la problemática de los niveles de contaminación que generan cada elemento y variable a estudiar tales como: Ganado vacuno de raza mejorada para evitar el uso de agroquímicos y hacer un mantenimiento desde la producción y así evitar el exceso de químicos. En el ganado caprino implementar en lo posible la alimentación variada para así reducir los GEI, y a su vez en mejorar las especies existentes para su alimentación con plantas de C3 o C4 (**ver anexo 4**). En lo relacionado con la producción avícola hacer uso adecuado de una alimentación balanceada y tratar al máximo de contar con especies mejoradas. En cuanto a los cultivos de ciclo corto se puede usar frecuentemente combinaciones de productos naturales para tratar las enfermedades y plagas y de ser necesario aplicar dosis bajas de agroquímicos. En lo que corresponde a la energía eléctrica se puede hacer uso de las energías renovables tales como la energía solar, energía eólica y otras energías que son amigables con el ambiente, y en los combustibles, en lo posible reducir la cantidad de galones de diésel y gasolina evitando salir con frecuencia del lugar para así reducir las emisiones de GEI y papelería usada en el CBFTZ. Se puede adoptar como política el registro digital con una base de datos para almacenar las facturas y reducir el uso de papel, lo que significara a futuro tomar las debidas correcciones y sugerencias para minimizar mayores emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, la presencia de niveles de control y manejo con su respectivo conocimiento mejora el uso sostenible de recursos y a la vez dotara de una producción limpia en el caso del manejo del ganado y de los cultivos de ciclo corto existentes en el CBFTZ.

6. CONCLUSIONES

El trabajo de investigación que se presenta permitió identificar, recopilar y organizar una parte de la vasta información publicada por diferentes medios, relacionada con los GEI y explicación del cambio climático y sus consecuencias. La exposición resultante constituye no sólo el fundamento teórico de la tesis, sino que ubica al lector, en los conceptos y la política internacional y nacional sobre el tema.

- Que el manejo del ganado caprino y de aves en el CBFTZ es poco efectivo en especial en el uso de químicos ya que el mismo ha generado un aumento de GEI respecto al ganado caprino debido a su cantidad.
- El uso y producción de leche en el ganado caprino dispone de un nivel de contaminación elevado frente al ganado vacuno ya que se debe tomar en cuenta la cantidad y los sistemas de producción por ganado.
- La utilización de papel en el CBFTZ., no es significativo, sin embargo, se debe minimizar su uso ya que existe la presencia de nuevas tecnologías, deduciendo que si genera un impacto mínimo en el aporte del CO₂.
- El uso de energía eléctrica es poco significativo en el sector sin embargo se debe proponer un uso adecuado sobre todo de las energías limpias con el fin de reducir GEI al medio ambiente.
- El uso de agroquímicos en los cultivos de ciclo corto provoca niveles de contaminación en especial cuando se siembran cultivos susceptibles a enfermedades, lo que permite usar en forma seguida químicos y fertilizantes, el uso de químicos está generando aportes del CO₂ a la atmosfera.
- Los lineamientos alternativos propuestos ayudaran a evitar el uso inadecuado de sustancias tóxicas al ambiente con el fin de bajar los niveles de contaminación que provocan al producir ciertas unidades como animales y cultivos.

- Los lineamientos son recomendaciones y usos adecuados de variables destinadas a generar menos contaminación lo que a futuro se pretende que en el CBFTZ., use métodos, técnicas y productos ambientales para evitar mayores emisiones de gases de efecto invernadero.

7. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones de acuerdo a los resultados obtenidos en la presente son los siguientes:

- ✓ Usar mejores razas del ganado caprino y ganado vacuno resistentes a enfermedades con el fin de no utilizar agroquímicos para los animales y plantas.
- ✓ Buscar nuevas alternativas de producción de leche para bajar el uso de químicos y hormonas, y otros elementos nocivos que aumenten los gases de efecto invernadero.
- ✓ Utilizar de mejor forma el estiércol de los animales existentes en el CBFTZ., y así como su recolección para evitar contaminación al ambiente, y evitar malos olores y usos equivocado de los mismos.
- ✓ Bajar la tasa de producción de animales como el ganado caprino o dotar de manejo integrado al ganado con el fin de buscar otras alternativas de producción.
- ✓ No utilizar en lo posible el papel para imprimir facturas, de ser posible guardarlas en forma electrónica para así reducir el uso de papel y sus consecuencias.
- ✓ Minimizar el uso de energía eléctrica y aprovechar la luz natural u otras energías renovables como la solar, energía eólica durante el día y apagar los artefactos eléctricos que no se use.
- ✓ Hacer campañas de conciencia y capacitación en temas de producción sin contaminación (agroecología).
- ✓ Que sirva de herramienta de consulta para estudiantes y técnicos y demás personas que estén relacionados con la producción y así reducir las emisiones de GEI al ambiente.
- ✓ Se proponga un reglamento de conducta y uso adecuado de los insumos químicos en el CBFTZ., para minimizar impactos negativos al ambiente.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abad J. 2012. Implementación de un banco de germoplasma nativo en el Centro Binacional de Formación Técnica – Zapote pamba, en alianza con los Colegios Técnicos Agropecuarios asentados en el lado Ecuatoriano de la Cuenca Binacional Catamayo Chira. Tesis Ing. Producción, Educación y Extensión Agropecuaria. Carrera de Ingeniería en Producción, Educación y Extensión Agropecuaria, Universidad Nacional de Loja. Ecuador. p. 48, 49.
- Anon 2003. Tercer Censo Nacional Agropecuario. Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca. Ecuador. Disponible: <<http://www.indec.gov.ar/censoAgro2008/cna2008.asp>> [Consultado: 06/11/2015].
- Anwar M., Muhuddin R., Liu D.; Macadan I.; and Kelly G. 2012. Adapting agriculture to climate change: A review. Australia. Theor appl climatol. p 21.
- Aquino K., Artiga S., Menjívar S. 2010. Causas y efectos del cambio climático generados por el sistema de producción industrial actual; los esfuerzos de la comunidad internacional para contrarrestarlo y los compromisos adquiridos por los países desarrollados como los principales contaminadores. Tesis en Licenciatura en Relaciones Internacionales. Carrera de Relaciones Internacionales, Universidad de el Salvador. El Salvador. p 1, 26, 45, 46.
- Atkins P.W., & Jones L. L. 2006. Principios de Química; Los caminos del descubrimiento. (E. M. P. S.A., Ed.) 3ra ed. Buenos Aires.
- Baca J. C. 2014. Informe Final Inventario de Emisiones de Contaminantes Criterio, DMQ 2011.
- Brito C. 2014. Análisis espacial y temporal de la variación de cobertura nivo-glaciar en el nevado Cayambe mediante imágenes satelitales landsat y sistemas de información geográfica (SIG). Tesis Ing. Ambiental. Carrera de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Politécnica Nacional. Ecuador. p 2, 26.

- Benavides H., y León G. 2007 Información Técnica sobre Gases de efecto Invernadero y el Cambio Climático. Nota Técnica del IDEAM. p. 22, 30, 47.
- Barros V. 2005. El Cambio Climático Global. 2 da. Buenos Aires. Libros del Zorzal. p 174.
- Berra G., Finster L., Castuma E. y col. 1994. Reducción de emisiones de metano provenientes del ganado bovino. Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. Sec. De Desarrollo Sustentable y Política Ambiental.
- Briceño S. 2013. Guía de metodologías de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (consumo de energía) para los estados de la República de México. Maestro en Ingeniería. Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería (Sistemas) – (Planeación), Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. p. 166.
- Bunge V. 2014. La Adaptación al Cambio Climático (p. 44). México.
- Cáceres B. 2010. Actualización del inventario de tres casquetes glaciares del Ecuador. Quito.
- Cáceres y Núñez. 2010. Inventario Nacional de Gases del Efecto Invernadero en Ecuador 1990, 1994, 2000, 2006. Quito: Ministerio del Ambiente.
- Cáceres L., y Núñez A. 2011. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. (En línea). Consultado, 16 de nov. 2015. Formato PDF. Disponible en: <https://www.dropbox.com/sh/55ru5lfyim2wjjc/Org7zvly1r/3.%20BIBLIOGRAFIA%20RECOMENDADA/1.%20DOCUMENTOS%20NACIONALES/Comunicaci%C3%B3n%20Nacional%20sobre%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20%28Segunda%29.pdf>
- Calispa M. 2012. Identificación de zonas con tendencias de cambio en el período 1987-2002, en la zona Centro–Norte del Ecuador, utilizando imágenes LANDSAT. (Tesis). Universidad Autónoma de Barcelona.
- Camacho-Rea I. (2000). “Estimación de emisiones contaminantes de rellenos sanitarios en México”.

- Chagunda M., Ross D., Rooke J., Yan T., Douglas J., Poret L., McEwan N., Teeranavattanakul P., and Roberts D. 2013. Measurement of enteric methane from ruminants using a hand-held laser methane detector. UK. *Acta agriculture Scandinavica, Section a – Animal Science*. Vol. 63. Núm. 2. p 68–75.
- Chhabra A., Manjunath K., Panigrahy S., and Parihar J. 2013. Greenhouse gas emissions from Indian livestock. India. *Climate Change*. Vol. 117. p 329–344.
- Collet M. 2010. Suivi spatiotemporal des calottes glaciaires del Antisana et du Cotopaxi (équateur): Analyze par tele detection dans un context de changement climatique. Tesis Universidad de Rennes 2-Haute Bretagne. Rennes, Francia.
- Colque P. M., y Sánchez C V. 2007. Los Gases de Efecto Invernadero: ¿Por qué se produce el Calentamiento Global? Lima Perú.
- Cooper M., Boston J., and Bright J. 2012. Police challenges for livestock emissions abatement: lessons from New Zealand. NZ. *Climate Policy*, Vol. 13. Núm. 1. p 110–133.
- Cordero V., Vásquez P., & Rosero C. 2011. “Análisis situacional de la Soberanía Alimentaria en el contexto de la adaptación al cambio climático en el Ecuador” Manuscrito, Proyecto Fortalecimiento de las Capacidades de los encargados de la formulación de Políticas para hacer frente al cambio climático. Ministerio del Ambiente (MAE) – Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Quito, Ecuador.
- Cornejo C. 2010. De Estiércol a Energía - Captura de Metano en Ecuador. *Revista Tecnológica ESPOL – RTE*. Vol. 23. p 136–139.
- Crutzen P. J., Aselmann I. y Seiler W. 1986. Methane production by domestic animals, wild ruminants, other herbivorous fauna, and humans. *Tellus*, 38 p 271 -284.
- Dávila F., y Varela D. 2013. Determinación de la huella del carbono en la Universidad Politécnica Salesiana, sede quito, campus sur. Tesis en Ing. Ambiental. Carrera Ingeniería Ambiental, Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. Ecuador. p 5, 15, 16, 18, 19.

- Dyer J., Vergé X., Desjardins R., and Worth D. 2010. The protein-based GHG emission Intensity for livestock products in Canada. CA. Journal of Sustainable Agriculture, Vol. 34. Núm. 6. p 618–629.
- Febres A. 2007. Análisis tempo-espacial de la cobertura nivoglaciaria del volcán Illiniza Sur. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Francou B., Cáceres B., Villacís M., Basantes R., Maisincho L., Galárraga R., y Romero J. C. 2011. Analizando el cambio climático a partir de los glaciares del Ecuador, IRD, SENESCYT, EPMAPS, INAMHI. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- García J. A. 2010. Evaluación de alternativas de transporte de CO₂: un factor clave para mitigar el cambio climático. Tesis en Ing. Mecánico. Carrera de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. p 5.
- Guerra L. 2007. “Construcción de la huella de carbono y logro de carbono neutralidad para el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)”. Tesis Magister en Socio economía Ambiental, Escuela de Posgrado. CATIE. Costa Rica. p 83.
- Goudie A. 1990. The Human Impact on the Natural Environment. (Brazil Blackwell Ltd. Oxford. U. K. 3th Edition.
- Groenestein K., Mosquera J., and Sluis V. 2012. Emission factors for methane and nitrous oxide from manure management and mitigation options. UK. Journal of Integrative Environmental Sciences, Vol. 9. Num.1. p 139–146.
- Guayanlema V. M. 2013. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Transporte al 2012. Tesis en Ing. Química. Carrera de Ingeniería Química, Universidad Central del Ecuador. Ecuador. p 4-6.
- Herrán C. 2012. El Cambio Climático y sus Consecuencias para América Latina. Proyecto Energía y Clima de la Fundación Friedrich Ebert – FES <http://www.fes-energiayclima.org/> México.

- Houston K. 2012. Mitigación de la huella de carbono. Recuperado el 27 de 08 de 2013, de Mitigación de la huella de carbono: <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=923>
- Ihobe. 2012. Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de gases de efecto invernadero en organizaciones. Bilbao: Ihobe.
- INE, (2000) Instituto Nacional de Ecología. Inventario Nacional de Gases de Invernadero por Fuentes y Sumideros. (México). Retrieved from <http://www.ine.gob.mx>.
- IPCC, (2002) Cambio Climático y Biodiversidad. Documento técnico V del IPCC, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, Organización Meteorológica Mundial y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza.
- IPCC, (2006) Directrices para la elaboración de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero. In Directrices para la elaboración de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero. (p. 56). New York: Cambridge University.
- IPCC, (2007) Cambio climático Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático {(Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)}. IPCC, Ginebra, Suiza, pp. 104.
- IPCC, 2014. Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 págs. (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso).

- Jaramillo S. 2012. Evolución Glaciar en la Vertiente Norte del Volcán Cotopaxi. Universidad Complutense de Madrid.
- Johnson, K. Johnson, D. E. 1995. Methane emissions from cattle. *J Anim Sci.* p 2483-2492.
- Khalil, M. A. K. 2000. Atmospheric methane: An introduction. In: M.A.K. Khalil (Ed.). *Atmospheric methane, its role in the global environment.* Springer-Verlag. Berlín. p. 1-8.
- Kurihara, M. and F. T. 2001. (2001). Livestock Production and Greenhouse Gas Emission. in *Calidad de las Carnes Bovinas Argentinas.* Universidad de Buenos Aires.
- MAE, (2010) “Segunda Comunicación Nacional Cambio Climático”. Versión por publicar: Septiembre 2010. Proyecto GEF/PNUD/MAE. Quito, Ecuador.
- MAE, (2012) REED+ en Ecuador. Una oportunidad para mitigar el cambio climático y contribuir a la gestión sostenible de los bosques. Quito, Ecuador. En línea. Consultado el 12 de noviembre de 2015, Disponible en www.pnc-onureddecuador.org/biblioteca-virtual-onuredd/marco-operacional-para-la-implementación-de-redd/88-redd-en-ecuador-una-oportunidad-para-mitigar-el-cambio-climático/file.html.
- MAE, (2013) “Reporte de la Huella Ecológica del Ecuador: 2008 y 2009” (Primera Ed). Quito - Ecuador.
- Maqueda M., Carbonell M., Ramírez E., y Flores M. 2005. Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en la agricultura. COL. *Ingeniería de Recursos Naturales y Ambiente*, Vol. 2. p 14–18.
- Matus P., y Lucero R. 2002 Norma primaria de calidad del aire. *Revista Chilena de enfermedades respiratorias.* p 3-5.
- Medina J. 2010. La dieta del Dióxido de carbono (CO₂). MEX. *Conciencia Tecnológica.* Núm. 39. p 50–53.

- Monteny G. J., Groenestein C. M., Hilhorst M. A. 2001. Interactions and coupling between emissions of methane and nitrous oxide from animal husbandry *Nutr. Cycl. Agroecosys.* Vol. 60: p 123-132.
- Morocho M. 2012. Alternativas de manejo para reducir el impacto contaminante de las excretas bovinas en los establos lecheros. Memoria Técnica en Ing. Zootecnista. Carrera de Ingeniería Zootécnica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. p 1.
- Pabón J., y Chaparro R. 1998. Colombia en el ambiente global. En: Leiva, P (Ed.). El medio ambiente en Colombia. (O. Gráficas, Ed.). Santafé de Bogotá, Colombia.
- Plazas Monroy J. P. 2012. Los refrigerantes y el medio ambiente. Proyecto Final de Carrera. Carrera de Náutica de Barcelona, Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona. p 34, 38.
- Romero A., y Vaca P. 2012. Inventario de emisiones atmosféricas a partir de fuentes fijas, móviles y de área en la ciudad de Latacunga. (ed.). Tesis de grado Ing. Ambientales. Escuela de Ingeniería Ambiental, Universidad Central del Ecuador. Ecuador. 208 p. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/235/1/T-UCE-0012-37.PDF>.
- Sablón B. 2010. Inventarios de Emisión y Absorción de Gases de efecto Invernadero en la provincia de Matanzas. (Tesis. Master en Termo energética Industrial). Universidad de Matanzas. Cuba. p 134.
- Schneider H. 2010. La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. CEPAL. Santiago de Chile.
- Sharma S., Pandey D., and Agrawal M. 2014. Changing land uses and greenhouse gas emissions: a case study of an ancient city in India. *Greenhouse gas measurement and management.* DOI: 10.1080/20430779.2013.872535.
- Sierra R. (Ed.). 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Ecociencia. Quito, Ecuador.

- Sosa O. 2005. Los estiércoles y su uso como enmienda orgánica. Agromensajes. Vol. 16. p 1.
Disponible en: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/16/7AM16.htm>
- Tomaselli Crespo M. F. 2004. Investigación de la huella ecológica en la Universidad San Francisco: cálculo y creación de un reportaje. Tesis en B.A. en Comunicación Ambiental. Universidad San Francisco de Quito. Quito – Ecuador. 50 p.
- Torres M., y Alcívar T. 2014. Balance de la emisión y absorción de los gases de efecto invernadero del sector agricultura y silvicultura, en el cantón Bolívar. Tesis en Ing. Medio Ambiente. Carrera de Medio Ambiente, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Ecuador p 140. Retrieved from <http://es.slideshare.net/talcivar1/tesis-balance-de-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero>
- Úbeda J. 2011. El impacto del cambio climático en los glaciares del complejo volcánico Nevado Coropuna (Cordillera Occidental de los Andes Centrales). Tesis. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- UNDP, 2007. Human Development Report 2007-2008: Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World. New York.
- UNFCCC, 2007. Unidos por el clima. Alemania. p 26-43.
- Vega, M., M. (n.d.). Calidad del aire en América Latina vs combustibles alternativos. 2010 (Ediciones Salamanca). España.

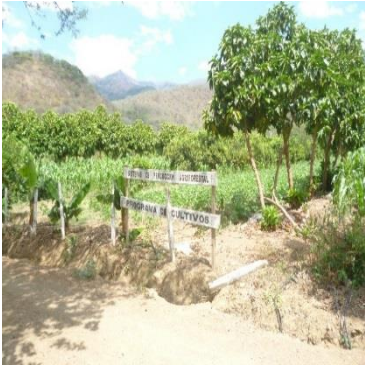
9. ANEXOS

Matriz de recolección de información para el cálculo de Emisiones de gases de efecto invernadero, del CBFT-Z

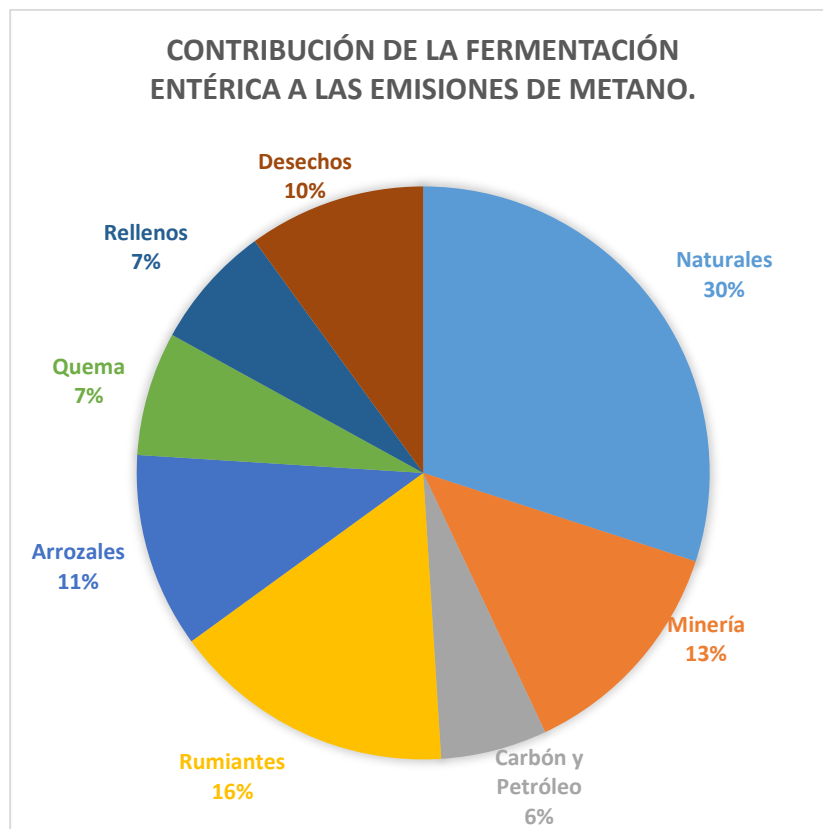
Elemento	Variable	Consumo	Lugar	Responsable	Fecha
Ganado/ vacuno	Leche	72 L	CBFT-Z	Santos Torres Técnico	Marzo/22/15
Ganado/ caprino	Leche	129,6 Kg. L	CBFT-Z	Santos Torres Técnico	Marzo/22/15
Ganado/ vacuno	Desechos/ Estiércol	2 482 Kg	CBFT-Z	Santos Torres Técnico	Marzo/22/15
Ganado/ caprino	Desechos/ estiércol	694 Kg	CBFT-Z	Santos Torres Técnico	Marzo/22/15
Avícola	Estiércol	54 750 Kg	CBFT-Z	Santos Torres Técnico	Marzo/22/15
Cultivos de ciclo corto	Urea/CO ₂	0,32 Ton/urea/mes	CBFT-Z	Santos Torres Técnico	Marzo/23/15
Energía eléctrica	KW	38 400 KW	CBFT-Z	Santos Torres Secretaria	Marzo/23/15
Combustible/ diésel	Galones/ gases	10 188 Galones	CBFT-Z	Santos Torres Secretaria	Marzo/24/15
Combustible/ gasolina	Galones/ gases	40 740 Galones	CBFT-Z	Santos Torres Secretaria	Marzo/24/15
Papeles	Kg/CO ₂	6 000Kg	CBFT-Z	Santos Torres Secretaria	Marzo/24/15

Responsable: Santos Agustín Torres

Imágenes tomadas en el CBFT-Z en las diferentes áreas de estudio



Anexo 3. Contribución de la fermentación entérica a las emisiones de metano (Kurihara y Terada, 2001).



Anexo 4. Listado de plantas gramíneas (C3 o C4) existentes del CBFTZ

Plantas C3	Plantas C4
Chilena	Caña
Braqueara	Maíz
Saboya	
Pasto Elefante	
King Grass	
Elefante Rojo	
Pasto Estrella	
Soya Forrajera	
Vainas de Faique	
Vainas de Algarrobo	
Cetárea	
Morera	
Quiebra Barriga	
Falso Girasol	