



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ



CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO, INVESTIGACIÓN,
RELACIONES Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(C E P I R C I)

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE:
MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

TEMA:

**“INCIDENCIA DE EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO
PROVENIENTES DE LA AGROSILVICULTURA, CON RELACIÓN A LA
ABSORCIÓN DEL CO₂ CANTÓN SANTA ANA 2014”**

AUTORA:

Ing. Narciza Marcela Sornoza Lino

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Juan Carlos Luque Vera, M.Sc.

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

2014

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
CENTRO DE ESTUDIO DE POSTGRADO INVESTIGACIÓN,
RELACIONES Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL
CEPIRCI**

TEMA:

**“INCIDENCIA DE EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO
PROVENIENTES DE LA AGROSILVICULTURA, CON RELACIÓN A LA
ABSORCIÓN DEL CO₂ CANTÓN SANTA ANA 2014”**

Sometido a consideración del Tribunal de Revisión y Sustentación de Tesis de Grado del Centro de Estudios de Postgrado, Investigación, Relaciones y Cooperación Internacional, como requisito previo a la obtención de Grado de:

MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

**Los honorables Miembros del Tribunal Examinador aprueban el
Informe de Investigación sobre el tema:**

DIRECTOR DE TESIS

(f) _____

Ing. Juan Carlos Luque Vera, M.Sc.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL (f) _____

MIEMBRO DEL TRIBUNAL (f) _____

MIEMBRO DEL TRIBUNAL (f) _____

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor de tesis, certifico que el trabajo de investigación sobre “INCIDENCIA DE EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO PROVENIENTES DE LA AGROSILVICULTURA, CON RELACIÓN A LA ABSORCIÓN DEL CO₂ EN EL CANTÓN SANTA ANA 2014” .Fue desarrollado bajo mi dirección, orientación y supervisión, sin embargo el proceso investigativo y resultados, son exclusivamente de originalidad y responsabilidad de la **.Ing. Narciza Marcela Sornoza Lino**

Por lo tanto me permito dar su aprobación y autorizo su presentación y sustentación de Grado.

Ing. Juan Carlos Luque Vera, M.Sc.

TUTOR DE TESIS

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo Marcela Sornoza Lino declaro en calidad de autora que el presente tema de investigación es original con el tema **“INCIDENCIA DE EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO PROVENIENTES DE LA AGROSILVICULTURA, CON RELACIÓN A LA ABSORCIÓN DEL CO₂ EN EL CANTÓN SANTA ANA 2014”**.

Ing. Narciza Marcela Sornoza Lino
AUTORA

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme puesto en mi camino a aquellas personas que me brindaron sus conocimientos y sobre todo su colaboración incondicional durante la realización de esta tesis.

A cada uno de mis compañeros de Maestría en Gestión Ambiental del paralelo B que en todo momento nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional durante el tiempo que duro y sobre todo por su amistad.

A mi tutor Ing. Juan Carlos Luque Vera Mg, por su asesoría profesional que me guio para despejar las dudas presentadas en la elaboración de mi tesis y terminarla con éxito.

A las instituciones públicas, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca a su responsable, Ing. Sergio Palomeque Palomeque, Director Provincial Agropecuario MAGAP por facilitarme la información por medio de los técnicos de la Unidad Zonal de Información (UZI) Ing. Andrés Zambrano Vera, Ing. Gustavo Mera, al departamento Agropecuario Ing. Otto Quiroz, y al punto de apoyo de Santa Ana Ing. Freddy Fernández.

Al Ministerio de Medio Ambiente Ing. Angeló Transverso Pincay Director Provincial del Ambiente de Manabí, por permitirme el acceso a los archivos de Licencias de Aprovechamiento Forestales, a sus técnicos Ing. Jacinto Loor, Ing. Emilio Sornoza, Ing. Galo Naula.

A la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD), Ing. Javier Zambrano Barreiro Coordinador Provincial de AGROCALIDAD Manabí por haber colaborado con la información requerida de tipo de ganado por fase.

Al Municipio de Santa Ana al Ing. Oswaldo Pico, técnico de Producción Gobierno Cantonal de Santa Ana por haberme facilitado información.

Al cuerpo de Bomberos Voluntarios de Santa Ana, al TCrnel: Cristian Macías Sornoza, Jefe del Cuerpo de Bomberos de Santa Ana.

A la Corporación Forestal y Ambiental de Manabí (CORFAM) a su colaborador técnico Ing. Neil Zambrano por su asesoría técnica.

Al Ing. Ricardo Limongui técnico del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) por su colaboración.

A las distribuidoras privadas de insumos agropecuarios del cantón, en especial a “Agripac” a su técnico responsable Ing. Wilmer Farías jefe de ventas de Portoviejo, al almacén “Súper Agro”, a su propietario José Navarrete Menéndez, y al almacén “El Agro”, técnico responsable Ing. Jorge Bravo Sabando.

DEDICATORIA

A Dios que siempre me ha iluminado mi camino y por haberme permitido culminar mis estudios como profesional de maestría en Gestión Ambiental.

A mis padres en especial a mi papá por su ejemplo de lucha y perseverancia, apoyo incondicional que no me dejó desfallecer en los momentos más difíciles de mi vida para lograr la realización de mi tesis de investigación.

Ing. Narciza Marcela Sornoza Lino

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	III
DECLARATORIA DE AUTORÍA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE IMÁGENES Y GRÁFICOS	XI
ÍNDICE DE FOTOS Y CUADROS	XII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV

CAPÍTULO I..... 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1. Contexto macro.....	1
1.1.2. Contexto meso	1
1.1.3. Contexto micro	2
1.7.1. Objetivo general:.....	8
1.7.2. Objetivo específico:.....	8

CAPITULO II..... 9

2. MARCO TEÓRICO	9
2.1.1. Emisiones de metano procedentes de la fermentación entérica y del manejo del estiércol.....	9
2.1.2. Emisiones de óxido nitroso procedentes del sistema del manejo del estiércol.....	10
2.1.3. Emisión de metano procedente del cultivo de arroz.-.....	10
2.1.4. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la quema de sabanas.-....	11
2.1.5. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la quema en el campo de residuos agrícolas.	12
2.1.6. Emisiones de óxido nitroso procedentes de los suelos agrícolas.-.....	12
2.2.1. Relación bosque y cambio climático (captura de carbono o carbono fijado).....	13
2.2.2. El balance del carbono.....	15

2.6.1.	Constitución de la república del Ecuador.....	19
2.6.1.1.	Biodiversidad y recursos naturales	19
2.6.1.2.	Bíósfera, ecología urbana y energías alternativas	19
2.6.2.	Texto unificado de legislación secundaria	19
2.6.2.1	La norma de calidad del aire ambiente	20
2.8.1.	Variable independiente:	21
2.8.2.	Variable dependiente:	21
CAPITULO III.....		22
3.	METODOLOGÍA	22
3.1.1.	Cobertura vegetal natural.....	22
3.1.2.	Caracterización de la cobertura vegetal natural del cantón Santa Ana.....	23
3.1.3.	Población del cantón Santa Ana.....	24
3.4.1.	Estimación de las emisiones y absorciones.....	25
3.4.2.	Estimación de la incertidumbre mediante la ecuación de propagación del error (Método 1).....	26
3.4.2.1.	Incertidumbre de una estimación anual	26
CAPÍTULO IV.....		34
4.	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	34
4.1.1.	Población de especies ganaderas del cantón santa ana para la fermentación entérica y manejo de estiércoles, que originan emisiones de metano y óxido nitroso.....	34
4.1.2.	Superficie cosechada de arrozales del cantón Santa Ana bajo la condición de sistema de manejo de las aguas que originan las emisiones de metano.....	35
4.1.3.	Superficie de sabanas expuestas a la quema en el cantón Santa Ana que originan emisiones de gases efecto invernadero	36
4.1.4.	Producción de arroz y maíz del cantón Santa Ana expuestas a la quema de residuos de las cosechas que originan gases de efecto invernadero	37
4.1.5.	fertilizante sintético nitrogenado del cantón santa ana que originan las emisiones directas e indirectas de óxido nitroso	37
4.1.6.	Producción de cultivos fijadores y no fijadores de nitrógeno del cantón Santa Ana	38
4.1.7.	Superficie de la cobertura vegetal existente en el cantón Santa Ana que absorben dióxido de carbono de la atmósfera.....	39
4.1.8.	Madera para comercialización o aprovechamiento del cantón Santa Ana.....	40
4.1.9.	Consumo de leña en el cantón Santa Ana.....	41

4.1.10.	Otros usos de la madera en el cantón Santa Ana	42
4.2.1.	Inventario de emisiones de gases efecto invernadero provenientes de la categoría agrosilvicultura en el cantón Santa Ana.....	44
4.2.2.	Inventario total de absorción del dióxido de carbono (CO ₂) provenientes de la categoría silvicultura en el cantón Santa Ana.....	48
	CAPÍTULO V	57
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
	CAPÍTULO VI.....	60
6.	PROPUESTA	60
6.3.1.	Objetivo general:.....	62
6.3.2.	Objetivos específicos:.....	62
	BIBLIOGRAFÍA	68
	ANEXOS	73

ÍNDICE DE IMÁGENES Y GRÁFICOS

IMÁGENES

IMAGEN 2.1. CRECIMIENTO DE UN BOSQUE A PARTIR DE UN ÁREA DEFORESTADA, Y SU RELACIÓN CON EL CARBONO ALMACENADO	14
IMAGEN 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL CANTÓN SANTA ANA.....	22
IMAGEN 3.2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL BOSQUE HÚMEDO.....	24
IMAGEN 3.3. ACTIVIDADES GENERALES DESARROLLADAS EN LA ELABORACIÓN DEL INVENTARIO	29

GRÁFICOS

GRÁFICO 4.1. EMISIONES DE CO ₂ -EQUIVALENTE PARA EL AÑO 2011, CANTÓN SANTA ANA.....	45
GRÁFICO 4.2. EMISIONES DE CO ₂ -EQUIVALENTE PARA EL AÑO 2012, CANTÓN SANTA ANA.....	46
GRÁFICO 4.3. EMISIONES DE CO ₂ -EQUIVALENTE PARA EL AÑO 2013, CANTÓN SANTA ANA.....	47
GRÁFICO 4.4. ABSORCIÓN ANUAL DE CO ₂ EN GIGAGRAMOS (GG CO ₂) DE LA CATEGORÍA SILVICULTURA.....	49
GRÁFICO 4.5. BALANCE DE EMISIÓN Y ABSORCIÓN DE CO ₂ EQUIVALENTE EN SANTA ANA (2011).....	50
GRÁFICO 4.6. BALANCE DE EMISIÓN Y ABSORCIÓN DE CO ₂ EQUIVALENTE EN SANTA ANA (2012).....	50
GRÁFICO 4.7. BALANCE DE EMISIÓN Y ABSORCIÓN DE CO ₂ EQUIVALENTE EN SANTA ANA (2013).....	50
GRÁFICO 4.8. CONTRIBUCIÓN DE INCERTIDUMBRE POR SUBCATEGORÍA DE FUENTE DE EMISIÓN Y ABSORCIÓN DE CO ₂ EQUIVALENTE EN SANTA ANA (2013).....	54

ÍNDICE DE FOTOS Y CUADROS

FOTOS

FOTO 2.1. QUEMA Y TALA DE LEÑOSAS EN EL SITIO SAN BARTOLO PARROQUIA AYACUCHO, CANTÓN SANTA ANA.....	11
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

CUADROS

CUADRO 2.1. GASES DE EFECTO INVERNADERO Y SUS POTENCIALES DE CALENTAMIENTO ATMOSFÉRICO..	17
CUADRO 3.1. FORMACIONES VEGETALES NATURALES CON RELACIÓN A LA COBERTURA VEGETAL NATURAL DEL CANTÓN SANTA ANA.....	23
CUADRO 3.2. VARIABLES INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE.....	29
CUADRO 3.3. ANÁLISIS DE CATEGORÍAS Y SUBCATEGORÍAS.....	31
CUADRO 3.4. SUBCATEGORÍA 1.....	31
CUADRO 3.5. SUBCATEGORÍA 1.....	31
CUADRO 3.6. SUBCATEGORÍA 2.....	31
CUADRO 3.7. SUBCATEGORÍA 3.....	32
CUADRO 3.8. SUBCATEGORÍA 4.....	32
CUADRO 3.9. SUBCATEGORÍA 5.....	32
CUADRO 3.10. SUBCATEGORÍA 6.....	32
CUADRO 4.1. NÚMERO DE CABEZAS DE ESPECIES GANADERAS EN SANTA ANA, AÑOS 2011, 2012 Y 2013.	35
CUADRO 4.2. TOTAL SUPERFICIE COSECHA DE ARROZ, AÑOS 2011, 2012 Y 2013 EN SANTA ANA.....	36
CUADRO 4.3. SUPERFICIE QUEMA DE SABANAS Y SUS UNIDADES EN KILO HECTÁREAS, PARA EL PERÍODO 2011-2013.....	36
CUADRO 4.4. PRODUCCIÓN DE ARROZ Y MAÍZ EN LOS AÑOS 2011, 2012 Y 2013 EN SANTA ANA.....	37
CUADRO 4.5. FERTILIZANTE NITROGENADO (KG N/AÑO) APLICADO A LOS SUELOS EN SANTA ANA, 2011 AL 2013.....	38
CUADRO 4.6. PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS FIJADORES DE NITRÓGENO PARA EL PERÍODO 2011 – 2013 EN SANTA ANA.....	39

CUADRO 4.7. PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS NO FIJADORES DE NITRÓGENO PARA EL PERÍODO 2011 – 2013 EN SANTA ANA.....	39
CUADRO 4.8. SUPERFICIE ESTIMADA (HA) DE COBERTURA NATURAL EN SANTA ANA.....	40
CUADRO 4.9. VOLUMEN DE MADERA AUTORIZADA Y EXTRAÍDA DEL CANTÓN PARA APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL.....	41
CUADRO 4.10. VALORES ESTIMADOS DEL CONSUMO DE LA LEÑA EN EL CANTÓN (KT MS)	42
CUADRO 4.11. VALORES ESTIMADOS PARA OTROS USOS DE LA MADERA, EN SANTA ANA.....	43
CUADRO 4.12. APORTE DE LAS EMISIONES DE LA AGRICULTURA POR SUBCATEGORÍA EN GG DE CO ₂ EQUIVALENTE AÑO 2011.....	44
CUADRO 4.13. APORTE DE LAS EMISIONES DE LA AGRICULTURA POR SUBCATEGORÍA EN GG DE CO ₂ EQUIVALENTE AÑO 2012.....	45
CUADRO 4.14. APORTE DE LAS EMISIONES DE LA AGRICULTURA POR SUBCATEGORÍA EN GG DE CO ₂ EQUIVALENTE AÑO 2013.....	46
CUADRO 4.15. ABSORCIÓN ANUAL DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂) SANTA ANA.....	48
CUADRO 4.16. EVALUACIÓN DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GEI (GG CO ₂ -EQ) POR CATEGORÍAS DE FUENTE EN SANTA ANA (2011, 2012 Y 2013)	52
CUADRO 4.17. APORTE A LA INCERTIDUMBRE (%) POR SUBCATEGORÍA DE FUENTE/SUMIDERO EN EL AÑO T (2013).....	53

RESUMEN

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el consecuente cambio climático, son en la actualidad un tema de amplio interés mundial. La agricultura representa el 10 al 12% de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero. En particular, el cantón Santa Ana por ser agrícola y ganadero presenta la problemática de emisiones de GEI como consecuencia de esa actividad productiva.

El objetivo principal del presente estudio fue evaluar la incidencia de emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la agricultura y silvicultura, con la absorción del CO₂-eq en los años 2011, 2012 y 2013, en el cantón Santa Ana. Empleando la metodología del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) versión revisada 1996 ayudados del software elaborado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, sustentado en el Libro de trabajo del IPCC (Nivel 1).

Se ha podido evidenciar el total de las emisiones de 70,06 Gg CO₂-eq en el 2012 de (mayor valor) y 67,69 Gg CO₂-eq en el 2013 de (menor valor). Mientras que el total de las absorciones fueron de -19,38 Gg CO₂-eq en el 2011 (menor valor) y de -34,49 Gg CO₂-eq (mayor valor) en el año 2012. Así mismo, de todas las subcategorías analizadas las que más emisiones reportaron fueron los suelos agrícolas con 57,35 Gg CO₂-eq en el año 2012.

Según los resultados, las emisiones netas del año 2013 son de 44,6958 Gg CO₂-eq con una incertidumbre de $\pm 39,15\%$; que corresponde a un rango de probabilidad de 95% de 27,19 a 62,19 Gg CO₂-eq. Sobre la base de los inventarios del año base total (2011) y del año en curso (2013), la tendencia promedio es un incremento del 8,51 % en las emisiones del 2011 al 2013.

El balance final reportó que el cantón Santa Ana se comporta como una fuente emisora de gases de efecto invernadero durante todo el periodo de estudio, tal como lo demuestran los resultados alcanzados.

ABSTRACT

Emissions of greenhouse gases (GHG) emissions and consequent climate change are currently a subject of intense worldwide interest. Agriculture accounts for 10 to 12% of anthropogenic emissions of greenhouse gases. In particular, the corner Santa Ana for being agricultural and livestock presents the problem of GHG emissions resulting from the production.

The main objective of this study was to evaluate the incidence of emissions greenhouse gases from agriculture and forestry with the uptake of CO₂-eq in 2011, 2012 and 2013, in Canton Santa Ana. Using the methodology Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 1996 revised aided software developed by the UN Framework Convention on Climate Change, based on the IPCC Workbook (Level 1) version.

It was possible to show the total emissions of 70.06 Gg CO₂-eq in 2012 (higher value) and 67.69 Gg CO₂-eq in 2013 (lower value). While total removals were -19.38 Gg CO₂-eq in 2011 (lower value) and -34.49 Gg CO₂-eq (higher value) in 2012. Likewise, all subcategories analyzed the emissions reported most agricultural soils were 57.35 Gg CO₂-eq in 2012.

According to the results, the net emissions in 2013 are 44.6958 Gg CO₂-eq with an uncertainty of $\pm 39.15\%$; corresponding to a range of probabilities of 95% from 27.19 to 62.19 Gg CO₂-eq. Based on the total inventory base year (2011) and this year (2013), the overall trend is an increase of 8.51% in emissions from 2011 to 2013.

The bottom line reported that the Santa Ana Canton behaves as a source emitting greenhouse gases throughout the study period, as evidenced by the results achieved.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1.1. CONTEXTO MACRO

El incremento de las emisiones mundiales de los gases de efecto invernadero (GEI) está generando un calentamiento global sin fronteras, así como impactos directos e indirectos en la humanidad, se estima que la agricultura es responsable de 6,1 Gt (giga toneladas) de CO₂-eq, es decir de 13,8% del total de las emisiones globales de GEI. Estas cifras incluyen las emisiones directas procedentes de la fermentación entérica, manejo del estiércol, el cultivo del arroz, suelos agrícolas, quema prescrita de sabanas y quema de residuos agrícolas (Cáceres *et al.*, 2001; Cooper *et al.*, 2013).

En los ecosistemas agrícolas, la fuente principal es la emisión debido a los aportes de nitrógeno por fertilizantes y el estiércol, las emisiones de N₂O del suelo por la aportación de N en los ecosistemas agrícolas se calculan como una fracción de la entrada de nitrógeno (por ejemplo, la aportación de N de los animales de pastoreo, el estiércol animal, los fertilizantes, los residuos de cultivos, así como a la fijación o deposición por las leguminosas (De Vries *et al.*, 2005).

1.1.2. CONTEXTO MESO

Luego de la adopción en 1992 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, el Ecuador, a través del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), inició todo un proceso, para el conocimiento del cambio climático, sustentado en la realidad nacional, el conocimiento científico de la problemática, las posibilidades de apoyo internacional, la necesidad de cumplir con la Convención (Cáceres *et al.*, 2001).

A pesar de que la contribución de Ecuador a las emisiones de GEI es marginal, es un país comprometido con la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático (Cáceres y Núñez, 2011). En Ecuador la Constitución dice, “el Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo (art 414 Constitución, 2008)

1.1.3. CONTEXTO MICRO

La expansión de la frontera agrícola, es el principal problema que registra la provincia de Manabí de sus 22 cantones 15 registran como principal, lo cual representa casi un 75% frente al resto el 40% de la población manabita reside en el área rural (Falconi *et al.*, 2013).

De la superficie total del cantón Santa Ana (101439,96 ha), una gran parte del territorio el 43,68% (44309,71) está destinado para un uso pecuario, emitiendo considerables cantidades de GEI, de hecho Santa Ana es considerado uno de los cantones ganaderos de la provincia de Manabí; a este uso le sigue el de conservación y protección con una superficie total de 30768,75 es decir el 30,33% que en contexto abarca toda la vegetación natural como bosques y matorrales que absorben las emisiones de la categoría agricultura; el 15,15% del cantón lo constituye el sector agrícola, 15.365,91 hectáreas actualmente se encuentran cultivadas, englobando todos los cultivos de ciclo corto, semipermanentes, permanentes y otras tierras agrícolas (IEE, 2012).

En este sentido, la mayor parte de las emisiones de GEI del cantón Santa Ana provienen de la agricultura, es decir, de cultivo de arroz, manejo del estiércol, fermentación entérica, quema de residuos agrícolas y la deforestación, mientras que la absorción de CO₂ lo realizan la silvicultura, es decir los cambios de biomasa forestal y otros tipos de vegetación leñosa (PACC, 2009).

1.2. ANÁLISIS CRÍTICO

Las emisiones de gases de efecto invernadero generados por la actividad agrícola y pecuaria en el cantón Santa Ana es un problema al cual no se le ha dado la real importancia que tiene; es así que a nivel local no existen estudios detallados en la provincia de Manabí en cuanto al dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq) que se producen por la acción de las emisiones de metano producidas por la fermentación entérica, manejo del estiércol, cultivo de arroz, quema prescrita de sabanas, etc., o de las emisiones directas de óxido nitroso procedentes de manejo del estiércol y de los residuos de los cultivos fijadores de nitrógeno en los suelos agrícolas, que causan el efecto invernadero.

El cantón Santa Ana es agrícola y ganadero por tradición, el 64,63% de la población se dedica a estas actividades, siguiéndole en importancia el comercio con 8,71%, cuenta con tierras aptas para la producción de cultivos y la cría de ganado sobre todo vacuno, tiene una dinámica de comercialización importante, determinada por la ubicación territorial; en sus mercados convergen productores de diferentes lugares para realizar el intercambio de productos muy variados de ciclo corto y permanente, la producción ganadera es de leche y carne; constituye una actividad muy notoria, ya que semanalmente se sacrifica alrededor de 45 cabezas de ganado vacuno y 35 cabezas de porcino (IEE, 2012).

Las tierras con un uso agropecuario mixto también ocupan una superficie considerable, en este grupo encontramos aquellas que por su estructura no resulta fácil diferenciarlos de otros cultivos pudiendo estar en asociaciones como bosques, pastos y cultivos un ejemplo de esto son las fajas de cobertura a lo largo de los ríos o cerca de los centros poblados donde se puede observar un sinnúmero de cultivos como café, cacao, banano, frutales, guadua, etc. en asociación con remanentes de bosque y pastos, este uso representa el 5,57% (5652,73 ha) del total del cantón; las plantaciones forestales tienen un uso de protección y producción y se distribuyen a lo largo del cantón, el 1,09% de las

tierras del mismo son ocupadas para la producción de especies forestales como teca y balsa principalmente y finalmente el 1,08% del territorio conforman tierras con uso de agua y antrópico (IEE, 2012).

Pero este problema en lo que respecta a la categoría agrosilvicultura obedece a varias causas entre las cuales se presume de las siguientes:

Carencia de un inventario de emisión de gases efecto invernadero, es decir, se desconoce de dónde y qué cantidad de gases efecto invernadero se produce en el cantón Santa Ana y cuáles son sus consecuencias en el hábitat, en especial en la categoría agrosilvicultura.

Aplicación de técnicas inadecuadas para el cultivo es decir que en la actividad agrícola no aplican métodos para la disminución del impacto ambiental en la actividad productiva que se lleva a cabo, de tal manera que de modo consciente o inconsciente propician el daño a la naturaleza y afectan el medio ambiente, pero también se perjudican a sí mismos y a su modo de vida ya que de esta manera la actividad agrícola se estaría ejecutando de manera no sustentable.

Por lo que es necesario comenzar con una investigación profunda, en la incidencia de emisiones de gases efecto invernadero provenientes de la agrosilvicultura, con relación a la absorción del CO₂ en el cantón Santa Ana; esto en pro de la mitigación y adaptación al cambio climático.

1.3. PRÓGNOSIS

La pregunta central de investigación es:

¿Qué ocurrirá con el medio ambiente si no se disminuye las emisiones de gases efecto invernadero provenientes de la agrosilvicultura en el cantón Santa Ana?

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El cambio climático es una de las amenazas más importantes que enfrenta el mundo hoy en día. Evitar las peores consecuencias del cambio climático requerirá grandes recortes en las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, que ha sido uno de los temas candentes de la discusión y el debate en las comunidades científicas y políticas internacionales (Zhang *et al.*, 2013).

En efecto, para evaluar la incidencia de emisiones de gases efecto invernaderos provenientes de la categoría agrosilvicultura, con la capacidad de absorción del CO₂-eq en el cantón Santa Ana, para los años 2011, 2012 y 2013, se ha formulado la siguiente pregunta:

¿Cómo se relacionan las emisiones de gases efecto invernadero procedentes de la actividad de la agrosilvicultura, con la capacidad de absorción de CO₂-eq, en el cantón Santa Ana?

1.5. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo de investigación está enfocado principalmente a determinar y cuantificar las emisiones de GEI generadas a partir de las actividades de la categoría (agrosilvicultura) en el cantón, específicamente de las subcategorías fermentación entérica, gestión del estiércol, quema de sabanas, quema de residuos agrícolas, suelos agrícolas y cambios de biomasa forestal y tipos de vegetación leñosa.

El presente trabajo investigativo se lo realizó en el cantón Santa Ana, para esta investigación se consideró lo siguiente:

De contenido

Campo: Cambio climático

Área: Categoría agrosilvicultura

Aspecto: Emisión de gases efecto invernadero

TEMA: “Incidencia de emisiones de gases efecto invernadero provenientes de la agrosilvicultura, con relación a la absorción del CO₂ cantón Santa Ana 2014”.

En la presente investigación se realizó con la recopilación de datos estadísticos de las instituciones públicas y privadas con entrevistas a expertos, toma de muestras. Para esto se empleó procedimientos establecidos por las guías del IPCC del año 1996 (Libro de trabajo y Manual de referencia), en la que se presentaron limitaciones en las categorías y subcategorías. Este problema fue investigado en los años 2011, 2012 y 2013 en el cantón Santa Ana.

1.6. JUSTIFICACIÓN

Considerando que la investigación específicamente en los inventarios de gases de efecto invernadero es deficiente a nivel del cantón y de provincia. Las instituciones responsables no lo incluyen en sus prioridades, como tampoco las universidades, que no cuentan con ofertas de formación profesional en esta área. Además, se carece de centros de investigación dedicados al tema (Cáceres y Núñez, 2011).

Al mismo tiempo, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), con la finalidad de que los Estados Parte protejan los sumideros y los depósitos naturales de GEI para los ecosistemas terrestres y marinos, ha establecido como compromiso de las mismas, elaboren inventarios de la emisión y absorción de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías

comparables que habrán de ser acordadas por las Conferencia de las Partes, esto es, que realicen el inventario de la eficiencia y eficacia de los servicios ambientales de secuestro de carbono y emisión de oxígeno por los bosques (Rojas, 2013).

El propósito de esta investigación es determinar cómo las actividades de la agrosilvicultura constituyen una fuente importante de emisiones y sumideros de gases efecto invernadero, mediante la cuantificación de las mismas, por motivo que es de gran importancia para el cantón Santa Ana, luego de lo cual se realizará el análisis y evaluación que permitirá plantear e implementar medidas de mitigación de emisiones de los GEI procedentes de la agricultura.

El software originado por la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC o UNFCCC por sus siglas en inglés). (CMNUCC, 1994 y IPCC, 1997) En este software se usa metodologías del Nivel 1 para estimar las emisiones de gases efectos invernadero (GEI) referidas en las Directrices del IPCC de 1996 (Libro de trabajo y Manual de referencia), que permite elaborar inventarios.

De igual forma, se ha considerado trascendente realizar este estudio que beneficiará a la población del cantón Santa Ana, con el propósito de conocer la realidad de las emisiones generadas en el sector agricultura y poder plantear medidas de mitigación para disminuir el impacto ambiental en el calentamiento atmosférico.

Por otra parte, el estudio contribuirá a contrastar, con inventarios provinciales que en la actualidad no se han planteado, por lo que es de gran factibilidad y para obtener información en instituciones públicas y privadas, a más de la amplia bibliografía relacionada para la ejecución.

Por lo tanto, de continuar con la situación actual, el problema causado por la emisión de GEI continuará, lo que repercutirá en los aspectos socio-ambientales del cantón.

1.7. OBJETIVOS:

1.7.1. OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar la incidencia de emisiones de gases efecto invernadero provenientes de las actividades de la agrosilvicultura, con la capacidad de absorción del CO₂-eq en el cantón Santa Ana, en los años 2011, 2012 y 2013.

1.7.2. OBJETIVO ESPECÍFICO:

- Determinar las actividades que influyen en las emisiones y absorciones de gases efecto invernadero de la agrosilvicultura del cantón Santa Ana.
- Realizar un inventario de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero provenientes de la agrosilvicultura en el cantón Santa Ana.
- Promover un plan de mitigación para la disminución de las emisiones de gases efecto invernadero e incrementar la absorción de CO₂ en el cantón Santa Ana.

CAPITULO II.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO EN LA AGROSILVICULTURA

La agricultura cubre el 38% de la superficie terrestre del planeta con 1,5 mil millones de hectáreas de cultivos; 3,5 miles de millones de hectáreas se utilizan para el pastoreo y pastos, y un adicional de 4 mil millones de hectáreas cubiertas por los bosques. Con una población mundial proyectada a subir desde 6,7 mil millones a 9,3 mil millones en el 2050, la agricultura se enfrenta al reto de producir suficientes alimentos, piensos y fibras para satisfacer mayores exigencias en condiciones de un clima cambiante y agotamiento de los recursos naturales (Anwar *et al.*, 2012).

A la luz de todo lo expuesto, el cambio climático global es una de las principales preocupaciones para la humanidad en el siglo XXI, y existe un imperativo de acción para preparar a la agricultura para adaptarse a cambio climático (Anwar *et al.*, 2012).

2.1.1. EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL.-

Se calcularon las emisiones de metano procedentes de la fermentación entérica constituyen la mayoría de los gases de efecto invernadero resultantes de la producción ganadera. Otras fuentes de CH₄ asociadas con la producción ganadera incluyen también a los no rumiante cerdos y aves de corral. La producción de metano se ve afectada por la composición de la dieta de los rumiantes, la fibra y los almidones o carbohidratos consumidos por los animales que producen emisiones de CH₄ (Cooper *et al.*, 2013).

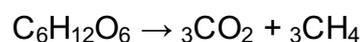
Los procesos microbianos se producen en el estiércol del ganado que causa la producción de CH₄. Este gas de efecto invernadero es producido por la fermentación de los alimentos en el rumen (rumiantes) o en los intestinos (no rumiantes). De acuerdo al reporte nacional del inventario de GEI de Holanda, el 69% de las emisiones de CH₄ de la agricultura proceden de la fermentación entérica, de los cuales las emisiones de los bovinos representan el 89% (Groenestein *et al.*, 2012).

2.1.2. EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DEL SISTEMA DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL.-

Sistemas de tierras de cultivo y de manejo del estiércol son dos fuentes principales de emisiones de N₂O agrícolas, las emisiones de N₂O procedentes de las tierras agrícolas de cultivo representan el 80% del total de las emisiones de N₂O. En 2030, las emisiones de N₂O procedentes de las tierras de cultivo alcanzarán 37% valor más alto que en 2000, debido principalmente a los aumentos en la aplicación de fertilizante sintético. Dado que los sistemas de cría de ganado están cambiando de lo tradicional a los sistemas industriales, las emisiones de N₂O de los sistemas de gestión del estiércol sólo aumentan un 3% en 2030 (Li *et al.*, 2010).

2.1.3. EMISIÓN DE METANO PROCEDENTE DEL CULTIVO DE ARROZ.-

Según investigaciones de Benbi, D. (2013) señala que el metano se produce en los campos de arroz en condiciones anaeróbicas después de la reducción secuencial de O₂, nitrato, manganeso, hierro, y sulfato, que sirven como aceptores de electrones para la oxidación de materia orgánica a CO₂. La descomposición de la materia orgánica se produce a través de la fermentación metanogénicas, que produce CH₄ y CO₂ de acuerdo con la siguiente reacción:



El metano se escapa a la atmósfera a través de la difusión molecular, la ebullición (de transporte de gas a través de las burbujas de gas), y el transporte de la planta. La cantidad de CH₄ emitido desde un campo de arroz depende de las características físicas y químicas de los suelos, plantas, de la gestión, y los factores climáticos (Benbi, 2013).

2.1.4. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PROCEDENTES DE LA QUEMA DE SABANAS.-

Las sabanas son definidas en términos generales como praderas tropicales y sub-tropicales con diferentes densidades de cobertura de árboles, son la mayoría de la vegetación propensa al fuego en la tierra. Ocupan la sexta parte de la superficie terrestre, son propensos a sufrir el doble de la tasa de conversión como para los bosques tropicales. En la foto 2.1 se presenta la quema y tala de leñosas en el sitio San Bartolo de la parroquia Ayacucho (Rusell *et al.*, 2013).



Foto 2.1. Quema y tala de leñosas en el sitio San Bartolo parroquia Ayacucho, cantón Santa Ana

La quema de la sabana se lleva a cabo por una variedad de actividades de manejo agrícola y pastoral. Entre 1997 y 2009 los incendios en la sabana (incorporando praderas, sabanas y bosques abiertos) representaron el 60% del total de las emisiones de los incendios a nivel mundial; los incendios de pastizales, sabanas abiertas y bosques representan anualmente el 36% de metano (CH₄) y el 58% de óxido nitroso (N₂O) de las emisiones a nivel mundial. Estudios recientes estiman que alrededor de la mitad de las emisiones de

gases de efecto invernadero vienen de África; América del Sur contribuye entre el 15 y el 27% (Russell *et al.*, 2013).

2.1.5. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PROCEDENTES DE LA QUEMA EN EL CAMPO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS.-

En gran parte de los trópicos los residuos vegetales se queman para limpiar el campo para el próximo ciclo de cultivo. Esto se refiere a los residuos en la producción de cultivos. Los residuos agrícolas son generalmente quemados en fuegos latentes y emiten relativamente menos CO₂ que otros incendios, por ejemplo, 40% menos de emisiones de CO₂ en comparación con la quema de carbón. A su vez, los incendios emiten más CO (aprox. 500%) y CH₄ (aprox. 270%). El monóxido de carbono tiene efectos adversos sobre la química del aire local. El fuego transmite óxidos de nitrógeno que conducen a la formación de ozono troposférico. Por lo tanto, las alternativas de gestión de residuos vegetales tienen que ser incorporados en un enfoque de sistema que proporciona beneficios económicos a los agricultores (Wassman y Vlek, 2004).

2.1.6. EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS.-

Las emisiones de N₂O procedentes de los suelos agrícolas se originan de tres categorías principales: emisiones directas de las tierras agrícolas, emisiones de los sistemas de residuos de origen animal, y las emisiones indirectas asociadas con el nitrógeno (N) que se extrae de la biomasa, volatiliza, lixiviado o exportado de los terrenos agrícolas (Clough *et al.*, 2007).

Las emisiones directas de N₂O de los suelos cultivados dependen de los aportes de nitrógeno: fertilizantes sintéticos, excrementos de animales, residuos de cultivos y fijación simbiótica de las leguminosas. Durante el almacenamiento de abonos alguna parte del nitrógeno se pierde en dependencia de la forma de almacenamiento, así como la duración del

almacenamiento de los excrementos animales. Las emisiones indirectas de N_2O son el resultado de procesos de deposición atmosférica de amoníaco y NO_x , así como debido a la transformación de nitrógeno por lixiviación y escorrentía. Las emisiones de óxido de nitroso N_2O procedentes de los suelos resultan principalmente de microorganismos que impulsan los procesos de nitrificación y desnitrificación. La nitrificación es la oxidación microbiana aeróbica de los iones de amonio a nitrito a través de NH_2OH , y después a nitrato (Horák y Šiška, 2006).

2.2. CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL DIÓXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE (CO_2 -eq).-

Han *et al.* (2012) manifiestan que con la creciente preocupación por el cambio climático resultante de los gases de efecto invernadero, se han presentado varios métodos para la reducción de las emisiones de estos gases a la atmósfera. La captura y almacenamiento de carbono tiene un enfoque prometedor que puede ayudar a reducir las emisiones de CO_2 . Aunque las emisiones de CO_2 a la atmósfera se pueden reducir mediante el uso de fuentes energéticas alternativas libres de carbono, existen algunas barreras (el alto costo y la realización técnica de las energías renovables, la alta eficiencia de los combustibles fósiles).

2.2.1. RELACIÓN BOSQUE Y CAMBIO CLIMÁTICO (CAPTURA DE CARBONO O CARBONO FIJADO)

Investigaciones realizadas en Finlandia por Alm *et al.* (1997) demuestran que la cantidad de carbono secuestrado depende de la velocidad de la producción vegetal. El dióxido de carbono atmosférico es fijado por la vegetación mediante la fotosíntesis durante la estación de crecimiento, y se libera en la respiración de las plantas y en el consumo de materia orgánica por los animales y los microorganismos del suelo.

Los bosques y el cambio climático están estrechamente relacionados. Por una parte los cambios que se producen en el clima afectan a los bosques; por otro lado, los cambios en la estructura de los bosques y la deforestación afectan el clima a nivel local y mundial. Es así que, las fluctuaciones en la temperatura, variaciones en las precipitaciones (promedios anuales y distribución durante el año), y la frecuencia e intensidad de eventos extremos afectan el funcionamiento de los bosques en el crecimiento de los árboles, la supervivencia de los organismos, los períodos de floración y fructificación de las plantas, y la destrucción de ellos por vientos, sequías, inundaciones o incendios (MAE, 2012).

Por otro lado, la estabilidad climática se ve comprometida regional y mundialmente debido a que la regulación hidrológica y fijación de carbono dependen de las funciones y procesos que ocurren en los bosques (MAE, 2012).

Según el MAE (2012) en los dos casos los bosques que recién se están formando absorben o capturan CO_2 de la atmósfera al crecer y este gas queda transformado en carbono y almacenado en los troncos, ramas y raíces de los árboles y otras plantas, hojarasca y suelo. A este proceso se lo llama fijación de carbono. La relación entre carbono y crecimiento de bosques se puede ver en la imagen 2.1.

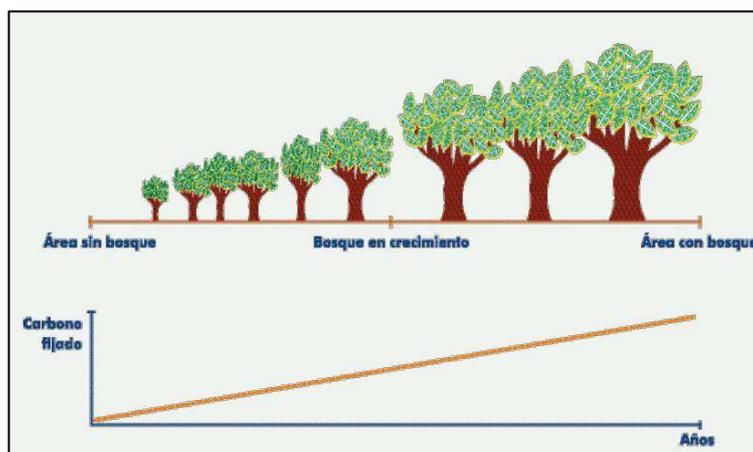


Imagen 2.1. Crecimiento de un bosque a partir de un área deforestada, y su relación con el carbono almacenado
Fuente: MAE, 2012.

2.2.2. EL BALANCE DEL CARBONO

El potencial de secuestro de un ecosistema a menudo se percibe como la fijación de carbono en la vegetación, el secuestro de carbono en los suelos puede convertirse en el componente más efectivo en el balance de CO₂ a largo plazo. Los bosques tropicales se han identificado como un sumidero neto de carbono. El secuestro de carbono en las tierras de cultivo se ha estudiado en muchos sistemas de clima tropical, la base de datos sobre el uso del suelo tropical que afecta a los flujos de carbono es muy escasa (Wassmann y Vlek, 2004).

Como resultado de las emisiones naturales, las moléculas de CO₂ en la atmósfera interactúan con los océanos y los biomas terrestres (suelo, biósfera y océanos). Los flujos antropogénicos, así como los gases naturales, entran en la atmósfera. Algunas de estas emisiones se mantienen en la atmósfera, el CO₂ se distribuye de manera uniforme sobre la superficie de la Tierra. Una parte que es absorbido por los océanos, y por la biomasa terrestre. El flujo total de las emisiones de carbono en la atmósfera es de aproximadamente 210 Gt C/año (Fedorov *et al.*, 2011).

Según Fedorov *et al.* (2011) la capacidad de secuestro de dióxido de carbono en los sumideros de carbono en Rusia es de 95,6 Gt C, que supera a las emisiones con 83,3 Gt C, por otro lado la balanza de las emisiones y absorciones es de 12,3 Gt C (95,6-83,3).

2.3. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El problema principal del cambio climático se está resolviendo por los métodos generales de reducción de los recursos convencionales y la sustitución por recursos renovables, que son compatibles con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, los métodos más agresivos de mejora de la eficiencia energética, baja energía de carbono, la captura y almacenamiento

de carbono se propusieron como medios eficaces para mitigar el cambio climático (Kim y Choi, 2014).

Las estrategias de mitigación del cambio climático están centradas en combatir las causas del cambio climático, a través de la implementación de acciones para la reducción de emisiones de GEI por medio de disminuir o eliminar actividades que producen estas emisiones, o a su vez reemplazarlas por otras que produzcan menos emisiones. También se pueden realizar actividades de reforestación que capturen CO₂ de la atmósfera produciendo remociones o a través de la conservación de bosques y otros ecosistemas que son sumideros de carbono. La mitigación es necesaria porque, a pesar de encontrar varias formas de adaptarse, los efectos del cambio climático podrían llegar a ser mayores que nuestra capacidad de adaptación (MAE, 2012).

Según MacRae *et al.* (2010) para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector agricultura, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) ha concluido que las prácticas de mitigación deben: a) mejorar la producción sostenible; b) proporcionar beneficios adicionales a los agricultores, incluyendo la rentabilidad; y c) generar productos que son adecuados para consumidores.

Desde una perspectiva sistémica, la agricultura ecológica por lo general conduce a la reducción de las emisiones y cumple con los criterios del IPCC para el éxito en relación con operaciones convencional. También ofrece oportunidades para integrar los cuatro pilares de la estrategia de calentamiento global, es decir, la reducción de las emisiones, la captura de carbono, compensaciones de biomasa, y la adaptación. En relación con la mayoría de las operaciones agrícolas convencionales, agricultura ecológica reduce la erosión del suelo, etc (MacRae *et al.*, 2010).

2.4. POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL

El forzamiento radiactivo que producen los diferentes gases depende de su concentración y el tiempo de permanencia en la atmósfera; así, se estima que, para un horizonte de 20 años, el metano es 56 veces más efectivo que el CO₂ y el óxido nitroso 280 veces, mientras que, para un horizonte de 100 años, el metano es 21 veces más efectivo que el CO₂ y el óxido nitroso 310 veces (Cáceres y Núñez, 2011).

El potencial de calentamiento global (GWP por sus siglas en inglés: Global Warming Potentials) es un indicador del efecto radiactivo de una sustancia sobre un horizonte de tiempo escogido, teniendo como base al dióxido de carbono. El GWP es más alto para las especies que absorben mayor radiación o tienen grandes tiempos de vida media. El horizonte de tiempo escogido generalmente es de 100 años, queriendo representar el futuro impacto de la sustancia en los próximos 100 años (Pulido, 2012).

En la cuadro 2.1 se presentan los GWP empleados en la presente investigación, tomando como horizonte de tiempo 100 años.

Cuadro 2.1. Gases de efecto invernadero y sus potenciales de calentamiento atmosférico.

Gas de efecto de efecto invernadero directos (GEIi)	Fórmula química	Masa molecular (g/mol)	Potencial de calentamiento atmosférico para un horizonte de 100 años (PCAi)
Dióxido de carbono	CO ₂	44	1
Metano	CH ₄	16	21
Óxido nitroso	N ₂ O	30	310

Fuente: Pulido (2012)

2.5. INCERTIDUMBRE EN LOS GASES EFECTO INVERNADERO

La evaluación de gases de efecto invernadero emitido o retirado de la atmósfera es una prioridad en las agendas políticas y científicas internacionales. Los enfoques para abordar la incertidumbre reflejan los intentos de mejorar los inventarios nacionales, no sólo para su propio bien, sino

también desde una perspectiva de los sistemas de análisis más amplio, una perspectiva que busca fortalecer la utilidad de los inventarios nacionales en virtud de un cumplimiento y/o un control global y marco de información (Blanco *et al.*, 2011).

Estos enfoques demuestran los beneficios de incluir la incertidumbre del inventario en los análisis de política. Teniendo en cuenta que la incertidumbre ayuda a evitar situaciones que pueden, por ejemplo, crear una falsa sensación de seguridad o llevar a inválidos puntos de vista de los subsistemas. Esto puede llegar a prevenir errores relacionados que aparezcan en los análisis. Sin embargo, teniendo en cuenta la incertidumbre no viene de forma gratuita. El tratamiento adecuado de la incertidumbre es costoso y exigente, porque nos obliga a dar el paso de "simple a lo complejo" y sólo entonces discutir simplificaciones potenciales (Blanco *et al.*, 2011).

Estudios de incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero realizados en Finlandia por Monni *et al.* (2007) investigaron que la variación en la agricultura es especialmente significativa, por ejemplo, en el caso de las emisiones de N₂O procedentes de los suelos agrícolas, en el cual, algunas de las características específicas ocurren: (1) por la idoneidad de la emisión por defecto del IPCC factores en el clima de Finlandia y las prácticas agrícolas y (2) la variación anual de los factores de emisión se trata como la incertidumbre en el análisis.

Según Monni *et al.* (2007) la estimación de la incertidumbre del inventario de GEI puede basarse en los datos de medición, la literatura nacional e internacional, incertidumbres por defecto del IPCC o la opinión de expertos.

2.6. FUNDAMENTO LEGAL AMBIENTAL

La presente investigación de tesis se acoge en el marco legal ambiental, donde tiene relación directa con la Constitución 2008 del Ecuador, los Planes Nacionales frente al cambio climático del cual el principal responsable de hacer

cumplir las emisiones de gases de efecto invernadero es el Ministerio de Ambiente del país.

2.6.1. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR,

Publicada en el Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre del 2008. Es la norma fundamental que contiene los principios, derechos y libertades de quienes conforman la sociedad ecuatoriana.

2.6.1.1. BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES

Art. 396.- El estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de una duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el estado adoptara medidas protectoras eficaces y oportunas.

2.6.1.2. BIÓSFERA, ECOLOGÍA URBANA Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

Art. 414.- El estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo. (Constitución 2008).

2.6.2. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA

Concisamente la mención a la calidad del aire se encuentra en el Anexo 4 del Libro VI del (TULAS, 2011), en la actualidad esta Norma de Calidad del aire

ambiente, esta publicada en el Registro Oficial No. 464, desde el 07 de Junio de 2011.

2.6.2.1 LA NORMA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE

La Entidad Ambiental de Control verificará, mediante sus respectivos programas de monitoreo, que las concentraciones a nivel de suelo en el aire ambiente de los contaminantes comunes no excedan los valores estipulados en esta norma. Dicha Entidad quedará facultada para establecer las acciones necesarias para, de ser el caso de que se excedan las concentraciones de contaminantes comunes del aire, hacer cumplir con la presente norma de calidad de aire. Caso contrario, las acciones estarán dirigidas a prevenir el deterioro a futuro de la calidad del aire (TULAS, 2011).

La responsabilidad de la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente recaerá en la Entidad Ambiental de Control. Los equipos, métodos y procedimientos a utilizarse en la determinación de la concentración de contaminantes, tendrán como referencia a aquellos descritos en la legislación ambiental federal de los Estados Unidos de América (Code of Federal Regulations, Anexos 40 CFR 50) (TULAS, 2011).

La Entidad Ambiental de Control deberá demostrar, ante el Ministerio del Ambiente, que sus equipos, métodos y procedimientos responden a los requerimientos descritos en esta norma. De existir alguna desviación con respecto a la norma, se deberá efectuar la debida justificación técnica a fin de establecer la validez, en uso oficial, de los resultados a obtenerse en la medición de concentraciones de contaminantes en el aire ambiente. La información que se recabe, como resultado de los programas públicos de medición de concentraciones de contaminantes comunes del aire, serán de carácter público (TULAS, 2011).

La Entidad Ambiental de Control establecerá sus procedimientos internos de control de calidad y aseguramiento de calidad del sistema de monitoreo de

calidad del aire ambiente en la región bajo su autoridad. Así mismo, la Entidad Ambiental de Control deberá definir la frecuencia y alcance de los trabajos, tanto de auditoría interna como externa, para su respectivo sistema de monitoreo de calidad de aire ambiente (TULAS, 2011).

2.7. HIPÓTESIS

La hipótesis de trabajo que sustenta el estudio es:

“Las emisiones de gases efecto invernadero originadas por las actividades de la agrosilvicultura, inciden con la capacidad de absorción de CO₂-eq, en el cantón Santa Ana”.

2.8. VARIABLES

Con el análisis del problema planteado se determinó las siguientes variables:

2.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE:

Características de las actividades de la agrosilvicultura.

2.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE:

Capacidad de absorción de CO₂ equivalente.

CAPITULO III.

3. METODOLOGÍA

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El cantón Santa Ana es parte de la provincia de Manabí, se encuentra a una altura que va desde los 100 hasta los 400 m.s.n.m. limita al Norte con los cantones Portoviejo y Pichincha, al Sur con los cantones 24 de Mayo y Olmedo, al Este con el cantón Balzar (Guayas) y al Oeste con Portoviejo y Jipijapa. La mayor parte del cantón se ubica en la zona bioclimática Muy Seco Tropical con una temperatura que oscila entre los 18 y 22°C y una precipitación de va desde los 500 a 1000mm; la parte este del mismo corresponde bioclimáticamente a una zona Sub Húmedo Tropical donde la temperatura va desde los 23 a 26°C con una precipitación que oscila desde los 1000 a 1500mm (IEE, 2012).



Imagen 3.1. Ubicación geográfica del cantón Santa Ana
Fuente: Suárez, J. 2011.

3.1.1. COBERTURA VEGETAL NATURAL

El cantón Santa Ana posee una superficie de 101.439,96 ha, presentando una significativa superficie de cobertura vegetal natural, esta representa el 33,42%, es decir 33.906,17 ha; mientras que, el área antropizada ocupa una superficie de 67.533,79 ha equivalente a 66,57% (IEE, 2012).

3.1.2. CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL NATURAL DEL CANTÓN SANTA ANA

El cantón Santa Ana dispone de seis formaciones vegetales las cuales se describe sus características, fisionomía y composición florística, en muchos remanentes los cuales han sido fragmentados se puede diferenciar una fisionomía diferente al estado original (IEE, 2012)

Según en las Investigaciones realizadas por el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) se observa seis formaciones vegetales naturales con relación a la cobertura vegetal natural del cantón Santa Ana en el cuadro 3.1

Cuadro 3.1. Formaciones vegetales naturales con relación a la cobertura vegetal natural del cantón Santa Ana

Formación Vegetal	Superficie en hectárea (ha)
Bosque Húmedo	26163,18
Bosque Seco	128,12
Matorral húmedo	3366,44
Matorral seco	999,21
Vegetación herbácea de humedal	111,80
Vegetación herbácea húmeda	3137,42
Total	33906,17

Fuente: Instituto Espacial Ecuatoriano, 2012.

El bosque húmedo es el sistema dominante del cantón Santa Ana y ocupa una superficie de 26163,18 ha que representa el 77,16% con respecto a la cobertura vegetal natural del cantón (IEE, 2012).

En la imagen 3.2 se puede apreciar en rojo la distribución espacial del bosque húmedo.

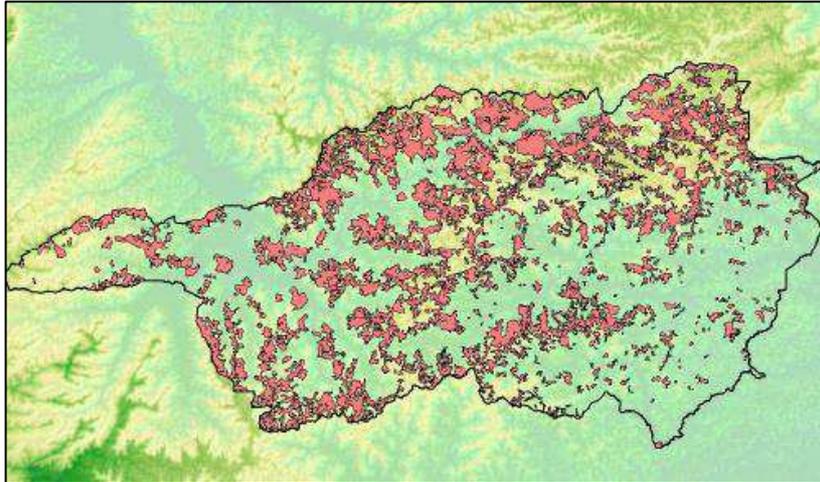


Imagen 3.2. Distribución espacial del bosque húmedo.
Fuente: IEE, 2012l

3.1.3. POBLACIÓN DEL CANTÓN SANTA ANA

Según el último censo de población y vivienda del 2010 el cantón Santa Ana cuenta con una población de 47.4 mil habitantes, en el cantón predomina la actividad agrícola por lo que el 79.6% de la población habita en el área rural y el 20.4% en el área urbana, lo que constituye el 3,1% del total de la provincia de Manabí (INEC, 2010).

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo es una investigación descriptiva, que se relaciona con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con la capacidad de absorción de CO₂.eq, de las actividades de la agrosilvicultura como (número de animales de cada tipo de ganado, cultivos de arroz, quema prescrita de sabanas ,quema en los campos de residuos agrícolas, suelos agrícolas.) una vez obtenidos los datos estadísticos agropecuarios del cantón Santa Ana se procedió a incluir los datos en las hojas de trabajo de las directrices del IPCC 1996 para garantizar la transparencia de los cálculos y obtener los resultados.

3.3. MUESTRA

Para la cuantificación de las emisiones de GEI procedente de la agrosilvicultura se utilizó el software proporcionado por la Secretaría del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC o UNFCCC por sus siglas en inglés). En el cual se utilizó el libro de trabajo y manual referencia de las directrices del IPCC 1996 que incluye inventario que tiene las instrucciones para el cálculo de gases de efecto invernadero. Se tomó como base los datos de actividad (número de animales, superficie sembrada y cosechada, producción de arroz, etc.) y factores de emisión por defecto. Se utilizó el nivel 1 para estimar cada subcategoría para las emisiones y absorciones calculadas del cantón santa Ana

3.4. TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

Los procesos metodológicos utilizados para la cuantificación y el reporte de GEI se siguen los lineamientos establecidos en las Directrices del IPCC de los sectores o categorías: Agrosilvicultura para la Notificación de Emisiones de Gases Efecto Invernadero.

Para la ejecución de la investigación, se aplicaron: entrevistas, fotografías, grabaciones, recolección de bibliografías y de revistas anexadas, métodos de observación, inducción, deducción de análisis y síntesis buscando determinar operativamente las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero originadas por las actividades de la categoría agrosilvicultura, con la capacidad de absorción de CO₂-eq.

3.4.1. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES Y ABSORCIONES

Las emisiones de GEI de cada una de las categorías de fuentes y sumideros descritas por el IPCC, (1996) se calcularon, de manera simplificada como el producto entre los niveles de actividad (NA) del cantón por el factor de emisión (FE) del GEI estimado, a través de la ecuación 3.1 (Vicuña, 2012).

$$E_{ijk} = \sum NA_{ajk} * FE_{aijk} \quad [3.1]$$

En el cual:

E_{ijk} = Emisión del gas i de la subcategoría j de la categoría k ;
 NA_{ajk} = Nivel de actividad a de la subcategoría j de la categoría k ;
 FE_{aijk} = Factor de emisión del gas i de la actividad a de la subcategoría j de la categoría k , con todas las actividades.

Los anexos del 1 al 23 presentan las hojas de cálculo de software del IPCC, (1996) así mismo en anexo 24-25 resumen de las emisiones y de absorción de los gases efecto invernadero (Gg) del inventario cantonal del año 2011

3.4.2. ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE MEDIANTE LA ECUACIÓN DE PROPAGACIÓN DEL ERROR (MÉTODO 1)

El análisis del Método 1 se estima las incertidumbres mediante la ecuación de propagación del error en dos pasos. Primero, se utiliza la aproximación de la ecuación 3.2 para combinar el factor de emisión, los datos de la actividad y otros rangos de parámetros de estimación por categoría de fuentes y gases de efecto invernadero. En segundo lugar, se emplea la aproximación de la ecuación 3.3 para llegar a la incertidumbre general de las emisiones cantonales y la tendencia de las emisiones cantonales entre el año de base (2011) y el año actual (2013) (IPCC, 2003).

3.4.2.1. INCERTIDUMBRE DE UNA ESTIMACIÓN ANUAL

La ecuación de propagación del error arroja dos reglas convenientes para combinar las incertidumbres no correlacionadas bajo la suma y la multiplicación.

En los casos en los que se deben combinar las cantidades inciertas por multiplicación, la desviación estándar de la suma será la raíz cuadrada de la

suma de los cuadrados de las desviaciones estándar de las cantidades que se suman, con todas las desviaciones estándar expresadas como coeficientes de variación, que son las relaciones de las desviaciones estándar con los valores medios adecuados. Esta regla es aproximada para todas las variables aleatorias. En circunstancias típicas, esta regla tiene una exactitud razonable, mientras el coeficiente de variación sea inferior a aproximadamente 0,3. Esta regla no es aplicable a la división. Se puede derivarse una ecuación simple (ecuación 3.2) para la incertidumbre del producto, expresada en términos porcentuales (IPCC, 2003).

$$U_{total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2} \quad [3.2]$$

En el cual:

U_{total} = Porcentaje de incertidumbre del producto de las cantidades (la mitad del intervalo de confianza del 95 por ciento, dividido por el total y expresado como porcentaje);

U_i^2 = Porcentaje de incertidumbre asociado con cada una de las cantidades.

En los casos en los que se deben combinar las cantidades inciertas por suma o resta, la desviación estándar de la suma es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones estándar de las cantidades que se suman con las desviaciones estándar, todas expresadas en términos absolutos (esta regla es exacta para las variables no correlacionadas). Usando esta interpretación, se puede derivar una ecuación simple (ecuación 3.3) para la incertidumbre de la suma, expresada en términos porcentuales (IPCC, 2003).

$$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 \cdot X_1)^2 + (U_2 \cdot X_2)^2 + \dots + (U_n \cdot X_n)^2}}{|X_1 + X_2 + \dots + X_n|} \quad [3.3]$$

En el cual:

U_{total} = Porcentaje de incertidumbre de la suma de las cantidades (la mitad del intervalo de confianza del 95 por ciento, dividido por el total (es decir, la media) y expresado como porcentaje). Este término “incertidumbre” se basa en el intervalo de confianza del 95 por ciento;
 X_i y U_i = Las cantidades inciertas y el porcentaje de incertidumbre asociado, respectivamente.

El inventario de gases de efecto invernadero es principalmente la suma de los productos de los factores de emisión y los datos de actividad. Por lo tanto, las reglas A y B pueden usarse repetidamente para estimar la incertidumbre del inventario total. En la práctica, las incertidumbres encontradas en las categorías de fuentes del inventario varían desde unos pocos puntos porcentuales hasta órdenes de magnitud, y pueden correlacionarse. Esto no es coherente con los supuestos de las reglas A y B de que las variables no están correlacionadas con una desviación estándar de menos de un 30% de la media, pero en tales circunstancias, aún pueden usarse las reglas A y B para obtener un resultado aproximativo (IPCC, 2003).

En anexo 30 se detalla los cálculos y su presentación de incertidumbre (nivel 1 propagación de error) del inventario cantonal se tomó como datos de entrada el año base el 2011 y el año en curso 2013

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Para realizar la evolución se tomó en cuenta las variables independientes y dependientes tanto de las emisiones de los gases a la atmósfera metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), dióxido de carbono (CO_2) como la absorción de la atmósfera del CO_2 -eq para esto se obtuvo datos estadísticos del cantón, ver el cuadro 3.2

Cuadro 3.2. Variables independiente y dependiente

Variable independiente	Concepto	Indicadores	Instrumentos
Características de las actividades de la agrosilvicultura	Emisión a la atmósfera de CH ₄ , CO ₂ y N ₂ O, que preceden de las actividades de la agricultura	Emisiones en Gg de GEI	Recolección de datos de fuente (estadísticas del cantón)
Variable dependiente	Concepto	Indicadores	Instrumentos
Capacidad de absorción de CO ₂ -eq	Absorción de la atmósfera de CO ₂ -eq, que preceden de las actividades de la agricultura	Cantidad de absorción (Gg de CO ₂ -eq)	Fórmula de conversión de Gg de GEI a Gg CO ₂ -eq

3.6. RECOLECCIÓN Y TABULACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para cumplir con los objetivos de las actividades de agrosilvicultura se muestran a continuación en la imagen 3.3 una breve descripción de cada una de las etapas.

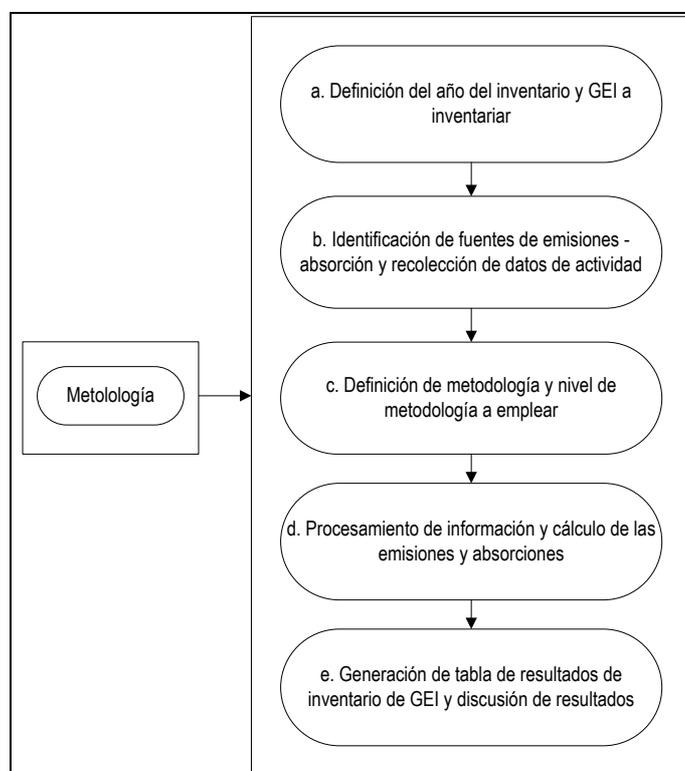


Imagen 3.3. Actividades generales desarrolladas en la elaboración del inventario

- a. Se consultó a expertos y bajo deducción se puntualizó para los años 2011, 2012 y 2013 la realización de los gases efecto invernadero que son de origen antrópico directo que se obtienen ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC): dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O).
- b. Subsiguientemente, para las fuentes de emisión de GEI existentes en el cantón se obtuvo datos estadísticos disponibles en internet y criterios de los expertos en la temática y posterior solicitud formal (oficio) a las entidades gubernamentales
- c. Se establecieron las fuentes de información de los organismos nacionales de estadísticas agropecuarias del cantón y la provincia para el desarrollo del inventario, para luego agruparlos en las categorías y subcategorías. Las potenciales fuentes de información lo constituyeron:
 - ✓ Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE),
 - ✓ Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP),
 - ✓ Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD),
 - ✓ Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC),
 - ✓ Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE),
 - ✓ Corporación forestal y Ambiental de Manabí (CORFAM),
 - ✓ Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Santa Ana,
 - ✓ Cuerpos de Bomberos del cantón Santa Ana,
 - ✓ Empresas y expertos en la temática.

Se consultaron fuentes de datos estadísticos para cada categoría y subcategoría que se describen en el cuadro 3.3.

Para ello se consideraron las siguientes categorías y subcategorías de la agricultura (A) y silvicultura (B), que desglosa las emisiones de las seis subcategorías de fuentes y sumideros.

Cuadro 3.3. Análisis de categorías y subcategorías

Nº	Subcategoría de fuente de la agricultura y silvicultura	Emisiones/absorciones (GEI)
A	Agricultura	GEI
1	Fermentación entérica y manejo del estiércol del ganado doméstico	CH ₄ y N ₂ O
2	Cultivos de Arrozales	CH ₄
3	Quema prescritas de sabanas	CH ₄ , CO, N ₂ O, NO _x
4	Quema en el campo de los residuos agrícolas	CH ₄ , CO, N ₂ O, NO _x
5	Suelos agrícolas	N ₂ O
B	Silvicultura	CO₂
6	Cambios de biomasa forestal y otros tipos de vegetación leñosa	CO ₂

Fuente: IPCC, (2003). Orientación de buenas prácticas y la gestión de incertidumbre en los IGEI

Resultado de la consulta se la hicieron a expertos del Municipio del cantón Santa Ana se consideraron las categorías y subcategorías que están acorde a la realidad del cantón, para la descripción de las fuentes emisoras y receptoras de GEI, que se detallaron las fuentes de emisión y absorción por categorías y subcategorías propuestas por las Directrices para un inventario de GEI.

Cuadro 3.4. Subcategoría 1

Emisiones de metano procedentes de la subcategoría fermentación entérica y del manejo del estiércol del ganado doméstico	
Tipo de ganado y número de animales (en miles)	Ganado lechero
	Ganado no lechero
	Caballos
	Mulas y asnos
	Cerdos
	Aves de corral

Cuadro 3.5. Subcategoría 1

Emisiones de óxido de nitroso procedentes de la subcategoría sistemas de manejo del estiércol (SME)	
Tipo de sistema de manejo del estiércol	Sistemas de tipo líquido
	Praderas y pastizales
	Otros sistemas (aves de corral sin cama)

Cuadro 3.6. Subcategoría 2

Emisiones de metano procedentes subcategoría de los arrozales			
Régimen de gestión del agua y superficie cultivada (m ² x 10 ⁻⁹)	De regadío	Anegados intermitentemente	Aireación sencilla
	De secado	Expuestos a la sequía	

Cuadro 3.7. Subcategoría 3

Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la subcategoría quema de sabanas	
Superficie quemada en kilo hectárea	Pasizales
	Matorrales
	Montañas

Cuadro 3.8. Subcategoría 4

Emisiones de gases de efecto invernadero a partir de la subcategoría quema de los residuos de las cosechas
Producción anual de cultivos (Gg de producción)

Cuadro 3.9. Subcategoría 5

Emisiones de óxido nitroso procedente de subcategoría de los campos agrícolas, excluido el cultivo de los histosoles	
Tipo de aporte de N en el suelo y cantidad de aporte de N (kg N/año)	Fertilizante sintético
	Estiércol excretado
	Cultivos fijadores del nitrógeno
	Residuos de las cosechas

Cuadro 3.10. Subcategoría 6

Emisión o absorción de dióxido de carbono procedente de los subcategoría cambios de biomasa de bosques y otros tipos de vegetación leñosa	
Superficie de las existencias bosque/biomasa. Formaciones vegetales	Bosque húmedo
	Matorral húmedo y seco
	Vegetación herbácea de humedal
	Vegetación herbácea seca y húmeda

- d. Se llegó a determinar el nivel de metodología a emplearse en el procesamiento de la información tomando en cuenta los requerimientos de los cálculos, principalmente en cuanto a unidades de medida a emplearse (número de animales por especie ganadera en miles, consumo de leña en kilotonelada de materia seca, cantidad de fertilizante en kilogramo de nitrógeno al año, etc).

- e. Una vez obtenida la información e identificados los factores de emisión (provistos en el Libro de Trabajo, por defecto, dada la circunstancia y por la falta de disponibilidad no se cuenta con información detallada de factores de emisión locales), se procedió a realizar el cálculo para cada categoría de fuente y gases de efecto invernadero de acuerdo con la ecuación 3.4 propuestas en las metodologías IPCC, por lo que se realizo de esta modo el inventario de emisiones y sumideros de GEI del cantón Santa Ana 2011, 2012 y 2013

Es importante indicar que las emisiones calculadas de cada GEI son llevados a emisiones de CO₂-eq mediante el potencial de calentamiento global de cada gas (GWP, por sus siglas en inglés), de tal forma que los resultados se expresan en emisiones de CO₂-eq, realizados con la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones GEI en Gg de CO}_2 - \text{eq} = \text{Emisiones de GEI en Gg} \times \text{GWP} \quad [3.4]$$

En donde:

$GEI = \text{CO}_2, \text{CH}_4 \text{ y } \text{N}_2\text{O};$

$GWP = \text{Potencial de calentamiento global.}$

- f. Una vez obtenidos los resultados del inventario para el cantón Santa Ana, se realizó la discusión de resultados que involucra descripción de resultados con la discusión sobre fuentes de información y aplicabilidad para la realización de inventarios locales en otras regiones del país, análisis de incertidumbre, identificación de categorías principales para posibles acciones de reducción de emisiones, como insumo para acciones de mitigación estratégicas en el cantón (ver capítulo 4).

Cada cálculo está vinculado a una hoja de trabajo que se presenta adecuadamente referenciada como anexos del presente documento (por categoría y nivel actividad). Tal como lo sugiere (Pulido, 2012).

CAPÍTULO IV.

4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUE INFLUYEN EN LAS EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO EN AGROSILVICULTURA DEL CANTÓN SANTA ANA

4.1.1. POBLACIÓN DE ESPECIES GANADERAS DEL CANTÓN SANTA ANA PARA LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA Y MANEJO DE ESTIÉRCOLES, QUE ORIGINAN EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO

Para determinar la población de especies ganaderas existentes en el cantón Santa Ana, se recurrió a los archivos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD).

Las fuentes de la población del ganado vacuno lechero y no lechero fueron suministrados por AGROCALIDAD en la vacunación contra la Fiebre Aftosa, de las fases I y II, en el que contenían el número de animales por categorías, ganado lechero (vacas mayores a 2 años) y del no lechero (toros mayores de 2 años, vaconas y toretes comprendidas entre 1 y 2 años, terneros y terneras menores de 1 año) de los años 2011, 2012, 2013.

Para establecer la población de ganado lechero y ganado no lechero, se realizó el promedio de las dos fases de vacunación, debido a que las fases I y II se realizan en épocas distintas al año, la etapa invernal (fase I) donde hay mayor cantidad de pasto, y en el verano donde hay menos disponibilidad de alimento (fase II) por lo tanto hay más movimiento y venta de animales (flujo de ganado entre fases).

En lo correspondientes a caballos, mulas y asnos, en cerdos no existieron datos de las especies ganaderas que existen en el cantón, tomando como referencia el III Censo Nacional Agropecuario (2000), para los años 2011, 2012, y 2013 pertenecientes al cantón Santa Ana; por lo que se realizó una extrapolación y asumir tendencias del incremento o decremento logrando así establecer un valor estimado para cada año, así mismo por la falta de información en lo referente a aves de corral como: pollos gallinas, gallos, patos y pavos, se consideró la población de aves de corral de planteles avícolas del III censo agropecuario (2000) y el censo de planteles avícolas del MAGAP (2007) en la que se extrapoló para los años 2011, 2012 y 2013 (cuadro 4.1) ver anexo 1al 5.

Cuadro 4.1. Número de cabezas de especies ganaderas en Santa Ana, años 2011, 2012 y 2013.

Cabezas (1000's)	2011	2012	2013
Ganado lechero	15,593	13,585	16,753
Ganado no lechero	29,528	26,941	26,819
Caballos	1,445	1,371	1,297
Mulas y asnos	1,192	0,996	0,801
Cerdos	20,654	21,501	22,347
Aves de corral	317,498	345,970	374,442

Fuente: AGROCALIDAD (2011 – 2013), MAGAP (2011 – 2013), III Censo Agropecuario (2000)

4.1.2. SUPERFICIE COSECHADA DE ARROZALES DEL CANTÓN SANTA ANA BAJO LA CONDICIÓN DE SISTEMA DE MANEJO DE LAS AGUAS QUE ORIGINAN LAS EMISIONES DE METANO

En el cuadro 4.2 se presenta la superficie cosechada de arroz en hectáreas (ha) para los años 2011, 2012, 2013 obtenidos por el MAGAP en la que se realizó consulta al Ing. Freddy Fernández (responsable del Punto de Apoyo del MAGAP cantón Santa Ana) en la que indicó que el 80% de la superficie total cosechada por año se cultiva bajo las condiciones de secano (época lluviosa), mientras que el 20% de la superficie cosechada se cultiva en condiciones de regadío (anegados intermitentemente con aeración sencilla).

Cuadro 4.2. Total superficie cosecha de arroz, años 2011, 2012 y 2013 en Santa Ana.

Condición	Superficie	2011	2012	2013
Secano: Expuesto a la sequía	Cosechada (ha)	1000	1840	1920
	Transformado kha	1,00	1,84	1,92
De regadío: Anegados intermitentemente	Cosechada (ha)	250	460	480
	Transformado kha	0,25	0,46	0,48
Total		1250	2300	2400

Fuente: MAGAP, (2011 – 2013).

La superficie cosechada de arroz por condición fueron transformadas en kilo hectáreas (kha) como resultado de las operaciones que se deben realizar previamente según en el Libro de Trabajo (Directrices IPCC 1996), ver anexo 6.

4.1.3. SUPERFICIE DE SABANAS EXPUESTAS A LA QUEMA EN EL CANTÓN SANTA ANA QUE ORIGINAN EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO

En el cuadro 4.3 se presentan los resultados de la superficie expuestas a la quema por categorías, para realizar los cálculos de las emisiones de los gases efecto invernadero de la quema prescrita de sabanas, se tomó en cuenta la superficie de pastizales (ha) datos estadísticos que fueron proporcionados de los registros del MAGAP, y la superficie quemada de matorrales y montañas registrado por el Cuerpo de Bomberos del cantón Santa Ana (CBSA).

Cuadro 4.3. Superficie quema de sabanas y sus unidades en kilo hectáreas, para el período 2011-2013

Categoría de Sabanas	Año	Superficie de pastizales (ha) MAGAP	Superficie reportada por CBSA (ha)	Superficie anualmente quemada (kha)
Pastizal	2011	65000	-	32,500
	2012	64100	-	32,050
	2013	46129	-	23,065
Matorral	2011	-	3	0,003
	2012	-	3	0,003
	2013	-	4	0,004
Montañas	2011	-	6	0,006
	2012	-	7	0,007
	2013	-	22	0,022
Total		175229	45	87,660

Fuente: MAGAP (2011-2013), Cuerpo de Bomberos – Cantón Santa Ana (2011-2013).

Para determinar la superficie total de sabanas quemada anualmente en kilohectáreas (kha), se multiplicó la superficie de pastizales por la fracción de superficie total de sabanas quemada anualmente (valor por defecto = 0,50 para la región de América tropical) y el resultado final se lo dividió para mil; en lo que respecta a la superficie de matorral y montañas se consideró los datos estadísticos del cuerpo de bomberos de Santa Ana para los años 2011, 2012, 2013 y se lo dividió para mil de acuerdo al requerimiento del Libro de Trabajo del IPCC (1996). Ver anexo 7 al 9.

4.1.4. PRODUCCIÓN DE ARROZ Y MAÍZ DEL CANTÓN SANTA ANA EXPUESTAS A LA QUEMA DE RESIDUOS DE LAS COSECHAS QUE ORIGINAN GASES DE EFECTO INVERNADERO

Se consideraron la producción de los cultivos de ciclo corto (arroz y maíz) datos estadísticos obtenidos del MAGAP, son representativos en el cantón y cuyos residuos son quemados en los campos. Los datos de volumen de producción en toneladas se transformaron a Gg, como resultado de las operaciones que se deben realizar previamente (1000 t = 1 Gg) (cuadro 4.4). Ver anexo 10-12

Cuadro 4.4. Producción de arroz y maíz en los años 2011, 2012 y 2013 en Santa Ana.

Producción en gigagramos (Gg)			
	2011	2012	2013
Arroz	3,000	5,520	5,760
Maíz	17,680	18,662	21,350
Total	2031,68	2036,182	2040,11

Fuente: MAGAP, (2011 – 2013)

4.1.5. FERTILIZANTE SINTÉTICO NITROGENADO DEL CANTÓN SANTA ANA QUE ORIGINAN LAS EMISIONES DIRECTAS E INDIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO

Por falta de información oficial que indique la demanda de fertilizante sintético nitrogenado aplicados a los suelos en el cantón Santa Ana, se consideró la demanda de (sacos de urea) por superficie de cultivo (una hectárea) de los 12 cultivos más representativos del cantón (en base al costo de producción),

según datos estadísticos obtenidos del MAGAP; Se tomó en cuenta las casas comerciales de productos agroquímicos que comercializan insumos nitrogenados (urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio).

Según el criterio de los profesionales: Ing. Freddy Fernández responsable del Punto de apoyo MAGAP; y del Ing. Oswaldo Pico técnico del municipio del cantón Santa Ana indicaron que la mayoría de los agricultores no aplican el número de sacos de fertilizantes que se recomienda por lo que se estima que el 80% del total de fertilizante nitrogenado, es aplicado a los suelos por cultivo en kg de N/año en el cantón Santa Ana (cuadro 4.5) ver anexo 13-20, 26-27.

Cuadro 4.5. Fertilizante nitrogenado (kg N/año) aplicado a los suelos en Santa Ana, 2011 al 2013.

Años	Estimado del fertilizante aplicado a los suelos por costo de producción cultivo del cantón	Demanda fertilizante aplicado a los suelos por costo de producción, una hectárea de cultivos (80%)	Demanda de fertilizante aplicado a los suelos (casas comerciales)	Fertilizante nitrogenado (promedio)
2011	2098584	1678867	242577	960722
2012	2851032	2280825	362565	1321695
2013	2826719	2261376	430416	1345896
Total	7776334	6221068	1035558	3628313

Fuente: MAGAP, (2011 – 2013), Casas Comerciales Agrícolas establecidas en el cantón Santa Ana.

4.1.6. PRODUCCIÓN DE CULTIVOS FIJADORES Y NO FIJADORES DE NITRÓGENO DEL CANTÓN SANTA ANA

Cabe indicar que para sacar los cálculos de la producción de los cultivos fijadores y no fijadores de nitrógeno se recurrió a los archivos del MAGAP para los años 2011, 2012, 2013, se tomó en cuenta la producción (t) que se transformó de toneladas a kilogramo (kg), y se multiplicó la producción de los cultivos fijadores y no fijadores de nitrógeno por un factor (0,15) para obtener el kilogramo de biomasa seca por año, de acuerdo al requerimiento del Libro de Trabajo del IPCC (1996).

Entre los cultivos fijadores de nitrógeno que más se producen en el canto están los cultivos de ciclo corto las leguminosas y oleaginosas (cuadro 4.6) Ver anexo 15 y 28

Cuadro 4.6. Producción de los cultivos fijadores de nitrógeno para el período 2011 – 2013 en Santa Ana.

Cultivos fijadores de nitrógeno			
Año	Producción (t)	Producción (kg)	kg de biomasa seca por año
2011	942	942000	141300
2012	1321	1321000	198150
2013	1382	1382000	207300

Fuente: MAGAP, (2011 – 2013)

Entre los cultivos no fijadores de nitrógeno que más se producen se destacan los cultivos tanto de ciclo corto como perenne (hortalizas, gramíneas frutales, pastos, tubérculos, azucareras (cuadro 4.7).ver anexo 15 y 29

Cuadro 4.7. Producción de los cultivos no fijadores de nitrógeno para el período 2011 – 2013 en Santa Ana.

Cultivos no fijadores de nitrógeno			
Año	Producción (t)	Producción (kg)	kg de biomasa seca por año
2011	872428	872428000	130864200
2012	863186	863186000	129477900
2013	631892	631892000	94783800

Fuente: MAGAP, (2011 – 2013)

4.1.7. SUPERFICIE DE LA COBERTURA VEGETAL EXISTENTE EN EL CANTÓN SANTA ANA QUE ABSORBEN DIÓXIDO DE CARBONO DE LA ATMÓSFERA

Como no existe información sobre la superficie de la cobertura vegetal natural del cantón Santa Ana se recurrió a los datos del Instituto Espacial Ecuatoriano a escala 1:25000 (IEE, 2012), que están agrupados de acuerdo a la siguiente clasificación: bosque húmedo (bosques de latifoliadas), bosque seco; matorral húmedo, matorral seco; vegetación herbácea de humedal y vegetación herbácea húmeda (cuadro 4.8).

Cuadro 4.8. Superficie estimada (ha) de cobertura natural en Santa Ana

Cobertura vegetal		2011	2012	2013
Bosque	Húmedo	26133,68	26163,18	26192,68
	Seco	127,98	128,12	128,26
Matorral	Húmedo	3366,44	3366,44	3366,44
	Seco	999,21	999,21	999,21
Vegetación herbácea	De humedal	111,80	111,80	111,80
	Húmeda	3137,42	3137,42	3137,42
Total		33876,52	33906,17	33935,82

Fuente: IEE, 2012.

Cabe indicar que por la falta de información de la cobertura vegetal para los años 2011 y 2013 se tomó como referencia la superficie de bosque húmedo (26163,18 ha) y seco (128,12 ha) del IEE (2012), según el MAE considero que la tasa de deforestación para el periodo 2008-2012 es de (-0,54%) que equivale a 65880 ha/año; también se consideró el estudio realizado por el consultor Rodrigo Sierra (2013), indica que la tasa de deforestación para el cantón Santa Ana en el periodo 2000-2008 está en el intervalo -0,09%-0,0% (-0,045%), en la que se estableció la tasa de deforestación del cantón (-29,646 ha/año) y se procedió a estimar la superficie de la cobertura de bosque húmedo obteniendo 26133,68; 26163,18 y 26192,68 hectáreas, bosque seco 127,98; 128,12 y 128,26 para los años 2011, 2012 , 2013.

También se consideró oportuno el criterio del experto Dasónomo Neil Zambrano, técnico forestal del Consejo Provincial de Manabí, que admitió tomar la misma superficie de cobertura vegetal de los datos del IEE (2012) correspondiente a la superficie de matorral, vegetación herbácea para los años 2011 y 2013.ver anexo 21

4.1.8. MADERA PARA COMERCIALIZACIÓN O APROVECHAMIENTO DEL CANTÓN SANTA ANA

El aprovechamiento autorizado de la madera se obtuvo de los archivos del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), zona 4 de las Licencias de Aprovechamiento Forestal autorizadas de los años 2011,2012, 2013).

En el cuadro 4.9 se presenta el volumen de madera autorizada para aprovechamiento industrial en metros cúbicos y el número de árboles explotados o talados por especie, que se extrae de los campos del cantón Santa Ana.

Cuadro 4.9. Volumen de madera autorizada y extraída del cantón para aprovechamiento industrial

Nombre común	Nombre científico	2011		2012		2013	
		m ³	# árboles	m ³	# árboles	m ³	# árboles
Aguacatillo	<i>Beilshamedia</i> spp.			17,75	13		
Balsa, Boya	<i>Ochroma pyramidale</i>	2000	4878			1237	4000
Fernán Sánchez	<i>Triplaris</i> spp.			2,86	3		
Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>			0,91	1		
Moral Bobo	<i>Clarisia racemosa</i>			2,12	2		
Pachaco	<i>Schizolobium parahybum</i>	1239,11	905	634,08	310	1211,97	772,00
Sapan de paloma	<i>Trema micrantha</i>			1,82	2		
Samán	<i>Samanea saman</i>			510,92	235		
Teca	<i>Tectona grandis</i>	12949,38	23793	3730,97	9938	13078	42845
Total		16188,49	29576	4901,43	10504	15526,97	47617

Fuente: MAE, (2011-2013)

4.1.9. CONSUMO DE LEÑA EN EL CANTÓN SANTA ANA

Es pertinente destacar que no existe información oficial sobre consumo de leña, sin embargo, dada la importancia del consumo de leña en Santa Ana, Por lo que sólo se consideró el consumo doméstico o residencial de leña, excluyendo al sector comercial informal (por ejemplo, comedores turísticos), y el sector de la pequeña industria (por ejemplo, ladrilleras).

Para aquello, se tomaron datos de hogares que consumen leña como combustible para cocinar, según censos del INEC (1990, 2001, 2010). Se realizó una extrapolación de los hogares para los años 2011, 2012 y 2013; también, se realizó visitas de campo a hogares de diferentes parroquias: Santa Ana de Vuelta Larga, Honorato Vásquez, Pueblo nuevo, Ayacucho y la Unión.

Se estimó el consumo de leña dividiendo 8,16 m³ de leña/año por la densidad de las especies arbóreas más representativas en el consumo de leña 0,67 m³/año, este resultado se multiplicó por 0,5 t ms/m³ (valor por defecto

recomendado por el IPCC) que en promedio consume un hogar por el valor extrapolado para los años 2011, 2012 y 2013, los resultados se presentan en kilotoneladas de materia seca por año (kt ms), ver cuadro 4.10.

Cuadro 4.10. Valores estimados del consumo de la leña en el cantón (kt ms)

Año	Hogares que consumen leña como combustible para cocinar (extrapolados de Censos INEC)	Promedio del volumen total de 60 casas que consumen leña (m ³ /año)	m ³ /año	Factor de conversión/expansión (t ms/m ³)	kt ms/año
2011	3084	8,16	25165,65	0,50	12,58
2012	2903		23688,68		11,84
2013	2722		22211,71		11,11
Total	8709		71066,04	35,53	

Fuente: INEC (2014)

4.1.10. OTROS USOS DE LA MADERA EN EL CANTÓN SANTA ANA

Debido a que no existe información sobre el aprovechamiento no autorizado de la madera se valará el criterio de especialistas forestales: Dasónomo Neil Zambrano, con 20 años de experiencia en el sector maderero en balsa, y técnico forestal del Consejo Provincial de Manabí, consideró que la madera para el fin de otros usos es aproximadamente el 25% del valor que ha sido considerado en metros cúbicos de las Licencias de Aprovechamiento forestal (cuadro 4.9).

En el canton Santa Ana la madera tiene otros fines de usos, por lo que es extraída directamente del campo para la construcción de establos de los animales, estacas para cercar terrenos, artesanías, entre otros usos, y que no están con permiso de aprovechamiento para ser utilizados.

El Ing. Ricardo Limongi, técnico del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), considera que la madera para el fin de otros usos es aproximadamente 65%. Así mismo, el Ing. Forestal Emilio Sornoza e Ing. Agrónomo Jacinto Loor, técnicos forestales del MAE indican que la madera para el fin de otros usos es aproximadamente el 10 y 30%, respectivamente del volumen que ha sido cosechado que se consume internamente en la finca (uso doméstico, que no está con registro de aprovechamiento).

Al existir diferencias de opinión, para estimar otros usos de la madera (kt ms) en los años 2011, 2012, 2013. se multiplicó el volumen de la cosecha comercial ($1 \text{ km}^3 = 1000 \text{ m}^3$) por el factor de conversión ($0,5 \text{ t ms/m}^3$) (este resultado es equivalente al total de la biomasa extraída durante la cosecha, kt ms), por último esta cantidad, se multiplicó por el promedio del criterio de los 4 especialistas (porcentaje) ver cuadro 4.11. ver anexo 22-23.

Cuadro 4.11. Valores estimados para otros usos de la madera, en Santa Ana

Año	Cosecha Comercial (km ³)	Factor de conversión expansión (t ms/m ³)	Biomasa extraída durante la cosecha comercial (kt ms)	Valores de los expertos (% promedio)	Estimado del valor para Otros Usos de la Madera (kt ms)
2011	16,1885	0,5	8,0942	32,50%	2,6306
2012	4,9014	0,5	2,4507	32,50%	0,7965
2013	15,5270	0,5	7,7635	32,50%	2,5231
Total	36,6169	0,5	18,3084	32,50%	5,9502

Fuente: MAE, (2011-2013)

4.2. REALIZACIÓN DE UN INVENTARIO DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO PROVENIENTES DE LAS CATEGORÍAS AGROSILVICULTURA EN EL CANTÓN SANTA ANA

Se presentan los resultados del cálculo de las emisiones y absorciones de GEI en gigagramos de CO₂ equivalente (Gg CO₂.eq) y la contribución por subcategorías. Así mismo un resumen del balance general de las emisiones y absorciones de los años estudiados. Se presenta también una descripción de los resultados relacionados con el cálculo de incertidumbre.

4.2.1. INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO PROVENIENTES DE LA CATEGORÍA AGROSILVICULTURA EN EL CANTÓN SANTA ANA

En el cuadro 4.12 se demuestra que la categoría agricultura emitió un total de 68,23 Gg de CO₂ equivalente en el año 2011 y la subcategoría que mayor emisión reportó son los suelos agrícolas con 57,32 Gg de CO₂ equivalente, la de menor emisión corresponde a la subcategoría fermentación entérica con 0,05 Gg de CO₂ equivalente.

Cabe recalcar que el forzamiento radiactivo que producen los diferentes gases depende de su concentración y el tiempo de permanencia en la atmósfera, se estima que para un horizonte de 100 años el metano es 21 veces más efectivo que el CO₂ y el óxido nitroso 310 veces. Por lo tanto el potencial de calentamiento mundial para esta investigación fue calculada para 100 años. Ver ecuación 3.4.

Cuadro 4.12. Aporte de las emisiones de la agricultura por subcategoría en Gg de CO₂ equivalente año 2011

Subcategorías	Gg de CO ₂ -eq
Fermentación entérica	0,05
Manejo del estiércol	0,24
Quema de sabanas	8,28
Quema de residuos de las cosechas	0,14
Suelos agrícolas	57,32
Producción de arroz	2,21
Total	68,23

El gráfico 4.1 se indica que la contribución a las emisiones totales del año 2011 la subcategoría suelos agrícolas representa el 84,00% y la fermentación entérica el 0,07%.

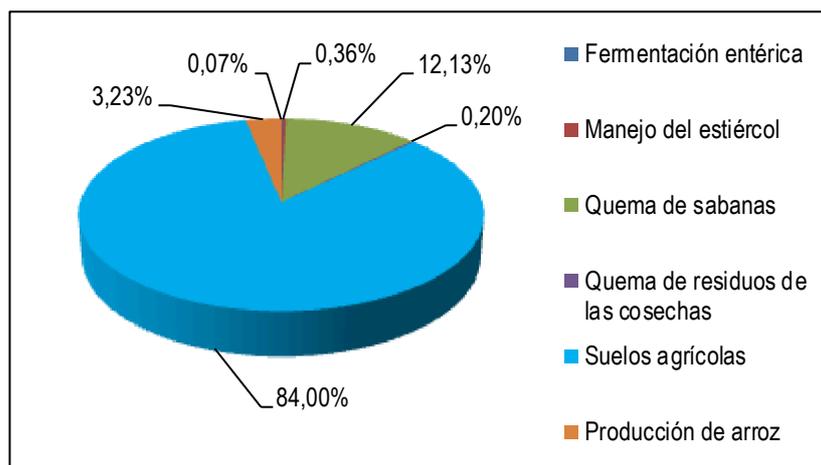


Gráfico 4.1. Emisiones de CO₂-equivalente para el año 2011, cantón Santa Ana.

Se evidencia en el cuadro 4.13 que en el año 2012 las emisiones totales de la agricultura fueron de 70,06 Gg de CO₂ equivalente, la subcategoría suelos agrícolas alcanzaron niveles máximos de emisión con 57,35 Gg de CO₂ equivalente y la subcategoría fermentación entérica 0,05 Gg de CO₂ equivalente con un valor mínimo de emisión. Investigaciones realizadas por Cáceres y Núñez, (2011) estimaron que en el año 2006 el Ecuador emitió 11,93 Gg de N₂O procedentes de los suelos agrícolas.

Las emisiones de las subcategorías: suelos agrícolas y fermentación entérica durante el año 2012 incidieron en los niveles de emisión del dióxido de carbono equivalente en el cantón.

Cuadro 4.13. Aporte de las emisiones de la agricultura por subcategoría en Gg de CO₂ equivalente año 2012

Subcategorías	Gg de CO ₂ -eq
Fermentación entérica	0,05
Manejo del estiércol	0,26
Quema de sabanas	8,16
Quema de residuos de las cosechas	0,18
Suelos agrícolas	57,35
Producción de arroz	4,06
Total	70,06

Se evidencia que en el año 2012 las emisiones de los suelos agrícolas alcanzaron una emisión de 81,71% originado por las emisiones directas, indirectas y del pastoreo de los animales, mientras que las de menor emisión la representan la fermentación entérica con el 0,06%. Ver el gráfico 4.2

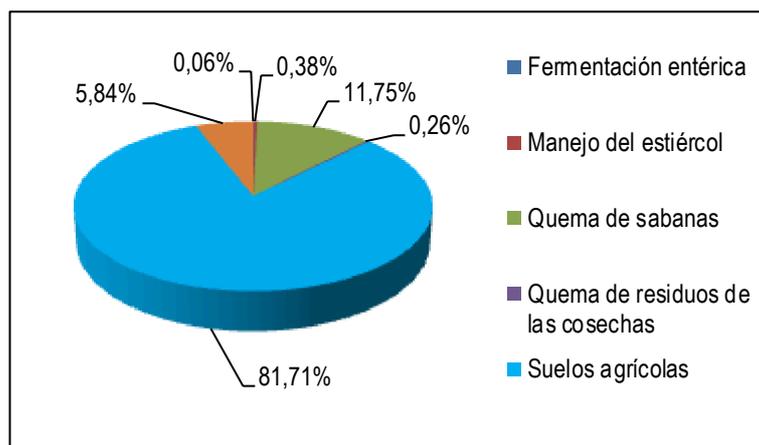


Gráfico 4.2. Emisiones de CO₂-equivalente para el año 2012, cantón Santa Ana.

En el cuadro 4.14 las emisiones totales de gases de efecto invernadero en Gg de CO₂ equivalente de la categoría agricultura en el año 2013 alcanzaron niveles de 67,69 Gg de CO₂ equivalente, evidenciándose que la subcategoría suelos agrícolas emitió 57,05 Gg de CO₂ equivalente, mientras que la fermentación entérica 0,05 Gg de CO₂ equivalente.

Cuadro 4.14. Aporte de las emisiones de la agricultura por subcategoría en Gg de CO₂ equivalente año 2013

Subcategoría	Gg de CO ₂ .eq
Fermentación entérica	0,05
Manejo del estiércol	0,28
Quema de sabanas	5,88
Quema de residuos de las cosechas	0,20
Suelos agrícolas	57,05
Producción de arroz	4,23
Total	67,69

En el gráfico 4.3 se evidencia que en el año 2013 las emisiones de los suelos agrícolas alcanzaron una emisión de 84,27% originado por las emisiones directas, indirectas y del pastoreo de los animales, mientras que las de menor emisión la representan la fermentación entérica con el 0,07%.

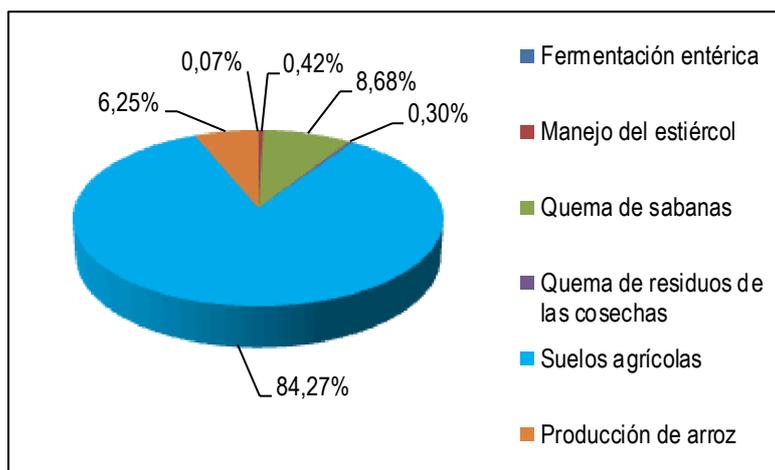


Gráfico 4.3. Emisiones de CO₂-equivalente para el año 2013, cantón Santa Ana.

Como puede observarse en los cuadros 4.12 al 4.14 y gráficos 4.1, 4.2 y 4.3, el mayor aporte de emisiones (Gg CO₂-eq) estimada para Santa Ana, corresponde a la subcategoría suelos agrícolas, que en el año 2012 alcanzó valores máximos de emisión con 57,35 Gg CO₂-eq, las emisiones directas de óxido nitroso representan el 43,34%, mientras que las emisiones indirectas constituyen el 31,35% y las emisiones del pastoreo de animales el 25,53%.

Estos resultados de emisiones de la subcategoría suelos agrícolas son superiores a los realizados en el cantón Bolívar por Alcívar, T. y Torres, B. (2014) en dónde los suelos agrícolas emitieron 47,91 Gg CO₂-eq en el año 2012, las emisiones directas de óxido nitroso representan el 39,86%, mientras que las emisiones indirectas constituyen el 33,56% y las emisiones del pastoreo de animales el 26,58%, que corresponden al año 2012.

Así mismo, se comprueba lo manifestado por De Vries *et al.* (2005) al enunciar que la fuente principal de emisiones en los ecosistemas agrícolas es debido a los aportes de nitrógeno por fertilizantes sintéticos (emisiones directas), la aportación de nitrógeno de los animales de pastoreo, el estiércol animal (emisiones del pastoreo de animales), los residuos de los cultivos, así como a la fijación o deposición por las leguminosas (emisiones indirectas).

De esta manera, las emisiones totales en el año 2012 de la categoría agricultura en el cantón Santa Ana fueron de 70,06 Gg de CO₂ equivalente.

Estos resultados son elevados al compararlos con inventarios de GEI realizados en la Universidad de Massey de Nueva Zelanda por Zulficar, H. (2012), donde las emisiones del sector de la agricultura contribuyeron con 6999 Mg (6,999 Gg) de CO₂-eq en el año 2004.

4.2.2. INVENTARIO TOTAL DE ABSORCIÓN DEL DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) PROVENIENTES DE LA CATEGORÍA SILVICULTURA EN EL CANTÓN SANTA ANA

En el cuadro 4.15 se registra los resultados de la absorción anual de dióxido de carbono en gigagramos. Como puede observarse dentro de la subcategoría cambios de biomasa forestal y otros tipos de vegetación leñosa, la absorción máxima que se registró fue de -34,49 Gg de CO₂ en el año 2012; y la mínima fue de -19,38 Gg de CO₂ en el 2011.

Cuadro 4.15. Absorción anual de dióxido de carbono (CO₂) Santa Ana

Año	Gg CO₂
2011	-19,38
2012	-34,49
2013	-23,00
Total	-76,87

En el gráfico 4.4, se observa el aporte porcentual de la absorción anual, la mayor absorción de dióxido de carbono se produjo en el año 2012 con el 44,87% del total y en menor porcentaje de captura está en el año 2011 con el 25,21% del total.

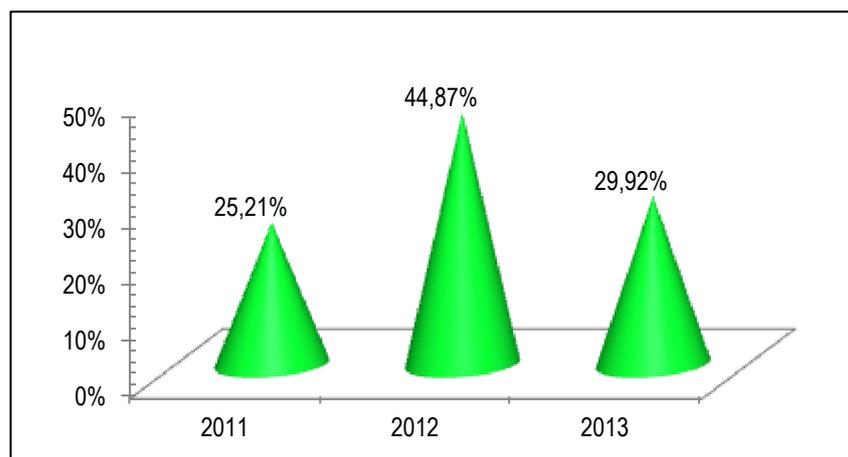


Gráfico 4.4. Absorción anual de CO₂ en gigagramos (Gg CO₂) de la categoría silvicultura

Investigaciones realizadas en Finlandia por Alm *et al.* (1997) demostraron que la cantidad de carbono secuestrado depende de la velocidad de la producción vegetal. Además, inventarios realizados en Rusia por Fedorov *et al.* (2011) indican que la capacidad de secuestro de dióxido de carbono supera a las emisiones.

Existe un aumento en el carbono fijado en el año 2012 debido que en este año los precios internacionales del pachaco (*Schizolobium parahybum*) reportaron una baja de precio por ende bajó la cosecha comercial de esta especie maderable (ver cuadro 4.9).

Por este motivo, una de las estrategias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero originados por la categoría agricultura es la captura de carbono que cumple con los criterios del IPCC y como segunda estrategia es brindar oportunidades, como la compensaciones de biomasa, tal como lo menciona (MacRae *et al.*, 2010).

4.3. RESUMEN DEL BALANCE GENERAL DE LOS INVENTARIOS DE LOS AÑOS 2011, 2012, Y 2013

Para un mejor análisis y comparación, a continuación se presenta los resultados del balance de los inventarios de gases de efecto invernadero

directos por categorías de fuentes emisoras y captadoras, de los años 2011, 2012 y 2013 expresados en Gg CO₂-eq (gráficos 4.5 al 4.7). Ver anexo 24-25

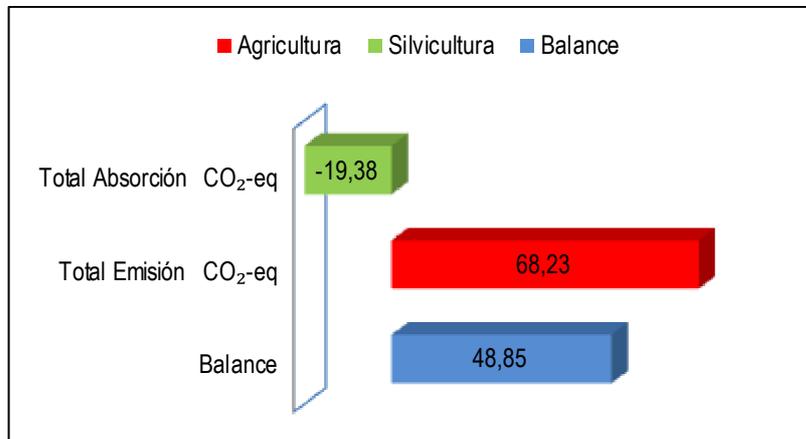


Gráfico 4.5. Balance de emisión y absorción de CO₂ equivalente en Santa Ana (2011)

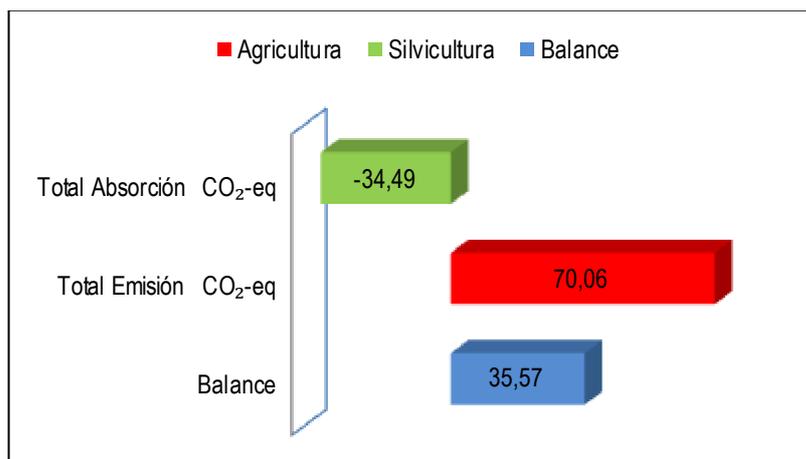


Gráfico 4.6. Balance de emisión y absorción de CO₂ equivalente en Santa Ana (2012)

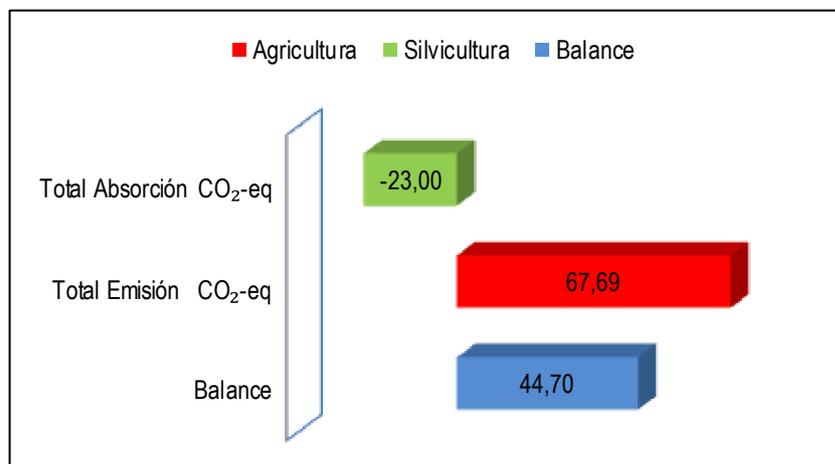


Gráfico 4.7. Balance de emisión y absorción de CO₂ equivalente en Santa Ana (2013)

Se evidencia que las emisiones de GEI directos de la categoría agricultura inciden negativamente y que el otro elemento decisivo lo constituye la fijación de CO₂ que produce la categoría silvicultura, cuyo valor resulta inferior a las emisiones existentes, por lo cual el comportamiento del balance del cantón Santa Ana es de emisor.

El cuadro 4.16 muestra la evolución de las emisiones y absorciones de los GEI por categorías y subcategorías, de los gases de efecto invernadero directo (CH₄, N₂O y CO₂), ya que las emisiones de los GEI tienen diferente fuerza radiativa, por lo cual sus efectos relativos en el calentamiento de efecto invernadero pueden variar de manera significativa de un gas a otro.

Además se muestran las emisiones netas en gigagramos de dióxido de carbono equivalente de la categoría agricultura, la mayor emisión se reporta en el 2012 con 70,06 Gg de CO₂-eq y una absorción de neta de -34,49 Gg de CO₂-eq, un balance de las emisiones y absorciones de 35,57.

Cuadro 4.16. Evaluación de emisiones y absorciones de GEI (Gg CO₂-eq) por categorías de fuente en Santa Ana (2011, 2012 y 2013)

Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	2011			2012			2013		
	Total emisiones netas (Gg CO ₂ -eq)	Total absorciones netas (Gg CO ₂ -eq)	Balance (Gg CO ₂ -eq)	Total emisiones netas (Gg CO ₂ -eq)	Total absorciones netas (Gg CO ₂ -eq)	Balance (Gg CO ₂ -eq)	Total emisiones netas (Gg CO ₂ -eq)	Total absorciones netas (Gg CO ₂ -eq)	Balance (Gg CO ₂ -eq)
Agricultura	68,23	-19,38	48,85	70,06	-34,49	35,57	67,69	-23,00	44,70
A. Fermentación entérica	0,05	-19,38	-19,33	0,05	-34,49	-34,45	0,05	-23,00	-22,95
B. Manejo del estiércol	0,24	-19,38	-19,13	0,26	-34,49	-34,23	0,28	-23,00	-22,71
C. Cultivo de arroz	2,21	-19,38	-17,17	4,06	-34,49	-30,44	4,23	-23,00	-18,76
D. Suelos agrícolas	57,32	-19,38	37,94	57,35	-34,49	22,86	57,05	-23,00	34,05
E. Quema de sabanas	8,28	-19,38	-11,10	8,16	-34,49	-26,33	5,88	-23,00	-17,12
F. Quema de residuos	0,14	-19,38	-19,24	0,18	-34,49	-34,31	0,20	-23,00	-22,80
Silvicultura	0,00	-19,38		0,00	-34,49		0,00	-23,00	
A. Cambios en biomasa	0,00	-19,38		0,00	-34,49		0,00	-23,00	

^a Valores positivos indica emisiones y valores negativos indican absorciones.

Estudios realizados en Rusia por Fedorov *et al.* (2011) demostraron que la capacidad de secuestro de dióxido de carbono en los sumideros de carbono supera a las emisiones.

4.4. RESULTADO INCERTIDUMBRE

En el cuadro 4.17 se observa el aporte a la incertidumbre de cada subcategoría, el mayor aporte a la incertidumbre total la tiene los suelos agrícolas y los cambios de biomasa forestal y otros tipos de vegetación leñosa, con 1303,17% y 211,78% respectivamente, para las emisiones y absorciones calculadas en Santa Ana.

Cuadro 4.17. Aporte a la incertidumbre (%) por subcategoría de fuente/sumidero en el año t (2013)

Subcategoría	Aporte a la incertidumbre	Participación sobre el total
Fermentación entérica (CH ₄)	0,001	0,00%
Gestión del estiércol (CH ₄)	0,000	0,00%
Gestión del estiércol (N ₂ O)	0,032	0,00%
Cultivo de arroz (CH ₄)	7,178	0,47%
Quema de sabanas (N ₂ O)	0,330	0,02%
Quema de sabanas (CH ₄)	9,893	0,65%
Quema de los residuos de las cosechas (N ₂ O)	0,001	0,00%
Quema de los residuos de las cosechas (CH ₄)	0,008	0,00%
Suelos agrícolas (N ₂ O)	1303,169	85,04%
Cambios de biomasa forestal y otros tipos de vegetación leñosa (CO ₂)	211,771	13,82%
Total	1532,3834	100,00%

En el gráfico 4.8 se ilustra la aportación porcentual de la incertidumbre de cada subcategoría, se reporta que las mayores incertidumbres en las emisiones la tienen los suelos agrícolas y los cambios de biomasa forestal y otros tipos de vegetación leñosa, con el 85,04% y el 13,82% del total, respectivamente, para las emisiones y absorciones calculadas en Santa Ana.

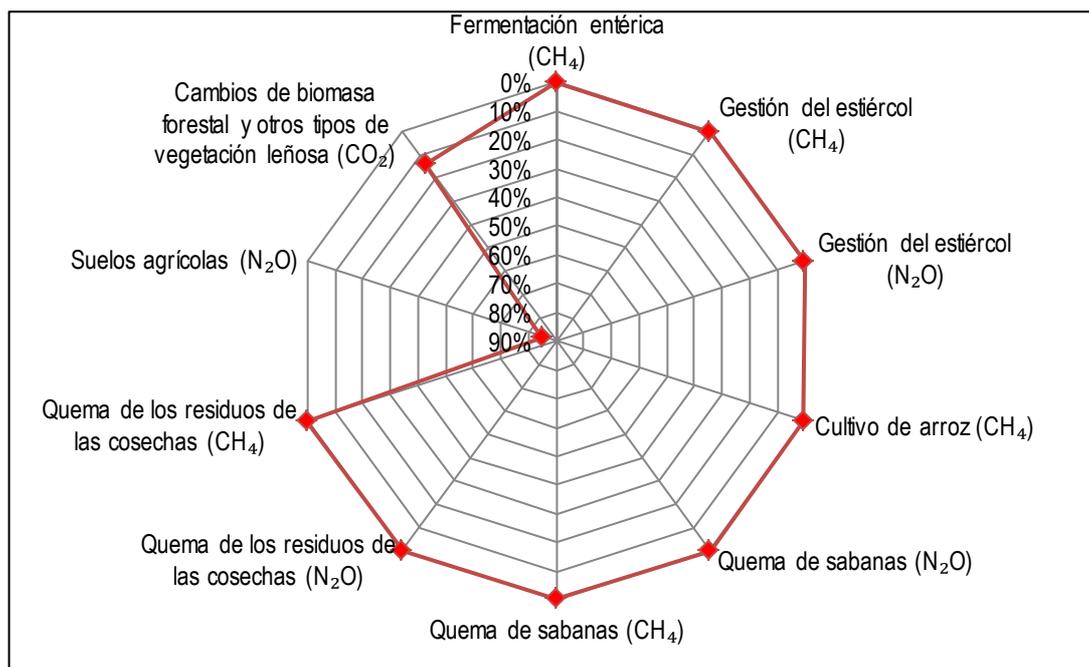


Gráfico 4.8. Contribución de incertidumbre por subcategoría de fuente de emisión y absorción de CO₂ equivalente en Santa Ana (2013)

Asimismo, los resultados indican que las emisiones netas del año 2013 son de 44,6958 Gg CO₂-eq con una incertidumbre total del inventario de $\pm 39,15\%$; que corresponde a un rango de probabilidad de 95% de 27,1993 a 62,1922 Gg CO₂-eq. Sobre la base de los inventarios del año base total (2011) y del año actual (2013), la tendencia promedio es un incremento del 8,51% en las emisiones de 2011 al 2013. La incertidumbre de la tendencia es $\pm 35,94\%$ (puntos porcentuales), que corresponde a un rango de probabilidad del 95% para la tendencia de 27,43% a 44,46% respecto a las emisiones del año 2011 (ver anexo 30).

Cabe hacer mención que se tomaron como referencia los valores de incertidumbre de los datos de actividad y factores de emisión por defecto del Nivel 1 reportados en un estudio realizado en México, por Benjamín y Hernández (2008), sustentado también en que el IPCC, (2003) “Cuantificación de las incertidumbres en la práctica en el capítulo 6” sugiere una incertidumbre de alrededor de $\pm 20\%$; como las aproximaciones inherentes en el nivel 1 significan que no puede hacer frente a la asimetría, esta comparación es alentadora.

Con estos resultados se ayuda a mejorar con exactitud los inventarios en el futuro y se puede mostrar cómo responden las incertidumbres generales y en la tendencia a medida que se reducen las incertidumbres en categorías de fuentes individuales (IPCC, 2003).

Estudios de incertidumbre realizados en Finlandia por Monni *et al.* (2007) demostraron que las emisiones de N₂O procedentes de los suelos agrícolas es especialmente significativa, en el cual, algunas de las características específicas ocurren: (1) por la idoneidad de la emisión por defecto del IPCC y las prácticas agrícolas y (2) la variación anual de los factores de emisión.

4.5. PROMOCIÓN DE UN PLAN DE MITIGACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO QUE INCREMENTEN LA ABSORCIÓN DE CO₂ EN EL CANTÓN SANTA ANA

Para incrementar la absorción del CO₂ se plantean las siguientes actividades:

- ✓ Comprar productos maderables que no procedan de bosques nativos.
- ✓ Formulación de un programa integral anti desertificación considerando como estrategia la actividad forestal, para preservar el recurso suelo y agua.
- ✓ Implementación de un sistema de reforestación en el cantón para dar cobertura al suelo y para reducir la deforestación.
- ✓ Prevención y control para difundir y efectuar actividades para disminuir la frecuencia de incendios forestales en un escenario de cambio climático previsible, y proteger la biodiversidad.
- ✓ Aplicación de técnicas de manejo forestal para plantaciones, bajo el principio de sustentabilidad, con la finalidad de obtener productos maderables para la industria y artesanías, disminuyendo la presión sobre los bosques nativos.

- ✓ Utilización de especies forestales de uso múltiple en el sector agrícola y ganadera para reducir el deterioro del recurso suelo por efecto de la erosión.
- ✓ Planificación, monitorización y protección de los bosques nativos.
- ✓ Reducción de la deforestación, ya que evitaremos que toneladas de carbono sean liberadas a la atmósfera.
- ✓ Incrementar los programas de reforestación con especies nativas.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES:

Del presente trabajo relacionado con el análisis de GEI producidas por la actividad de la agrosilvicultura en el cantón Santa Ana, se puede concluir lo siguiente:

- Se ha determinado que las características de la agrosilvicultura manifiestan subcategorías de fuentes con una eminente representatividad, en lo referente a lo relacionado con los inventarios de gases efecto invernadero, debido a la limitada información no se llegó a registrar los datos de actividad de las demás subcategorías de fuentes.
- El inventario de gases de efecto invernadero reconoció que los factores de emisión requeridos para la elaboración del balance de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero, no están definidos para las condiciones del cantón, lo que produce cierta incertidumbre en los resultados finales.
- El balance de emisiones de gases de efecto invernadero realizadas en el cantón, durante el período 2011 al 2013, demostró que existe una mayor emisión contra absorción, donde se reflejó que existió una emisión de 205,98 Gg CO₂-eq y una absorción de -76,87 Gg CO₂-eq quedando una comprobación de 129,12 Gg CO₂-eq.
- Se ha evidenciado que de todas las subcategorías consideradas, los suelos agrícolas obtuvieron los niveles máximos de emisión con 57,35 Gg CO₂-eq; de esta manera, las emisiones directas de óxido nitroso representan el 43,34%, mientras que las emisiones indirectas

constituyen el 31,35% y las emisiones del pastoreo de animales el 25,53%, que corresponden al año 2012.

- La hipótesis trazada ha comprobado que las emisiones de gases efecto invernadero, originada por las actividades de la agrosilvicultura, han incidido negativamente en la capacidad de absorción del dióxido de carbono equivalente del cantón Santa Ana.

5.2. RECOMENDACIONES:

En el presente proyecto de tesis de grado se desprenden las siguientes recomendaciones:

- Incentivar en la búsqueda de subcategorías en la agrosilvicultura debido a que existe una delimitación de las categorías de fuente, en el cantón Santa Ana.
- Realizar investigaciones que guíen a la obtención de factores de emisión necesarias para las emisiones de las diferentes subcategorías del sector agrosilvicultura.
- Verificar nuevos balances de emisión y absorción de estas categorías, examinando la totalidad de subcategorías con factores de emisión proporcionados del cantón.
- Incitar a los agricultores y autoridades del cantón a realizar prácticas agroecológicas, debido a que las emisiones directas de óxido nitroso procedentes de los campos agrícolas en el cantón Santa Ana arrojaron valores altos.

- Respecto al aporte de nitrógeno en cultivos fijadores de nitrógeno, apoyar en el desarrollo de diversas prácticas de agricultura ecológica tales como la rotación y asociación de cultivos, ya que se produce el equilibrio biológico y controlan la erosión del suelo.
- Respecto al nitrógeno procedente del estiércol, implementar programas como sistemas de pastoreo rotacional y buen manejo del estiércol.
- Respecto al aporte de nitrógeno procedente de los residuos de las cosechas, cubrir el suelo con rastrojos, ya que mantienen una temperatura y humedad adecuada para la vida y crecimiento de los microorganismos.
- En cuanto al fertilizante sintético, realizar prácticas que sean eficientes como la utilización de fertilizantes orgánicos o compost; ya que favorecen el desarrollo de microorganismos en el suelo.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

Tomar como énfasis la mitigación de gases efecto invernadero para viabilizar un proceso de cambios y transformaciones sociales, ambientales, económicas y productivas, y así poder contrarrestar la vulnerabilidad de eventos naturales de riesgo que se presenta en la provincia y el país, vinculando las instituciones públicas en conjunto con las comunidades del cantón, y así poder alcanzar los objetivos para mejorar la calidad de vida de la población.

6.1. JUSTIFICACIÓN

Debido al aporte de emisiones de GEI generado por el desarrollo de las actividades de la agricultura en el cantón Santa Ana, la propuesta tiene como finalidad, establecer un mecanismo de mitigación al impacto del cambio climático causado por las actividades humanas. Así que lo que debemos hacer es una agricultura que mezcle las mejores ideas, razones por la cual la agricultura orgánica viabiliza las mejores ideas de conservación del ambiente.

6.2. FUNDAMENTACIÓN

Las estrategias de mitigación del cambio climático están centradas en combatir las causas del cambio climático, a través de la implementación de acciones para la reducción de emisiones de GEI por medio de disminuir o eliminar actividades que producen estas emisiones, o a su vez reemplazarlas por otras que produzcan menos emisiones. También se pueden realizar actividades de reforestación que capturen CO₂ de la atmósfera produciendo remociones o a través de la conservación de bosques y otros ecosistemas que son sumideros de carbono. La mitigación es necesaria porque, a pesar de encontrar varias formas de adaptarse, los efectos del cambio climático podrían llegar a ser mayores que nuestra capacidad de adaptación (MAE, 2012).

El cambio climático está sucediendo ahora y debemos afrontarlo, hay dos grupos de acciones que se deben tomar:

- La primera opción es la mitigación; es decir, la intervención humana encaminada a reducir las fuentes de emisiones o aumentar la fijación (o captura) de GEI.
- La segunda opción es la adaptación; es la habilidad de prepararse para responder o enfrentar los efectos del cambio climático, reduciendo la vulnerabilidad y aumentando la resiliencia (o capacidad de sobreponerse) a estos efectos.

Las dos opciones son válidas, necesarias y complementarias para poder alcanzar una forma de vida sustentable que asegure que las futuras generaciones también tengan un ambiente sano y habitable.

Para aquello se necesita: Incentivo para agricultores, agricultura de precisión, nuevas variedades de cultivos, irrigación por goteo, mejores prácticas de labranza, reciclar aguas negras, dietas inteligentes para el ganado.

La aplicación de la propuesta son medidas estratégicas de mitigación de gases de efecto invernadero que están establecidas en los programa, son prácticas y permitirán difundir, capacitar y reducir las fuentes emisoras que contribuyen a minimizar la ocurrencia de los impactos del cambio climático, durante las actividades de la agricultura que se realiza en el cantón Santa Ana, por lo tanto deben ser satisfactoriamente implementadas en los plazos previstos.

6.3. OBJETIVOS

La minimización de las emisiones tiene los siguientes objetivos:

6.3.1. OBJETIVO GENERAL:

- Promocionar un plan de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del sector agrícola y pecuario del cantón Santa Ana.

6.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Elaborar un documento que recoja diferentes acciones encaminadas a guiar a los involucrados con esta problemática.
- Contribuir con un sin número de medidas que permitan aportar a la concientización y capacitación de la sociedad en el tema del calentamiento global.

6.4. IMPORTANCIA

Es importante porque en la actualidad las actividades de la agricultura producen un gran impacto ambiental, debido a que el planeta tierra demanda cada vez más de alimentos suficientes para alimentar a una población hambrienta que cada vez contribuye drásticamente al calentamiento global.

Sorprendentemente, la agricultura es la mayor contribuyente del cambio climático genera el 30% de los gases de efecto invernadero es más que la emisión de toda la electricidad y la industria de todos los aviones, trenes y automóviles del mundo, muchas emisiones por agricultura vienen de la deforestación tropical, el metano de los animales y los campos de arroz el óxido nitroso de la fertilización es alta, no hay nada que hayamos hecho que transformar más el mundo que la agricultura, y nada es más crucial que nuestra

sobrevivencia, este es el dilema, conforme el mundo crece en varios miles de personas necesitamos duplicar, quizás triplicar, la población global de comida.

6.5. UBICACIÓN SECTORIAL

Las medidas propuestas tendrán su ámbito de aplicación en el cantón Santa Ana, básicamente en los sectores agrícolas y pecuarios.

6.6. FACTIBILIDAD

La aplicación de las medidas son factibles, ya que contemplan las aplicaciones necesarias para una adecuada ejecución, porque se beneficiará socio económicamente a los agricultores, así como también a las comunidades del cantón Santa Ana, básicamente en los sectores agrícolas y pecuarios, en general al medio ambiente, utilizando para aquello a la agricultura sostenible y sustentable. El costo-beneficio se verá reflejado, en la calidad de vida de las comunidades y en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

6.7. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta está contemplada en cuatro trascendentales medidas estratégicas de mitigación para el cantón Santa Ana, que consta de los siguientes programas:

- Programa de reducción de fertilizantes sintéticos nitrogenados.
- Programa de reforestación.
- Programa de control y prevención de quemas de los residuos de las cosechas.
- Programas para la implementación de fincas orgánicas.

6.8. DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIARIOS

Los beneficiarios de esta propuesta serán los directamente involucrados: agricultores, campesinos, finqueros, comuneros del cantón Santa Ana. Debido a que este importante cantón de la provincia es agrícola y pecuario.

6.9. PLAN DE ACCIÓN

Considerando los resultados del inventario, la propuesta está encaminada a las actividades voluntarias de mitigación, que se describen en la siguiente matriz que resume la aplicación de los siguientes planes y programas de mitigación de gases de efecto invernadero en el cantón Santa Ana:

MATRIZ DE APLICACIÓN DEL PLAN DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL CANTÓN SANTA ANA									
PROGRAMA	META	OBJETIVOS	MEDIDAS O ACTIVIDADES	EFFECTOS E IMPACTOS ESPERADOS (CONTROLADO/REMIADO)	INDICADOR	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA DE EJECUCIÓN DE LA MEDIDA	PRESUPUESTO EN DOLARES AMERICANO
Programa de reducción de fertilizantes sintéticos nitrogenados	Reducir en un periodo máximo de dos años en un 50% el uso de fertilizantes sintéticos nitrogenado	Minimizar el consumo de fertilizante sintético nitrogenado	Realización de talleres de capacitación a los agricultores y finqueros del cantón sobre uso eficiente de los fertilizantes orgánicos	Estabilidad de las condiciones de vida de los campesinos y mejoramiento de la productividad de sus tierras en el largo plazo	Obtener excelentes rendimientos en los cultivos sin degradación del suelos, con una alta productividad y autosuficiencia alimenticia de los agricultores	Registros de asistencia a eventos de capacitación	MAGAP Y MAE quienes podrán definir y asignar las responsabilidades con personal calificado para la implementación y ejecución del programa	Permanente	\$ 2.500,00
			Sustitución del uso de fertilizantes químicos por fertilizantes orgánicos			Evaluación ex-post			
						Estadísticas cantonales			
Programa de reforestación	Plantar 123800 árboles endémicos en un periodo máximo de dos años en una superficie de 123,8 hectáreas	Reforestar terrenos deforestados, como los pastizales y matorrales	División en parcelas el área a ser reforestadas	Absorciones de CO ₂	Establecidos la reforestación con especies nativas en zonas prioritarias (cuencas altas, laderas, riberas de fuentes hídricas)	Informes árboles sembrados	MAGAP Y MAE quienes podrán definir y asignar las responsabilidades con personal calificado para la implementación y ejecución del programa	Permanente	\$ 123.800,00
			Selección de especies compatibles con las características ecológicas	Mejoramiento del paisaje		Folleto de instrucción y mantenimiento de las plantaciones			
			Selección del método de reforestación con semillas de especies a introducir	Protección del suelo frente a la desertificación	Establecidos contratos para la generación de créditos de carbón (MDL) en sitios estratégicos del cantón	Eventos de vinculación con la comunidad			
			Tratamiento previo para la vegetación leñosa	Regulación del ciclo hidrológico y mayor capacidad de retención de agua	Implementados proyectos de uso, transformación y comercialización de especies nativas, promisorias en mercados nacionales e internacionales	Informe detallado del programa			
				Máximo desarrollo de los procesos biológicos en las plantaciones boscosas	Establecidos bancos de germoplasma de especies clave	Informe de los resultados de la aplicación del programa			
						Evidencias de los procesos de selección de semillas			

... continuación

MATRIZ DE APLICACIÓN DEL PLAN DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL CANTÓN SANTA ANA															
Programa de control y prevención de quemas de los residuos de las cosechas	Disminuir e en un 25% la quema en los campos de los residuos agrícolas, en un lapso de 3 años	Controlar las quemas en terrenos agrícolas y pecuarios	Prevención y extensión de incendios forestales	Reducción de las emisiones de metano	El programa de prevención permitirá reducir potencialmente las emisiones de dióxido de carbono	Otorgamientos de certificados previo pago a la entidad controladora	MAGAP Y MAE quienes podrán definir y asignar las responsabilidades con personal calificado para la implementación y ejecución del programa	Permanente	\$ 400.320,00						
				Minimización de las lluvias ácidas		Inspección visual para verificar la disposición de la biomasa									
			Regulación de las quemas controladas en terrenos de uso agrícola y pecuario	Concientización de los agricultores sobre mejores prácticas agrícolas	Sistemas de autorización para todo tipo de quemas										
					Registro y permisos para todo tipo de quemas Utilización de vigilancia electrónica (tecnologías drones)										
Programa para la implantación de fincas orgánicas	Contar con la implantación de 100 granjas orgánicas en un periodo de dos años en 10 comunidades del cantón	Fomentar la agricultura ecológica para la implantación de granjas orgánicas que contribuyan a la producción de alimentos con insumos orgánicos	Selección de los terreno o fincas para la ejecución	Mejoramiento de los rendimientos en los sistemas de producción monogástricos de animales y cultivos hortícolas orgánicos	Número de familias productoras de porcinos y aves que han mejorado su productividad e ingresos	Informes de seguimiento	MAGAP Y MAE quienes podrán definir y asignar las responsabilidades con personal calificado para la implementación y ejecución del programa	Permanente	\$ 250.320,00						
			Participación de las familias campesinas que deseen mejorar sus ingresos a través de la agricultura orgánica			Reducción y reciclaje de los residuos de alimentos				Medios de comunicación locales					
			Incentivación y facilitación de técnicos en todo el proceso de implementación de huertos hortícolas con tecnología de producción orgánica	Mejoramiento del ciclo de nutrientes mediante la eficiencia fotosintética de rotación de cultivos orgánicos y sistemas de labranza	Número de hectáreas forestadas con caña guadua, teca, pachaco, etc	Informes de fiscalización									
				Extensión de la producción orgánica de los demás productos agrícolas en cada zona para lograr el cambio de mentalidad de los campesinos	Aumento de la eficiencia energética de los sistemas de compostaje	Pequeños agricultores produciendo hortalizas orgánicas para exportación y otros cultivos no tradicionales más rentables				Registros de producción					
			Reciclaje de los residuos de productos biológicos		Fotos y videos										
			Total									\$ 776.940,00			

6.10. ADMINISTRACIÓN

La presente propuesta deberá ser administrada y dirigida bajo la responsabilidad del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) desde mayo del 2017, en coordinación con el Ministerio del Ambiente (MAE).

6.11. FINANCIAMIENTO

El financiamiento de la propuesta de mitigación en el cantón Santa Ana, será presupuestada por las entidades administrativas del estado Ministerio del Ambiente y Ministerio de Agricultura, Acuacultura y Pesca del Ecuador.

6.12. PRESUPUESTO

Programas	Costo (\$)
Programa de reducción de fertilizantes sintéticos nitrogenados	\$ 2.500,00
Programa de reforestación	\$ 123.800,00
Programa de control y prevención de quemas de los residuos de las cosechas	\$ 400.320,00
Programa para la construcción de fincas orgánicas	\$ 250.320,00
Costo Total	\$ 776.940,00

6.13. EVALUACIÓN

La evaluación se la realizará de manera permanente en cada uno de los programas, tomando como referencia los indicadores establecidos, las metas y los objetivos, bajo la responsabilidad de las instituciones encargadas de la aplicación del plan de mitigación, con el fin de alcanzar los resultados esperados.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcívar, T. y Torres, G. 2014. Balance de la emisión y absorción de los gases de efecto invernadero del sector agricultura y silvicultura, en el cantón Bolívar. Tesis. Ing. Ambiental. ESPAM MFL. Calceta-Manabí, EC. p 160.
- Alm, J.; Talanov, A.; Saarnio, S.; Silvola, J.; Ikkonen, E.; Aaltonen, H.; Nykänen, H. y Martikainen, P. 1997. Reconstruction of the carbon balance for microsites in a boreal oligotrophic pine fen, Finland. *Oecología*. Vol 11, p 423 – 431.
- Anwar, M.; Muhuddin, R; Liu, D.; Macadam, I. Kelly, G. 2012. Adapting agriculture to climate change: a review. Australia. *Theor Appl Climatol*-Springer. DOI 10.1007/s00704-012-0780-1
- Benbi, D. 2013. Greenhouse gas emissions from agricultural soils: sources and mitigation potential. *Journal of crop improvement*. Vol. 27, p. 752-772. DOI: 10.1080/15427528.2013.845054
- Benjamin, J. A. y Hernandez, T. 2008. Inventario nacional de gases de efecto invernadero 2009. (En línea). MEX. Consultado, 13 de agosto 2014. Formato PDF. Disponible en http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/inf_inegei_agricultura_2006.pdf
- Blanco, Th.; Jonas, M.; Nahorski, Z. y Nilsson, S. 2011. Greenhouse gas inventories. Dealing with uncertainty. *Climate change*. Vol 103. 260p. En línea. Consultado 07 de agosto 2014. Disponible en <http://www.springer.com/environment/global+change+-+climate+change/book/978-94-007-1669-8>
- Cáceres, L.; Carrillo, R.; Bermeo, A. y Saari, P. 2001. Comunicación Nacional. República del Ecuador. Comunicación Marco de las Naciones Unidas Cambio Climático. Comité Nacional sobre el clima Ministerio del Ambiente. Gráficas Iberia. Ecuador. p. 128.
- Cáceres, L. y Núñez, A. 2011. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. (En línea). EC. Consultado, 16 de may. 2013. Formato PDF. Disponible en <https://www.dropbox.com/sh/55ru5lfyim2wjjc/0rg7zvY1r/3.%20BIBLIOGRAFIA%20RECOMENDADA/1.%20DOCUMENTOS%20NACIONALES/Comunicaci%C3%B3n%20Nacional%20sobre%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20%28Segunda%29.pdf>
- Cedeño, L. y Rivadeneira, P. 2014. Características de la agricultura y su relación con la capacidad de absorción del CO₂ de la biomasa forestal del cantón Chone. Tesis. Ing. Ambiental. ESPAM MFL. Calceta-Manabí, EC. p 136.

- Clough, T.; Di, H.; Cameron, K.; Sherlock, R.; Metherell, A.; Clark, H. y Rys, R. 2007. Accounting for the utilization of a N₂O mitigation tool in the IPCC inventory methodology for agricultural soils. Nutr cycle agroecosyst. Vol 78, p 1 -14. DOI 10.1007/s10705-006-9069-z.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático), 1994. Materiales para la formación práctica y talleres del Grupo Consultivo de expertos sobre las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención. (En Línea). ALEM. Consultado, 24 de octubr. 2013. Disponible en http://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/start.htm
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). 1994. Materiales para la formación práctica y talleres del Grupo Consultivo de expertos sobre las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención. (En Línea). ALEM. Consultado, 1 de ago. 2013. Formato htm. Disponible en http://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/start.htm
- Constitución de la república del Ecuador 2008. En línea. http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Cooper, M.; Boston, J. y Bright, J. 2013. Policy challenges for livestock emissions abatement: lessons from New Zealand. Climate Policy. Vol 13, p 110-133, DOI: 10.1080/14693062.2012.699786.
- De Vries, W.; Kros, J.; Kuikman, P.; Velthof, G.; Voogd, H.; Wieggers, J.; Butterbach-Bahl, K.; Denier Van Der Gon, H. & Van Amstel. 2005. Use of measurements and models to improve the national IPCC based assessments of soil emissions of nitrous oxide, Environmental Sciences, 2:2-3, 217-233, DOI: 10.1080/15693430500395412
- Falconi, E.; Borbor, M.; Carola, B.; Cevallos, B.; Chiriboga. Karen, L.; Alexandra, O.; Velásquez, M. Hildebrand, A. 2013. Memorias del I Simposio Internacional Cambio Climático y Salud.- Una visión desde la Mitad del Mundo, 3 al 5 de octubre de 2012. Quito: Universidad Central del Ecuador, Centro de Biomedicina, 2012. p. 252.
- Fedorov, B; Moiseev, B. y Sinyak, Yu. 2011. Absorption capacity of Russia's forests and carbon dioxide emissions of fuel and energy systems. Studies on Russian economic development. Vol 22. No. 3. pp 319 -330. DOI: 10.1134/S107570071103004X
- Groenestein, K.; Mosquera, J. y Sietske, V. 2012. Emission factors for methane and nitrous oxide from manure management and mitigation options. Journal of integrative environmental sciences. Vol. 9, sup 1, p 139-146, DOI: 10.1080/1943815X.2012.698990.

- Han, J.; Ahn, Y.; Lee, J. y Lee, I. 2012. Optimal strategy for carbon capture and storage infrastructure: a review. Korean journal chemical engineering, Vol 29, No 8, p 975 – 984. DOI: 10.1007/s11814-012-0083-3
- Horák, J. y Šiška, B. 2006. Evaluation of N₂O emissions by DNDC model for sandy loam soils of Danubian lowland. Journal of environmental engineering and landscape management. Vol. 14. p 165-171.
- IEE (Instituto Espacial Ecuatoriano). 2012. Proyecto: Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional, 1:25000. Memoria técnica – Cantón Santa Ana. (En línea). EC. Consultado, 17 de diciembre del 2013. Formato PDF. Disponible en: http://www.institutoespacial.gob.ec/geoportal/?page_id=313
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), 2014. Sistema integrado de consultas. Principal combustible o energía para cocinar. (En línea). EC. Consultado, 9 de enero del 2014. Disponible en <http://redatam.inec.gob.ec/cgibin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.inl>
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático). 1997. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada 1996. Volumen 2. Libro de trabajo para el inventario de gases de efecto invernadero.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2012. Informe especial sobre gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. Cambridge University Press, Cambridge. Reino Unido y Nueva York. USA. p 1-19.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2000. Informe especial sobre Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. Viena. Australia. p 30.
- IPCC (Intergovernmental panel of climate change). 1996. Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Work Book, 1996. Disponible en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs5.html>
- IPCC (Intergovernmental panel of climate change). 1996. Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual, 1996. Disponible en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6.html>
- IPCC (Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático). 2003. Orientación del IPCC sobre buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Capítulo 6. La cuantificación de las incertidumbres en la práctica. Disponible en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/index.html>

- IPCC (Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón. En línea. Consultado, 1 de marzo 2013. Disponible en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf/spanish/annex%20a.pdf>
- Kim, J. and Choi, J. 2014. Estimation of carbon capture and storage transport cost in Korea, *Geosystem engineering*, Vol. 17, No. 1, pp. 43-50, DOI: 10.1080/12269328.2014.895075
- Li, Y.; Lin, E. and Winiwarter, W. 2010. Modeling current and future N₂O emissions from agriculture in China and the effect of nitrification inhibitors, *Journal of integrative environmental sciences*, Vol 7, N. S1. p 301-308, DOI: 10.1080/19438151003621458
- MacRae, R. J.; Lynch, D. and Martin, R. C. 2010. Improving energy efficiency and GHG mitigation potentials in Canadian organic farming systems. *Journal of sustainable agriculture*. Vol 34: num 5, p 549-580. DOI: 10.1080/10440046.2010.484704.
- MAE (Ministerio de Ambiente del Ecuador). 2012. REDD+ 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 febrero 2014. Disponible en www.pnc-onureddecuador.org/biblioteca-virtual-onuredd/marco-operacional-para-la-implementacion-de-redd/88-redd-en-ecuador-una-oportunidad-para-mitigar-el-cambio-climatico/file.html
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca), 2011 – 2013. Dirección Provincial Agropecuaria. Proceso de direccionamiento estratégico. Consolidado estadístico agropecuario (2011-2013).
- Monni, S; Peltoniemi, M; Palosuo, T.; Lehtonen, A.; Mäkipää, R. and Savolainen, J. 2007. Uncertainty of forest carbon stock changes – implications to the total uncertainty of GHG inventory of Finland. *Climatic Change*. Vol 81, p 391 - 413. DOI 10.1007/s10584-006-9140-4.
- PACC (Proyecto Adaptación al Cambio Climático). 2009. Estudio de vulnerabilidad actual a los riesgos climáticos en el sector de los recursos hídricos en las cuencas de los Ríos Paute, Jubones, Catamayo, Chone, Portoviejo y Babahoyo. Quito-Ecuador. Manthra Editores.
- Pulido, A. 2012. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero para la región Cundinamarca – Bogotá. Tesis. Magister en ingeniería ambiental. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá- Colombia. p 107. En línea, consultados 13 de febrero 2014. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/9804/1/292473.2012.pdf>

- Rojas, V. 2013. Los servicios ambientales. Revista de derecho de la universidad de Montevideo. Uruguay. Núm. 10. p 37 – 44. En línea, consultado el 13 de febrero 2014. Disponible en <http://revistaderecho.um.edu.uy/wp-content/uploads/2013/10/XII-2013-Num23.pdf>
- Rusell, S.; Monagle, C.; Jacobsohn, M.; Beatty, R.; Bilbao, B.; Vessuri, H. and Sánchez, I. 2013. Can savanna burning projects deliver measurable greenhouse emissions reductions and sustainable livelihood opportunities in fire-prone settings?. Review. climatic change. DOI 10.1007/s10584-013-0910-5.
- Sierra, R. 2013. Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años. Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends. Quito, Ecuador. (En línea). Consultado, 31 de marzo del 2014. Formato PDF. http://draft.valorandonaturaleza.org/documents/files/patrones_y_factores_de_deforestacin_en_el_ecuador_continental_1990__2010.pdf
- Suárez, J. 2011. Gobierno Municipal de Santa Ana. Plan de desarrollo territorial 2011 2016. Diagnóstico participativo. p 366.
- TULAS (Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria) 2011. Publicada en el Registro Oficial No. 464, del 07 de Junio de 2011. En línea. [http:// faolex.fao.org/docs/pdf/ecu112183.pdf](http://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu112183.pdf)
- Vicuña, S. 2012. Estudio de los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero en Latinoamérica. Seminario Euroclima, CEPAL. En línea. Consultado, 4 de marzo 2014. <http://www.cepal.org/ccas/noticias/paginas/9/48599/Vicu%C3%B1a.pdf>
- Wassman, R. and Vlek, P. 2004. Mitigating greenhouse gas emissions from tropical agriculture: scope and research priorities. Environment, development and sustainability. No. 6 p 1-9.
- Zhang, Y.; Zhang, Y. and Zhang, J. 2013. Environmental impacts of carbon capture, transmission, enhanced oil recovery, and sequestration: an overview. Environmental forensics. Vol. 14, No. 4 pp. 301-305. DOI: 10.1080/15275922.2013.843616.
- Zulfiqar, H. 2012. Greenhouse gas inventory at an institution level: a case study of Massey University, New Zealand. Greenhouse Gas Measurement and Management. Vol. 2. No 4. p 178-185. DOI: 10.1080/20430779.2012.760157

ANEXOS

En los siguientes anexos se presentan las hojas de trabajo del Inventario de GEI, según la metodología de cálculo del IPCC y el resumen del inventario y las emisiones en Gg de GEI y Gg de CO₂-eq. En la agrosilvicultura. Además del cálculo de la incertidumbre.

Anexo 1. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-1. Hoja 1 de 2. Emisiones de Metano procedentes de la Fermentación Entérica del Ganado Doméstico y del Manejo del Estiércol (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2011)				
SUBMÓDULO		EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL				
HOJA DE TRABAJO		4-1				
HOJA		1 DE 2 EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL				
Tipo de ganado	PASO 1			PASO 2		PASO 3
	A Número de Animales	B Factores de Emisión para la fermentación entérica (kg/cabeza/año)	C Emisiones procedentes de la fermentación entérica (t/año)	D Factores de emisión para el manejo del estiércol (kg/cabeza/año)	E Emisiones procedentes del manejo del estiércol (t/año)	F Total Anual de las emisiones procedentes del ganado doméstico (Gg)
			$C = (A \times B)/1000$		$E = (A \times D)/1000$	$F = (C + E)/1000$
Ganado lechero	15,593	57	0,8888	2	0,0312	0,000920
Ganado no lechero	29,528	49	1,4468	1	0,0295	0,001476
Caballos	1,445	18	0,0260	2,18	0,0032	0,000029
Mulas y Asnos	1,192	10	0,0119	1,19	0,0014	0,000013
Cerdos	20,654	1,0	0,0207	2	0,0413	0,000062
Aves de corral	317,498	0	0,0000	0,023	0,0073	0,000007
Totales			2,3942		0,1139	0,002508

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2012)				
SUBMÓDULO		EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL				
HOJA DE TRABAJO		4-1				
HOJA		1 DE 2 EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL				
Tipo de ganado	PASO 1			PASO 2		PASO 3
	A Número de Animales	B Factores de Emisión para la fermentación entérica (kg/cabeza/año)	C Emisiones procedentes de la fermentación entérica (t/año)	D Factores de emisión para el manejo del estiércol (kg/cabeza/año)	E Emisiones procedentes del manejo del estiércol (t/año)	F Total Anual de las emisiones procedentes del ganado doméstico (Gg)
			$C = (A \times B)/1000$		$E = (A \times D)/1000$	$F = (C + E)/1000$
Ganado lechero	13,585	57	0,7743	2	0,0272	0,000801
Ganado no lechero	26,941	49	1,3201	1	0,0269	0,001347
Caballos	1,371	18	0,0247	2,18	0,0030	0,000028
Mulas y Asnos	0,996	10	0,0100	1,19	0,0012	0,000011
Cerdos	21,501	1	0,0215	2	0,0430	0,000065
Aves de corral	345,970	0	0,0000	0,023	0,0080	0,000008
Totales			2,1505		0,1092	0,002260

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2013)				
SUBMÓDULO		EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL				
HOJA DE TRABAJO		4-1				
HOJA		1 DE 2 EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL				
		PASO 1		PASO 2		PASO 3
Tipo de ganado	A Número de Animales	B Factores de Emisión para la fermentación entérica (kg/cabeza/año)	C Emisiones procedentes de la fermentación entérica (t/año)	D Factores de emisión para el manejo del estiércol (kg/cabeza/año)	E Emisiones procedentes del manejo del estiércol (t/año)	F Total Anual de las emisiones procedentes del ganado doméstico (Gg)
			$C = (A \times B)/1000$		$E = (A \times D)/1000$	$F = (C + E)/1000$
Ganado lechero	16,753	57	0,9549	2	0,0335	0,000988
Ganado no lechero	26,819	49	1,3141	1	0,0268	0,001341
Caballos	1,297	18	0,0233	2,18	0,0028	0,000026
Mulas y Asnos	0,801	10	0,0080	1,19	0,0010	0,000009
Cerdos	22,347	1	0,0223	2	0,0447	0,000067
Aves de corral	374,442	0	0,0000	0,023	0,0086	0,000009
Totales			2,3228		0,1174	0,002440

Anexo 2. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-1(Adicional). Nitrógeno excretado por sistema de manejo del estiércol (sistema líquido) de los cerdos (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2011)		
SUBMÓDULO		EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL		
HOJA DE TRABAJO		4-1 (ADICIONAL)		
ESPECIFICAR EL SME		SISTEMA LÍQUIDO		
HOJA		NITRÓGENO EXCRETADO POR SISTEMA DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL		
Tipo de ganado	A Número de animales	B Nitrógeno Excretado Nex (kg/cabeza/año)	C Fracción de Nitrogeno por SME (%/100) (fracción)	D Nitrógeno Excretado por SME, Nex (kg N/año)
				$D = (A \times B \times C)$
Cerdos	20654	16	0,08	26.437,12
			TOTAL	26.437,12

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2012)			
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL			
HOJA DE TRABAJO	4-1 (ADICIONAL)			
ESPECIFICAR EL SME	SISTEMA LÍQUIDO			
HOJA	NITRÓGENO EXCRETADO POR SISTEMA DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL			
Tipo de ganado	A Número de animales	B Nitrógeno Excretado Nex	C Fracción de Nitrogeno por SME (%/100)	D Nitrógeno Excretado por SME, Nex
		(kg/cabeza/año)	(fracción)	(kg N/año)
				D = (A x B x C)
Cerdos	21501	16	0,08	27.521,28
TOTAL				27.521,28

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2013)			
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL			
HOJA DE TRABAJO	4-1 (ADICIONAL)			
ESPECIFICAR EL SME	SISTEMA LÍQUIDO			
HOJA	NITRÓGENO EXCRETADO POR SISTEMA DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL			
Tipo de ganado	A Número de animales	B Nitrógeno Excretado Nex	C Fracción de Nitrogeno por SME (%/100)	D Nitrógeno Excretado por SME, Nex
		(kg/cabeza/año)	(fracción)	(kg N/año)
				D = (A x B x C)
Cerdos	22347	16	0,08	28.604,16
TOTAL				28.604,16

Anexo 3. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-1 (Adicional). Emisiones de Óxido Nitroso procedentes del nitrógeno excretado del Sistema del Manejo del Estiércol (praderas y pastizales) (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2011)			
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO			
HOJA DE TRABAJO	4-1 (ADICIONAL)			
ESPECIFICAR EL SME	PRADERAS DE PASTIZALES			
HOJA	NITRÓGENO EXCRETADO POR SISTEMA DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL			
Tipo de ganado	A Número de Animales	B Nitrógeno Excretado Nex	C Fracción del nitrógeno del estiércol por SME (%/100)	D Nitrogeno Excretado por SME, Nex
		(kg/cabeza/año)	(fracción)	(kg N/año)
				D = (A x B x C)
Ganado no Lechero	29528	40	0,99	1.169.289,00
Ganado Lechero	15593	70	0,36	392.931,00
Otros	2637	40	0,99	104.425,20
TOTAL				1.666.645,20

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2012)			
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO			
HOJA DE TRABAJO	4-1 (ADICIONAL)			
ESPECIFICAR EL SME	PRADERAS DE PASTIZALES			
HOJA	NITRÓGENO EXCRETADO POR SISTEMA DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL			
Tipo de ganado	A Número de Animales	B Nitrógeno Excretado Nex (kg/cabeza/año)	C Fracción del nitrógeno del estiércol por SME (%/100) (fracción)	D Nitrogeno Excretado por SME, Nex (kg N/año) D = (A x B x C)
Ganado no Lechero	26941	40	0,99	1.066.843,80
Ganado Lechero	13585	70	0,36	342.329,40
Otros	2367	40	0,99	93.733,20
			TOTAL	1.502.906,40

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2013)			
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO			
HOJA DE TRABAJO	4-1 (ADICIONAL)			
ESPECIFICAR EL SME	PRADERAS DE PASTIZALES			
HOJA	NITRÓGENO EXCRETADO POR SISTEMA DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL			
Tipo de ganado	A Número de Animales	B Nitrógeno Excretado Nex (kg/cabeza/año)	C Fracción del nitrógeno del estiércol por SME (%/100) (fracción)	D Nitrogeno Excretado por SME, Nex (kg N/año) D = (A x B x C)
Ganado no Lechero	26819	40	0,99	1.062.032,40
Ganado Lechero	16753	70	0,36	422.175,60
Otros	2098	40	0,99	83.080,80
			TOTAL	1.567.288,80

Anexo 4. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-1 (Adicional). Emisiones de Óxido Nitroso procedentes del nitrógeno excretado del Sistema del Manejo del Estiércol (aves de corral sin cama) (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2011)			
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DEL GANADO DOMÉSTICO ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
HOJA DE TRABAJO	4-1 (ADICIONAL)			
SIST. MANEJO DEL ESTIÉRCOL	OTROS (ESTIÉRCOL DE AVES DE CORRAL SIN CAMA)			
HOJA	NITRÓGENO EXCRETADO POR SISTEMA DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL DEL ANIMAL			
Tipo de ganado	A Número de animales	B Nitrógeno Excretado Nex (kg/cabeza/año)	C Fracción de Nitrogeno por SME (%/100) (fracción)	D Nitrógeno Excretado por SME, Nex (kg N/año) D = (A x B x C)
Aves de corral	317498	0,6	0,49	93.344,41
			TOTAL	93.344,41

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2012)			
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DEL GANADO DOMÉSTICO ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
HOJA DE TRABAJO	4-1 (ADICIONAL)			
SIST. MANEJO DEL ESTIÉRCOL	OTROS (ESTIÉRCOL DE AVES DE CORRAL SIN CAMA)			
HOJA	NITRÓGENO EXCRETADO POR SISTEMA DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL DEL ANIMAL			
Tipo de ganado	A Número de animales	B Nitrógeno Excretado Nex (kg/cabeza/año)	C Fracción de Nitrogeno por SME (%/100) (fracción)	D Nitrógeno Excretado por SME, Nex (kg N/año) D = (A x B x C)
Aves de corral	345970	0,6	0,49	101.715,18
			TOTAL	101.715,18

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2013)			
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DEL GANADO DOMÉSTICO ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
HOJA DE TRABAJO	4-1 (ADICIONAL)			
SIST. MANEJO DEL ESTIÉRCOL	OTROS (ESTIÉRCOL DE AVES DE CORRAL SIN CAMA)			
HOJA	NITRÓGENO EXCRETADO POR SISTEMA DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL DEL ANIMAL			
Tipo de ganado	A Número de animales	B Nitrógeno Excretado Nex (kg/cabeza/año)	C Fracción de Nitrogeno por SME (%/100) (fracción)	D Nitrógeno Excretado por SME, Nex (kg N/año) D = (A x B x C)
Aves de corral	374442	0,6	0,49	110.085,95
			TOTAL	110.085,95

Anexo 5. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-1. Hoja 2 de 2. Emisiones de Óxido Nitroso procedentes de la producción pecuaria del nitrógeno excretado del Sistema del Manejo del Estiércol (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2011)		
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTE DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL		
HOJA DE TRABAJO	4-1		
HOJA	2 DE 2 EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN PECUARIA EMISIONES PROCEDENTES DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL (SME)		
PASO 4			
Sistema de Manejo del Estiércol (SME)	A Nitrógeno excretado Nex(SME) (kg N/año)	B Factor de emisión para el SME EF ₃ (kg N ₂ O-N/kg N)	C Total anual de las emisiones de N ₂ O (Gg) C=(AxB)[44/28] / 1 000 000
Sistema líquido	26.437,12	0,001	0,0000415
Praderas y pastizales	1.666.645,20		
Otros (Estiércol de aves de corral sin cama)	93.344,41	0,005	0,0007334
Total	1.786.426,73	Total	0,0007750

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2012)		
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTE DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL		
HOJA DE TRABAJO	4-1		
HOJA	2 DE 2 EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN PECUARIA EMISIONES PROCEDENTES DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL (SME)		
PASO 4			
Sistema de Manejo del Estiércol (SME)	A	B	C
	Nitrógeno excretado	Factor de emisión para	Total anual de las emisiones
	$N_{ex(SME)}$	el SME	de N_2O
	(kg N/año)	EF_3 (kg $N_2O-N/kg N$)	(Gg)
			$C=(AxB)[44/28] / 1\ 000\ 000$
Sistema líquido	27.521,28	0,001	0,00004325
Praderas y pastizales	1.502.906,40		
Otros (Estiércol de aves de corral sin cama)	101.715,18	0,005	0,00079919
Total	1.632.142,86	Total	0,00084244

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2013)		
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO PROCEDENTE DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL		
HOJA DE TRABAJO	4-1		
HOJA	2 DE 2 EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN PECUARIA EMISIONES PROCEDENTES DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL (SME)		
PASO 4			
Sistema de Manejo del Estiércol (SME)	A	B	C
	Nitrógeno excretado	Factor de emisión para	Total anual de las emisiones
	$N_{ex(SME)}$	el SME	de N_2O
	(kg N/año)	EF_3 (kg $N_2O-N/kg N$)	(Gg)
			$C=(AxB)[44/28] / 1\ 000\ 000$
Sistema líquido	28.604,16	0,001	0,0000449
Praderas y pastizales	1.567.288,80		
Otros (Estiércol de aves de corral)	110.085,95	0,005	0,0008650
Total	1.705.978,91	Total	0,0009099

Anexo 6. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-2. Hoja 1 de 1. Emisiones de Metano Procedentes de Arrozales Anegados (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2011)						
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LOS ARROZALES ANEGADOS						
HOJA DE TRABAJO	4-2						
HOJA	1 DE 1						
Régimen de gestión del agua	A	B	C	D	E		
	Superficie cultivada	Factor de escala para las emisiones de metano	Factor de corrección para el fertilizante orgánico	Factor de emisión integrado para tomar en cuenta las variaciones estacionales para el arroz anegado continuamente sin fertilizante orgánico	Emisiones de CH_4		
	(1000 ha)			(g/m^2)	(Gg)		
					$E = (A \times B \times C \times D) / 100$		
De regadío	Anegados continuamente				0,0000		
	Anegados intermitentemente	Aeración sencilla	0,25	0,5	1	20	0,0250
		Aeración múltiple					0,0000
De secano	Anegadizos					0,0000	
	Expuestas a la sequía		1	0,4	1	20	0,0800
Totals		1,250				0,1050	

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2012)					
SUBMÓDULO		EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LOS ARROZALES ANEGADOS					
HOJA DE TRABAJO		4-2					
HOJA		1 DE 1					
Régimen de gestión del agua		A	B	C	D	E	
		Superficie cultivada (1000 ha)	Factor de escala para las emisiones de metano	Factor de corrección para el fertilizante orgánico	Factor de emisión integrado para tomar en cuenta las variaciones estacionales para el arroz anegado continuamente sin fertilizante orgánico (g/m ²)	Emisiones de CH ₄ (Gg) E = (A x B x C x D)/100	
De regadío	Anegados continuamente					0,0000	
	Anegados intermitentemente	Aeración sencilla	0,46	0,5	1	20	0,0460
		Aeración múltiple					0,0000
De secoano	Anegadizos					0,0000	
	Expuestas a la sequía	1,84	0,4	1	20	0,1472	
Totals		2,300				0,1932	

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2013)					
SUBMÓDULO		EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LOS ARROZALES ANEGADOS					
HOJA DE TRABAJO		4-2					
HOJA		1 DE 1					
Régimen de gestión del agua		A	B	C	D	E	
		Superficie cultivada (1000 ha)	Factor de escala para las emisiones de metano	Factor de corrección para el fertilizante orgánico	Factor de emisión integrado para tomar en cuenta las variaciones estacionales para el arroz anegado continuamente sin fertilizante orgánico (g/m ²)	Emisiones de CH ₄ (Gg) E = (A x B x C x D)/100	
De regadío	Anegados continuamente					0,0000	
	Anegados intermitentemente	Aeración sencilla	0,48	0,5	1	20	0,0480
		Aeración múltiple					0,0000
De secoano	Anegadizos					0,0000	
	Expuestas a la sequía	1,92	0,4	1	20	0,1536	
Totals		2,400				0,2016	

Anexo 7. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-3. Hoja 1 de 3. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la Quema Prescrita de Sabanas (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2011)					
SUBMÓDULO		QUEMA PRESCRITA DE SABANAS					
HOJA DE TRABAJO		4-3					
HOJA		1 DE 3					
PASO 1			PASO 2				
A	B	C	D	E	F	G	H
Superficie quemada por categoría (especificar) (k ha)	Densidad de biomasa de la sabana (t ms/ha)	Biomasa total expuesta a la quema (Gg ms)	Fracción realmente quemada	Cantidad de biomasa realmente quemada (Gg ms)	Fracción de la biomasa viva quemada	Cantidad de biomasa viva quemada (Gg ms)	Cantidad de biomasa muerta quemada (Gg ms)
		C = (A x B)		E = (C x D)		G = (E x F)	H = (E - G)
32,500	6,6	214,5000	0,8	171,6000	0,9	154,4400	
Pastizales							17,1600
0,003	6,6	0,0198	0,8	0,0158	0,9	0,0143	
Matorrales							0,0016
0,006	6,6	0,0396	0,8	0,0317	0,9	0,0285	
Montañas							0,0032

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2012)					
SUBMÓDULO		QUEMA PRESCRITA DE SABANAS					
HOJA DE TRABAJO		4-3					
HOJA		1 DE 3					
PASO 1				PASO 2			
A	B	C	D	E	F	G	H
Superficie quemada por categoría (especificar)	Densidad de biomasa de la sabana	Biomasa total expuesta a la quema	Fracción realmente quemada	Cantidad de biomasa realmente quemada	Fracción de la biomasa viva quemada	Cantidad de biomasa viva quemada	Cantidad de biomasa muerta quemada
(k ha)	(t dm/ha)	(Gg dm)		(Gg dm)		(Gg dm)	(Gg dm)
		$C = (A \times B)$		$E = (C \times D)$		$G = (E \times F)$	$H = (E - G)$
32,050	6,6	211,53	0,8	169,22	0,9	152,30	
Pastizales							16,92
0,003	6,6	0,02	0,8	0,02	0,9	0,01	
Matorrales							0,00
0,007	6,6	0,05	0,8	0,04	0,9	0,03	
Montañas							0,00

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2013)					
SUBMÓDULO		QUEMA PRESCRITA DE SABANAS					
HOJA DE TRABAJO		4-3					
HOJA		1 DE 3					
PASO 1				PASO 2			
A	B	C	D	E	F	G	H
Superficie quemada por categoría (especificar)	Densidad de biomasa de la sabana	Biomasa total expuesta a la quema	Fracción realmente quemada	Cantidad de biomasa realmente quemada	Fracción de la biomasa viva quemada	Cantidad de biomasa viva quemada	Cantidad de biomasa muerta quemada
(k ha)	(t dm/ha)	(Gg dm)		(Gg dm)		(Gg dm)	(Gg dm)
		$C = (A \times B)$		$E = (C \times D)$		$G = (E \times F)$	$H = (E - G)$
23,065	6,6	152,23	0,8	121,78	0,9	109,60	
Pastizales							12,18
0,004	6,6	0,03	0,8	0,02	0,9	0,02	
Matorrales							0,00
0,022	6,6	0,15	0,8	0,12	0,9	0,10	
Montañas							0,01

Anexo 8. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-3. Hoja 2 de 3. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la Quema Prescrita de Sabanas (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2011)		
SUBMÓDULO		QUEMA PRESCRITA DE SABANAS		
HOJA DE TRABAJO		4-3		
HOJA		2 DE 3		
PASO 3				
I	J	K	L	
Fracción oxidada de la biomasa viva y muerta	Biomasa total oxidada	Fracción de carbono de la biomasa viva y muerta	Total de carbono liberado	
	(Gg ms)		(Gg C)	
	$Viva: J = (G \times I)$ $Muerta: J = (H \times I)$		$L = (J \times K)$	
Viva	0,8	123,5520	0,45	
Muerta	1	17,1600	0,4	
Viva	0,8	0,0114	0,45	
Muerta	1	0,0016	0,4	
Viva	0,8	0,0228	0,45	
Muerta	1	0,0032	0,4	
Total			62,4797	

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2012)		
SUBMÓDULO		QUEMA PRESCRITA DE SABANAS		
HOJA DE TRABAJO		4-3		
HOJA		2 DE 3		
PASO 3				
I		J	K	L
Fracción oxidada de la biomasa viva y muerta		Biomasa total oxidada	Fracción de carbono de la biomasa viva y muerta	Total de carbono liberado
		(Gg ms)		(Gg C)
		Viva: J = (G x I) Muerta: J = (H x I)		L = (J x K)
Viva	0,8	121,84	0,45	54,83
Muerta	1	16,92	0,4	6,77
Viva	0,8	0,01	0,45	0,01
Muerta	1	0,00	0,4	0,00
Viva	0,8	0,03	0,45	0,01
Muerta	1	0,00	0,4	0,001
Total				61,62

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2013)		
SUBMÓDULO		QUEMA PRESCRITA DE SABANAS		
HOJA DE TRABAJO		4-3		
HOJA		2 DE 3		
PASO 3				
I		J	K	L
Fracción oxidada de la biomasa viva y muerta		Biomasa total oxidada	Fracción de carbono de la biomasa viva y muerta	Total de carbono liberado
		(Gg ms)		(Gg C)
		Living: J = (G x I) Dead: J = (H x I)		L = (J x K)
Viva	0,8	87,68	0,45	39,46
Muerta	1	12,18	0,4	4,87
Viva	0,8	0,02	0,45	0,01
Muerta	1	0,00	0,4	0,00
Viva	0,8	0,08	0,45	0,04
Muerta	1	0,012	0,4	0,005
Total				44,38

Anexo 9. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-3. Hoja 3 de 3. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la Quema Prescrita de Sabanas (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2011)					
SUBMÓDULO		QUEMA PRESCRITA DE SABANAS					
HOJA DE TRABAJO		4-3					
HOJA		3 DE 3					
PASO 4			PASO 5				
L	M	N	O	P	Q	R	
Total del carbono liberado	Relación de nitrógeno-carbono	Contenido total de nitrógeno	Relación de emisión	Emisiones	Relación de conversión	Emisiones procedentes de la quema de sabanas	
(Gg C)		(Gg N)		(Gg C or Gg N)		(Gg)	
		N = (L x M)		P = (L x O)		R = (P x Q)	
			0,004	0,2499	16/12	CH ₄	0,3332
			0,06	3,7488	28/12	CO	8,7472
62,4797	0,006	0,3749		P = (N x O)		R = (P x Q)	
			0,007	0,0026	44/28	N ₂ O	0,0041
			0,121	0,0454	46/14	NO _x	0,1490

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2012)					
SUBMÓDULO		QUEMA PESCRITA DE SABANAS					
HOJA DE TRABAJO		4-3					
HOJA		3 DE 3					
PASO 4			PASO 5				
L	M	N	O	P	Q	R	
Total del carbono liberado	Relación de nitrógeno-carbono	Contenido total de nitrógeno	Relación de emisión	Emisiones	Relación de conversión	Emisiones procedentes de la quema de sabanas	
(Gg C)		(Gg N)		(Gg C or Gg N)		(Gg)	
		$N = (L \times M)$		$P = (L \times O)$		$R = (P \times Q)$	
			0,004	0,25	16/12	CH_4	0,3286
			0,06	3,70	28/12	CO	8,6263
61,62	0,006	0,37		$P = (N \times O)$		$R = (P \times Q)$	
			0,007	0,00259	44/28	N_2O	0,00407
			0,121	0,04473	46/14	NO_x	0,1470

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2013)					
SUBMÓDULO		QUEMA PESCRITA DE SABANAS					
HOJA DE TRABAJO		4-3					
HOJA		3 DE 3					
PASO 4			PASO 5				
L	M	N	O	P	Q	R	
Total del carbono liberado	Relación de nitrógeno-carbono	Contenido total de nitrógeno	Relación de emisión	Emisiones	Relación de conversión	Emisiones procedentes de la quema de sabanas	
(Gg C)		(Gg N)		(Gg C or Gg N)		(Gg)	
		$N = (L \times M)$		$P = (L \times O)$		$R = (P \times Q)$	
			0,004	0,18	16/12	CH_4	0,2367
			0,06	2,66	28/12	CO	6,2129
44,38	0,006	0,266		$P = (N \times O)$		$R = (P \times Q)$	
			0,007	0,00186	44/28	N_2O	0,0029
			0,121	0,03222	46/14	NO_x	0,1059

Anexo 10. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-4. Hoja 1 de 3. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la Quema en el Campo de Residuales Agrícolas (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2011)						
SUBMÓDULO		QUEMA EN EL CAMPO DE LOS RESÍDUOS AGRÍCOLAS						
HOJA DE TRABAJO		4-4						
HOJA		1 DE 3						
	PASO 1			PASO 2		PASO 3		
Cultivo	A	B	C	D	E	F	G	H
(especificar cultivos de importancia local)	Producción anual	Relación residuos-cultivo	Cantidad de residuos	Fracción de materia seca	Cantidad de residuos secos	Fracción quemada en los campos	Fracción oxidada	Total de biomasa quemada
	(Gg de cultivo)		(Gg de biomasa)		(Gg ms)			(Gg ms)
			$C = (A \times B)$		$E = (C \times D)$			$H = (E \times F \times G)$
Arroz	3,0000	1,4	4,2000	0,78	3,2760	0,20	0,9	0,5897
Maíz	17,6800	1	17,6800	0,3	5,3040	0,20	0,9	0,9547
Total:								1,5444

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2012)						
SUBMÓDULO		QUEMA EN EL CAMPO DE LOS RESÍDUOS AGRÍCOLAS						
HOJA DE TRABAJO		4-4						
HOJA		1 DE 3						
	PASO 1			PASO 2		PASO 3		
Cultivo	A	B	C	D	E	F	G	H
(especificar cultivos de importancia local)	Producción anual	Relación residuos-cultivo	Cantidad de residuos	Fracción de materia seca	Cantidad de residuos secos	Fracción quemada en los campos	Fracción oxidada	Total de biomasa quemada
	(Gg de cultivo)		(Gg de biomasa)		(Gg ms)			(Gg ms)
			$C = (A \times B)$		$E = (C \times D)$			$H = (E \times F \times G)$
Arroz	5,5200	1,4	7,73	0,78	6,03	0,20	0,9	1,085
Maíz	18,6620	1	18,66	0,3	5,60	0,20	0,9	1,008
Total:								2,093

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2013)						
SUBMÓDULO		QUEMA EN EL CAMPO DE LOS RESÍDUOS AGRÍCOLAS						
HOJA DE TRABAJO		4-4						
HOJA		1 DE 3						
	PASO 1			PASO 2		PASO 3		
Cultivo	A	B	C	D	E	F	G	H
(especificar cultivos de importancia local)	Producción anual	Relación residuos-cultivo	Cantidad de residuos	Fracción de materia seca	Cantidad de residuos secos	Fracción quemada en los campos	Fracción oxidada	Total de biomasa quemada
	(Gg de cultivo)		(Gg de biomasa)		(Gg ms)			(Gg ms)
			$C = (A \times B)$		$E = (C \times D)$			$H = (E \times F \times G)$
Arroz	5,7600	1,4	8,06	0,78	6,29	0,20	0,9	1,132
Maíz	21,3500	1	21,35	0,3	6,41	0,20	0,9	1,153
Total:								2,285

Anexo 11. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-4. Hoja 2 de 3. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la Quema en el Campo de Residuales Agrícolas (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2011)			
SUBMÓDULO		QUEMA EN EL CAMPO DE LOS RESÍDUOS AGRÍCOLAS			
HOJA DE TRABAJO		4-4			
HOJA		2 DE 3			
	PASO 4		PASO 5		
	I	J	K	L	
Cultivos	Fracción de carbono en el residuo	Total del carbono liberado	Relación nitrógeno-carbono	Total del nitrógeno liberado	
		(Gg C)		(Gg N)	
		$J = (H \times I)$		$L = (J \times K)$	
	Arroz	0,4144	0,2444	0,014	0,0034
Maíz	0,4709	0,4496	0,02	0,0090	
Total:		0,6939		0,0124	

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2012)		
SUBMÓDULO		QUEMA EN EL CAMPO DE LOS RESÍDUOS AGRÍCOLAS		
HOJA DE TRABAJO		4-4		
HOJA		2 DE 3		
		PASO 4		PASO 5
	I	J	K	L
	Fracción de carbono en el residuo	Total del carbono liberado	Relación nitrógeno-carbono	Total del nitrógeno liberado
Cultivos		(Gg C)		(Gg N)
		$J = (H \times I)$		$L = (J \times K)$
Arroz	0,4144	0,4496	0,014	0,0063
Maíz	0,4709	0,4745	0,02	0,0095
Total:		0,9242		0,0158

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2013)		
SUBMÓDULO		QUEMA EN EL CAMPO DE LOS RESÍDUOS AGRÍCOLAS		
HOJA DE TRABAJO		4-4		
HOJA		2 DE 3		
		PASO 4		PASO 5
	I	J	K	L
	Fracción de carbono en el residuo	Total del carbono liberado	Relación nitrógeno-carbono	Total del nitrógeno liberado
Cultivos		(Gg C)		(Gg N)
		$J = (H \times I)$		$L = (J \times K)$
Arroz	0,4144	0,47	0,014	0,0066
Maíz	0,4709	0,54	0,02	0,0109
Total:		1,01		0,0174

Anexo 12. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-4. Hoja 3 de 3. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la Quema de los Residuales Agrícolas (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2011)		
SUBMÓDULO		QUEMA EN EL CAMPO DE RESÍDUOS DE LA AGRICULTURA		
HOJA DE TRABAJO		4-4		
HOJA		3 DE 3		
PASO 6				
	M	N	O	P
	Relación de emisiones	Emisiones	Relación de conversión	Emisiones procedentes de la quema en los campos de los residuos de la cosecha
		(Gg C or Gg N)		(Gg)
		$N = (J \times M)$		$P = (N \times O)$
CH ₄	0,005	0,0035	16/12	0,0046
CO	0,060	0,0416	28/12	0,0972
		$N = (L \times M)$		$P = (N \times O)$
N ₂ O	0,007	0,0001	44/28	0,0001
NO _x	0,121	0,0015	46/14	0,0049

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2012)		
SUBMÓDULO		QUEMA EN EL CAMPO DE RESÍDUOS DE LA AGRICULTURA		
HOJA DE TRABAJO		4-4		
HOJA		3 DE 3		
PASO 6				
	M	N	O	P
	Relación de emisiones	Emisiones	Relación de conversión	Emisiones procedentes de la quema en los campos de los residuos de la cosecha
		(Gg C or Gg N)		(Gg)
		$N = (J \times M)$		$P = (N \times O)$
CH ₄	0,005	0,00	16/12	0,00616
CO	0,06	0,06	28/12	0,12938
		$N = (L \times M)$		$P = (N \times O)$
N ₂ O	0,007	0,000	44/28	0,00017
NO _x	0,121	0,002	46/14	0,00628

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2013)		
SUBMÓDULO		QUEMA EN EL CAMPO DE RESÍDUOS DE LA AGRICULTURA		
HOJA DE TRABAJO		4-4		
HOJA		3 DE 3		
PASO 6				
	M	N	O	P
	Relación de emisiones	Emisiones	Relación de conversión	Emisiones procedentes de la quema en los campos de los residuos de la cosecha
		(Gg C or Gg N)		(Gg)
		$N = (J \times M)$		$P = (N \times O)$
CH ₄	0,005	0,0051	16/12	0,0067
CO	0,06	0,0607	28/12	0,1417
		$N = (L \times M)$		$P = (N \times O)$
N ₂ O	0,007	0,0001	44/28	0,0002
NO _x	0,121	0,002	46/14	0,0069

Anexo 13. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-5, Hoja 1 de 5. Emisiones Directas de Óxido Nitroso Procedente de los Campos agrícolas Excluido los Cultivos de Histosoles. Suelos agrícolas (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2011)		
SUBMÓDULO	SUELOS AGRÍCOLAS		
HOJA DE TRABAJO	4-5		
HOJA	1 DE 5 EMISIONES DIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LOS CAMPOS AGRÍCOLAS, EXCLUIDO EL CULTIVO DE LOS HISTOSOLES		
		PASO 1	PASO 2
Tipo de aporte de N en el suelo	A	B	C
	Cantidad de aporte de N	Factor de emisión para las emisiones directas	Emisiones directas de los suelos
		EF ₁	
	(kg N/año)	(kg N ₂ O-N/kg N)	(Gg N ₂ O-N/año)
			C = (A x B)/1 000 000
Fertilizante Sintético (F _{SN})	864.649,60	0,0125	0,0108
Estiércol (FE)	1.393.412,85	0,0125	0,0174
Cultivos fijadores del N (F _{BN})	8478,00	0,0125	0,0001
Residuos de las cosechas (F _{CR})	1.622.941,65	0,0125	0,0203
		Total	0,0486

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2012)		
SUBMÓDULO	SUELOS AGRÍCOLAS		
HOJA DE TRABAJO	4-5		
HOJA	1 DE 5 EMISIONES DIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LOS CAMPOS AGRÍCOLAS, EXCLUIDO EL CULTIVO DE LOS HISTOSOLES		
		PASO 1	PASO 2
Tipo de aporte de N en el suelo	A	B	C
	Cantidad de aporte de N	Factor de emisión para las emisiones directas	Emisiones directas de los suelos
		EF ₁	
	(kg N/año)	(kg N ₂ O-N/kg N)	(Gg N ₂ O-N/año)
			C = (A x B)/1 000 000
Fertilizante Sintético (F _{SN})	1.189.525,70	0,0125	0,014869
Estiércol (FE)	1.273.071,43	0,0125	0,015913
Cultivos fijadores del N (F _{BN})	11889,00	0,0125	0,000149
Residuos de las cosechas (F _{CR})	1.607.193,23	0,0125	0,020090
		Total	0,05102

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2013)		
SUBMÓDULO	SUELOS AGRÍCOLAS		
HOJA DE TRABAJO	4-5		
HOJA	1 DE 5 EMISIONES DIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LOS CAMPOS AGRÍCOLAS, EXCLUIDO EL CULTIVO DE LOS HISTOSALES		
	PASO 1		PASO 2
Tipo de aporte de N en el suelo	A	B	C
	Cantidad de aporte de N	Factor de emisión para las emisiones directas	Emisiones directas de los suelos
	(kg N/año)	EF ₁ (kg N ₂ O-N/kg N)	(Gg N ₂ O-N/año)
			C = (A x B)/1 000 000
Fertilizante Sintético (F _{SN})	1.211.306,31	0,0125	0,015141
Estiércol (FE)	1.330.663,55	0,0125	0,016633
Cultivos fijadores del N (F _{BN})	12438,00	0,0125	0,000155
Residuos de las cosechas (F _{CR})	1.178.080,20	0,0125	0,014726
		Total	0,04666

Anexo 14. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-5A (Adicional), Hoja 1 de 1. Utilización del nitrógeno del estiércol. Suelos agrícolas (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2011)				
SUBMÓDULO	SUELOS AGRÍCOLAS				
HOJA DE TRABAJO	4-5A (ADICIONAL)				
HOJA	1 DE 1 UTILIZACIÓN DEL NITRÓGENO DEL ESTIÉRCOL				
A	B	C	D	E	F
Total del nitrógeno excretado (kg N/año)	Fracción de nitrógeno quemado como combustible (fracción)	Fracción del nitrógeno excretado durante el pastoreo (fracción)	Fracción del nitrógeno excretado emitido como NO _x y NH ₃ (fracción)	Suma (fracción)	Nitrógeno del estiércol utilizado (después de la corrección para las emisiones de NO _x y NH ₃), FE (kg N/año)
				F = 1 - (B + C + D)	F = (A x E)
1.786.426,73	0,0	0,02	0,2	0,78	1.393.412,85

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2012)				
SUBMÓDULO	SUELOS AGRÍCOLAS				
HOJA DE TRABAJO	4-5A (ADICIONAL)				
HOJA	1 DE 1 UTILIZACIÓN DEL NITRÓGENO DEL ESTIÉRCOL				
A	B	C	D	E	F
Total del nitrógeno excretado (kg N/año)	Fracción de nitrógeno quemado como combustible (fracción)	Fracción del nitrógeno excretado durante el pastoreo (fracción)	Fracción del nitrógeno excretado emitido como NO _x y NH ₃ (fracción)	Suma (fracción)	Nitrógeno del estiércol utilizado (después de la corrección para las emisiones de NO _x y NH ₃), FE (kg N/año)
				F = 1 - (B + C + D)	F = (A x E)
1.632.142,86	0,0	0,02	0,2	0,78	1.273.071,43

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2013)			
SUBMÓDULO		SUELOS AGRÍCOLAS			
HOJA DE TRABAJO		4-5A (ADICIONAL)			
HOJA		1 DE 1 UTILIZACIÓN DEL NITRÓGENO DEL ESTIÉRCOL			
A	B	C	D	E	F
Total del nitrógeno excretado (kg N/año)	Fracción de nitrógeno quemado como combustible (fracción)	Fracción del nitrógeno excretado durante el pastoreo (fracción)	Fracción del nitrógeno excretado emitido como NO _x y NH ₃ (fracción)	Suma (fracción)	Nitrógeno del estiércol utilizado (después de la corrección para las emisiones de NO _x y NH ₃), FE (kg N/año)
				$F = 1 - (B + C + D)$	$F = (A \times E)$
1.705.978,91	0,0	0,02	0,2	0,78	1.330.663,55

Anexo 15. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-5B (Adicional), Hoja 1 de 1. Aporte de nitrógeno de los residuos de las cosechas. Suelos agrícolas (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2011)				
SUBMÓDULO		SUELOS AGRÍCOLAS				
HOJA DE TRABAJO		4-5B (ADICIONAL)				
HOJA		1 DE 1 APORTE DE NITRÓGENO DE LOS RESÍDUOS DE LAS COSECHAS				
A	B	C	D	E	F	G
Producción de cultivos no fijadores del nitrógeno (kg biomasa seca/año)	Fracción de nitrógeno de cultivos no fijadores del nitrógeno (kg N/kg biomasa seca)	Producción de cultivos fijadores de nitrógeno (kg biomasa seca/año)	Fracción del nitrógeno en cultivos fijadores del nitrógeno (kg N/kg biomasa seca)	Unidad menos la fracción de los residuos de las cosechas retirados de los campos, (fracción)	Unidad menos la fracción de los residuos de las cosechas quemados (fracción)	Aporte de nitrógeno de los residuos de las cosechas F _{CR} (kg N/año)
						$G = 2 \times (A \times B + C \times D) \times E \times F$
130864200	0,015	141300	0,03	0,55	0,75	1.622.941,65

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2012)				
SUBMÓDULO		SUELOS AGRÍCOLAS				
HOJA DE TRABAJO		4-5B (ADICIONAL)				
HOJA		1 DE 1 APORTE DE NITRÓGENO DE LOS RESÍDUOS DE LAS COSECHAS				
A	B	C	D	E	F	G
Producción de cultivos no fijadores del nitrógeno (kg biomasa seca/año)	Fracción de nitrógeno de cultivos no fijadores del nitrógeno (kg N/kg biomasa seca)	Producción de cultivos fijadores de nitrógeno (kg biomasa seca/año)	Fracción del nitrógeno en cultivos fijadores del nitrógeno (kg N/kg biomasa seca)	Unidad menos la fracción de los residuos de las cosechas retirados de los campos, (fracción)	Unidad menos la fracción de los residuos de las cosechas quemados (fracción)	Aporte de nitrógeno de los residuos de las cosechas F _{CR} (kg N/año)
						$G = 2 \times (A \times B + C \times D) \times E \times F$
129477900	0,015	198150	0,03	0,55	0,75	1.607.193,23

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2013)				
SUBMÓDULO		SUELOS AGRÍCOLAS				
HOJA DE TRABAJO		4-5B (ADICIONAL)				
HOJA		1 DE 1 APORTE DE NITRÓGENO DE LOS RESÍDUOS DE LAS COSECHAS				
A	B	C	D	E	F	G
Producción de cultivos no fijadores del nitrógeno	Fracción de nitrógeno de cultivos no fijadores del nitrógeno	Producción de cultivos fijadores de nitrógeno	Fracción del nitrógeno en cultivos fijadores del nitrógeno	Unidad menos la fracción de los residuos de las cosechas retirados de los campos, (fracción)	Unidad menos la fracción de los residuos de las cosechas quemados	Aporte de nitrógeno de los residuos de las cosechas
(kg biomasa seca/año)	(kg N/kg biomasa seca)	(kg biomasa seca/año)	(kg N/kg biomasa seca)			F_{CR}
						$G = 2 \times (A \times B + C \times D) \times E \times F$
94783800	0,015	207300	0,03	0,55	0,75	1.178.080,20

Anexo 16. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-5, Hoja 2 de 5. Emisiones Directas de Óxido Nitroso procedente del Cultivo de los Histosoles (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2011)			
SUBMÓDULO		SUELOS AGRÍCOLAS			
HOJA DE TRABAJO		4-5			
HOJA		2 DE 5 EMISIONES DIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DEL CULTIVO DE LOS HISTOSOLES			
		PASO 3		PASO 4	
		D	E	F	
		Superficie de los suelos orgánicos cultivados	Factor de emisión para las emisiones directas de los suelos	Emisión directa procedentes de los histosoles	
		F_{OS} (ha)	EF_2 (kg N_2O-N /ha/año)	(Gg N_2O-N /año)	
				$F = (D \times E) / 1\ 000\ 000$	
				$G = (C + F) [44/28]$	
Subtotal		0	10	0,0000	0,0764005

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2012)			
SUBMÓDULO		SUELOS AGRÍCOLAS			
HOJA DE TRABAJO		4-5			
HOJA		2 DE 5 EMISIONES DIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DEL CULTIVO DE LOS HISTOSOLES			
		PASO 3		PASO 4	
		D	E	F	
		Superficie de los suelos orgánicos cultivados	Factor de emisión para las emisiones directas de los suelos	Emisión directa procedentes de los histosoles	
		F_{OS} (ha)	EF_2 (kg N_2O-N /ha/año)	(Gg N_2O-N /año)	
				$F = (D \times E) / 1\ 000\ 000$	
				$G = (C + F) [44/28]$	
Subtotal		0	10	0,00	0,0801758

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2013)			
SUBMÓDULO	SUELOS AGRÍCOLAS			
HOJA DE TRABAJO	4-5			
HOJA	2 DE 5 EMISIONES DIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DEL CULTIVO DE LOS HISTOSOLES			
	PASO 3			PASO 4
	D	E	F	G
	Superficie de los suelos orgánicos cultivados	Factor de emisión para las emisiones directas de los suelos	Emisiones directas procedentes de los histosoles	Total de emisiones directas de N ₂ O
	F _{OS} (ha)	EF ₂ (kg N ₂ O-N/ha/año)	(Gg N ₂ O-N/año)	(Gg)
			F=(D x E)/1 000 000	G = (C+F)[44/28]
Subtotal	0	10	0,00	0,0733167

Anexo 17. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-5, Hoja 3 de 5. Emisiones de Óxido Nitroso Procedente del pastoreo de animales (praderas y pastizales) (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2011)		
SUBMÓDULO	SUELOS AGRÍCOLAS		
HOJA DE TRABAJO	4-5		
HOJA	3 DE 5 EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO DE LOS SUELOS PROCEDENTES DEL PASTOREO DE ANIMALES - PRADERAS Y PASTIZALES		
	PASO 5		
Sistema de Manejo del Estiércol (SME)	A	B	C
	Nitrógeno Excretado	Factor de emisión para los	Emisiones Of N ₂ O de
	Nex(SME)	SME	procedentes del pastoreo
	(kg N/yr)	EF ₃ (kg N ₂ O-N/kg N)	de animales (Gg)
			C = (A x B)[44/28]/1 000 000
Praderas y pastizales	1.666.645,20	0,02	0,052380

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2012)		
SUBMÓDULO	SUELOS AGRÍCOLAS		
HOJA DE TRABAJO	4-5		
HOJA	3 DE 5 EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO DE LOS SUELOS PROCEDENTES DEL PASTOREO DE ANIMALES - PRADERAS Y PASTIZALES		
	PASO 5		
Sistema de Manejo del Estiércol (SME)	A	B	C
	Nitrógeno Excretado	Factor de emisión para los	Emisiones Of N ₂ O de
	Nex(SME)	SME	procedentes del pastoreo
	(kg N/yr)	EF ₃ (kg N ₂ O-N/kg N)	de animales (Gg)
			C = (A x B)[44/28]/1 000 000
Praderas y pastizales	1.502.906,40	0,02	0,047234

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2013)		
SUBMÓDULO	SUELOS AGRÍCOLAS		
HOJA DE TRABAJO	4-5		
HOJA	3 DE 5 EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO DE LOS SUELOS PROCEDENTES DEL PASTOREO DE ANIMALES - PRADERAS Y PASTIZALES		
PASO 5			
Sistema de Manejo del Estiércol (SME)	A	B	C
	Nitrógeno Excretado	Factor de emisión para los	Emisiones Of N ₂ O de
	N _{EX} (SME)	SME	procedentes del pastoreo
	(kg N/yr)	EF ₃	de animales
			C = (A x B)[44/28]/1 000 000
Praderas y pastizales	1.567.288,80	0,02	0,049258

Anexo 18. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-5, Hoja 4 de 5. Emisiones Indirectas de Óxido Nitroso procedentes de la Deposición atmosférica de NH₃ y NO_x (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2011)							
SUBMÓDULO	SUELOS AGRÍCOLAS							
HOJA DE TRABAJO	4-5							
HOJA	4 DE 5 EMISIONES INDIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA DEPOSICIÓN ATMOSFÉRICA DE NH₃ Y NO_x							
PASO 6								
Tipo de	A	B	C	D	E	F	G	H
Deposición	N en el fertilizante	Fracción del N en el fertilizante	Cantidad del N en el fertilizante sintético	Total de N excretado por el ganado	Fracción del total de N en el estiércol excretado que se volatiliza	Total N excretado por el ganado que se volatiliza	Factor de emisión EF ₄	Emisiones de óxido nitroso
	sintético aplicado a los suelos,	sintético aplicado que se volatiliza	aplicado que se volatiliza	N _{EX}	que se volatiliza			
		Volatiliza			Frac _{GASM}			
	N _{FERT}	Frac _{GASF}						
	(kg N/año)	(kg N/kg N)	(kg N/kg N)	(kg N/año)	(kg N/kg N)	(kg N/kg N)	(kg N ₂ O-N/kg N)	(Gg N ₂ O-N/año)
			C = (A x B)			F = (D x E)		H = (C + F) x G /1 000 000
Total	960.722	0,1	96.072,18	2.899.017,80	0,2	579.803,56	0,01	0,006759

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2012)							
SUBMÓDULO	SUELOS AGRÍCOLAS							
HOJA DE TRABAJO	4-5							
HOJA	4 DE 5 EMISIONES INDIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA DEPOSICIÓN ATMOSFÉRICA DE NH₃ Y NO_x							
PASO 6								
Tipo de	A	B	C	D	E	F	G	H
Deposición	N en el fertilizante	Fracción del N en el fertilizante	Cantidad del N en el fertilizante sintético	Total de N excretado por el ganado	Fracción del total de N en el estiércol excretado que se volatiliza	Total N excretado por el ganado que se volatiliza	Factor de emisión EF ₄	Emisiones de óxido nitroso
	sintético aplicado a los suelos,	sintético aplicado que se volatiliza	aplicado que se volatiliza	N _{EX}	que se volatiliza			
		Volatiliza			Frac _{GASM}			
	N _{FERT}	Frac _{GASF}						
	(kg N/año)	(kg N/kg N)	(kg N/kg N)	(kg N/año)	(kg N/kg N)	(kg N/kg N)	(kg N ₂ O-N/kg N)	(Gg N ₂ O-N/año)
			C = (A x B)			F = (D x E)		H = (C + F) x G /1 000 000
Total	1.321.695,23	0,1	132.169,52	2.674.813,00	0,2	534.962,60	0,01	0,006671

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2013)							
SUBMÓDULO	SUELOS AGRÍCOLAS							
HOJA DE TRABAJO	4-5							
HOJA	4 DE 5 EMISIONES INDIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA DEPOSICIÓN ATMOSFÉRICA DE NH ₃ Y NO _x							
PASO 6								
	A	B	C	D	E	F	G	H
Tipo de	N en el fertilizante	Fracción del N en el fertilizante	Cantidad del N en el fertilizante sintético	Total de N excretado por el ganado	Fracción del total de N en el estiércol excretado	Total N excretado por el ganado que se volatiliza	Factor de emisión EF ₄	Emisiones de óxido nitroso
Deposición	sintético aplicado a los suelos,	sintético aplicado que se volatiliza	aplicado que se volatiliza	N _{EX}	que se volatiliza	Frac _{GASM}	(kg N ₂ O-N/kg N)	(Gg N ₂ O-N/año)
	N _{FERT}	Frac _{GASF}						
	(kg N/año)	(kg N/kg N)	(kg N/kg N)	(kg N/año)	(kg N/kg N)	(kg N/kg N)		
			C = (A x B)			F = (D x E)		H = (C + F) x G / 1 000 000
Total	1.345.895,90	0,1	134.589,59	2.911.607,20	0,2	582.321,44	0,01	0,007169

Anexo 19. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-5. Emisiones Indirectas de Óxido Nitroso procedentes de la Deposición atmosférica de NH₃ y NO_x. Aplicación de la ecuación 3 de la Excreción Total de Nitrógeno por el ganado (N_{ex}) (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2011)		
SUBMÓDULO	EMISIONES INDIRECTAS PROCEDENTES DE LA DEPOSICIÓN ATMOSFÉRICA DE NH ₃ Y NO _x		
HOJA DE TRABAJO	APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN 3		
	EXCRECIÓN TOTAL DE NITRÓGENO POR EL GANADO		
	A	B	C
Tipo de ganado	Número de animal por tipo (T) de animal	Nitrógeno Excretado por tipo por de animal en el cantón Nex	Nitrogeno Total Excretado por tipo de animal, Nex
		(kg/cabeza/año)	(kg N/año)
			D = (A x B)
Ganado no lechero	29528	40	1.181.100,00
Ganado lechero	15593	70	1.091.475,00
Aves de corral	317498	0,6	190.498,80
Cerdos	20654	16	330.464,00
Otros	2637	40	105.480,00
TOTAL			2.899.017,80

MÓDULO	AGRICULTURA (año 2012)		
SUBMÓDULO	EMISIONES INDIRECTAS PROCEDENTES DE LA DEPOSICIÓN ATMOSFÉRICA DE NH ₃ Y NO _x		
HOJA DE TRABAJO	APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN 3		
EXCRECIÓN TOTAL DE NITRÓGENO POR EL GANADO			
Tipo de ganado	A	B	C
	Número de animal por tipo (T) de animal	Nitrógeno Excretado por tipo por de animal en el cantón N_{ex} (kg/cabeza/año)	Nitrogeno Total Excretado por tipo de animal, Nex (kg N/año)
			D = (A x B)
Ganado no lechero	26941	40	1.077.620,00
Ganado lechero	13585	70	950.915,00
Aves de corral	345970	0,6	207.582,00
Cerdos	21501	16	344.016,00
Otros	2367	40	94.680,00
		TOTAL	2.674.813,00

MÓDULO	AGRICULTURA (2013)		
SUBMÓDULO	EMISIONES INDIRECTAS PROCEDENTES DE LA DEPOSICIÓN ATMOSFÉRICA DE NH ₃ Y NO _x		
HOJA DE TRABAJO	APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN 3		
EXCRECIÓN TOTAL DE NITRÓGENO POR EL GANADO			
Tipo de ganado	A	B	C
	Número de animal por tipo (T) de animal	Nitrógeno Excretado por tipo por de animal en el cantón N_{ex} (kg/cabeza/año)	Nitrogeno Total Excretado por tipo de animal, Nex (kg N/año)
			D = (A x B)
Ganado no lechero	26819	40	1.072.760,00
Ganado lechero	16753	70	1.172.710,00
Aves de corral	374442	0,6	224.665,20
Cerdos	22347	16	357.552,00
Otros	2098	40	83.920,00
		TOTAL	2.911.607,20

Anexo 20. Agricultura. Hoja de Trabajo 4-5, Hoja 5 de 5. Emisiones Indirectas de Óxido Nitroso procedentes de la Lixiviación (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2011)					
SUBMÓDULO		SUELOS AGRÍCOLAS					
HOJA DE TRABAJO		4-5					
HOJA		5 DE 5 EMISIONES INDIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA LIXIVIACIÓN					
		PASO 7			PASO 8	PASO 9	
I	J	K	L	M	N	O	
Fertilizante sintético utilizado N_{FERT}	Excreción de N del ganado N_{EX}	Fracción de N Lixiviado $Frac_{LIX}$	Factor de emisión EF_5	Emisiones de óxido nitroso procedentes de la lixiviación	Total de emisiones indirectas de óxido nitroso	Total de emisiones de óxido nitroso	
(kg N/año)	(kg N/año)	(kg N/kg N)		(Gg N_2O -N/año)	(Gg N_2O /año)	(Gg)	
				$M = (I + J) \times K \times L / 1\ 000\ 000$	$N = (H + M)[44/28]$	$O = (G + C + N)$ (G de hoja de trabajo 4-5, hoja 2, paso 4; C de la de trabajo 4-5, hoja 3, paso 5; N de la hoja de trabajo 4-5, hoja 5, paso 8).	
Total	960.721,78	2.899.017,80	0,3	0,025	0,028948047	0,0561107	0,18489

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2012)					
SUBMÓDULO		SUELOS AGRÍCOLAS					
HOJA DE TRABAJO		4-5					
HOJA		5 DE 5 EMISIONES INDIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA LIXIVIACIÓN					
		PASO 7			PASO 8	PASO 9	
I	J	K	L	M	N	O	
Fertilizante sintético utilizado N_{FERT}	Excreción de N del ganado N_{EX}	Fracción de N Lixiviado $Frac_{LIX}$	Factor de emisión EF_5	Emisiones de óxido nitroso procedentes de la lixiviación	Total de emisiones indirectas de óxido nitroso	Total de emisiones de óxido nitroso	
(kg N/año)	(kg N/año)	(kg N/kg N)		(Gg N_2O -N/año)	(Gg N_2O /año)	(Gg)	
				$M = (I + J) \times K \times L / 1\ 000\ 000$	$N = (H + M)[44/28]$	$O = (G + C + N)$ (G de hoja de trabajo 4-5, hoja 2, paso 4; C de la de trabajo 4-5, hoja 3, paso 5; N de la hoja de trabajo 4-5, hoja 5, paso 8).	
Total	1.321.695,23	2.674.813,00	0,3	0,025	0,029973812	0,0575852	0,18500

MÓDULO		AGRICULTURA (año 2013)					
SUBMÓDULO		SUELOS AGRÍCOLAS					
HOJA DE TRABAJO		4-5					
HOJA		5 DE 5 EMISIONES INDIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA LIXIVIACIÓN					
		PASO 7			PASO 8	PASO 9	
I	J	K	L	M	N	O	
Fertilizante sintético utilizado N_{FERT}	Excreción de N del ganado N_{EX}	Fracción de N Lixiviado $Frac_{LIX}$	Factor de emisión EF_5	Emisiones de óxido nitroso procedentes de la lixiviación	Total de emisiones indirectas de óxido nitroso	Total de emisiones de óxido nitroso	
(kg N/año)	(kg N/año)	(kg N/kg N)		(Gg N_2O -N/año)	(Gg N_2O /año)	(Gg)	
				$M = (I + J) \times K \times L / 1\ 000\ 000$	$N = (H + M)[44/28]$	$O = (G + C + N)$ (G de hoja de trabajo 4-5, hoja 2, paso 4; C de la de trabajo 4-5, hoja 3, paso 5; N de la hoja de trabajo 4-5, hoja 5, paso 8).	
Total	1.345.895,90	2.911.607,20	0,3	0,025	0,031931273	0,0614435	0,18402

Anexo 21. Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura. Hoja de Trabajo 5-1. Hoja 1-3. Cambio de Biomasa de Bosques y en Otros Tipos de Vegetación Leñosa (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO			CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (año 2011)				
SUBMÓDULO			CAMBIOS DE BIOMASA DE BOSQUES Y OTROS TIPOS DE VEGETACIÓN LEÑOSA				
HOJA DE TRABAJO			5-1				
HOJA			1 DE 3				
PASO 1							
			A	B	C	D	E
			Superficie de las existencias de bosques/biomasa (kha)	Tasa de crecimiento anual (t ms/ha)	Incremento anual de la biomasa (kt ms)	Fracción de carbono de la materia seca	Incremento Total de la absorción de carbono (kt C)
					$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$
Tropicales	Formaciones vegetales	Bosque húmedo	26,1337	1,00	26,1337	0,5	13,0668
		Bosque seco	0,1280	1,00	0,1280	0,5	0,0640
		Matorral húmedo	3,3664	1,00	3,3664	0,5	1,6832
		Matorral seco	0,9992	1,00	0,9992	0,5	0,4996
		Vegetación herbácea de humedal	0,1118	1,00	0,1118	0,5	0,0559
		Vegetación herbácea húmeda	3,1374	1,00	3,1374	0,5	1,5687
Total							16,9383

MÓDULO			CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (año 2012)				
SUBMÓDULO			CAMBIOS DE BIOMASA DE BOSQUES Y OTROS TIPOS DE VEGETACIÓN LEÑOSA				
HOJA DE TRABAJO			5-1				
HOJA			1 DE 3				
PASO 1							
			A	B	C	D	E
			Superficie de las existencias de bosques/biomasa (kha)	Tasa de crecimiento anual (t ms/ha)	Incremento anual de la biomasa (kt dm)	Fracción de carbono de la materia seca	Incremento Total de la absorción de carbono (kt C)
					$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$
Tropicales	Formaciones vegetales	Bosque húmedo	26,1632	1,00	26,1632	0,5	13,0816
		Bosque seco	0,1281	1,00	0,1281	0,5	0,0641
		Matorral húmedo	3,3664	1,00	3,3664	0,5	1,6832
		Matorral seco	0,9992	1,00	0,9992	0,5	0,4996
		Vegetación herbácea de humedal	0,1118	1,00	0,1118	0,5	0,0559
		Vegetación herbácea húmeda	3,1374	1,00	3,1374	0,5	1,5687
Total							16,9531

MÓDULO			CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (año 2013)				
SUBMÓDULO			CAMBIOS DE BIOMASA DE BOSQUES Y OTROS TIPOS DE VEGETACIÓN LEÑOSA				
HOJA DE TRABAJO			5-1				
HOJA			1 DE 3				
PASO 1							
			A	B	C	D	E
			Superficie de las existencias de bosques/biomasa (kha)	Tasa de crecimiento anual (t ms/ha)	Incremento anual de la biomasa (kt dm)	Fracción de carbono de la materia seca	Incremento Total de la absorción de carbono (kt C)
					$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$
Tropicales	Formaciones vegetales	Bosque húmedo	26,1927	1,00	26,1927	0,5	13,0963
		Bosque seco	0,1283	1,00	0,1283	0,5	0,0641
		Matorral húmedo	3,3664	1,00	3,3664	0,5	1,6832
		Matorral seco	0,9992	1,00	0,9992	0,5	0,4996
		Vegetación herbácea de humedal	0,1118	1,00	0,1118	0,5	0,0559
		Vegetación herbácea húmeda	3,1374	1,00	3,1374	0,5	1,5687
Total							16,9679

Anexo 22. Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura. Hoja de Trabajo 5-1. Hoja 2-3. Cambio de Biomasa de Bosques y en Otros Tipos de Vegetación Leñosa (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO	CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (año 2011)							
SUBMÓDULO	CAMBIOS DE BIOMASA DE BOSQUES Y OTROS TIPOS DE VEGETACIÓN LEÑOSA							
HOJA DE TRABAJO	5-1							
HOJA	2 DE 3							
PASO 2								
Categorías de cosecha (especificar)	F	G	H	I	J	K	L	M
	Cosecha Comercial	Relación de conversión/expansión de la biomasa	Total de la biomasa extraída durante la cosecha comercial	Consumo total de leña	Total de los otros usos de la madera	Consumo total de biomasa	Madera extraída por la tala de los bosques	Consumo total de biomasa de las existencias
	(si procede) (1000 m ³ de rollizo)	(si procede) (t ms/m ³)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)
			H = (F x G)	Estadísticas de la FAO		K = (H + I + J)	(De la columna M, Hoja de trabajo 5-2, hoja 3)	M = K - L
Total cantonal	16,18849	0,5	8,09425	12,5828	2,6306	23,3077		
Totals	16,18849		8,09425	12,5828	2,6306	23,3077	0,00	23,31

MÓDULO	CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (año 2012)							
SUBMÓDULO	CAMBIOS DE BIOMASA DE BOSQUES Y OTROS TIPOS DE VEGETACIÓN LEÑOSA							
HOJA DE TRABAJO	5-1							
HOJA	2 DE 3							
PASO 2								
Categorías de cosecha (especificar)	F	G	H	I	J	K	L	M
	Cosecha Comercial	Relación de conversión/expansión de la biomasa	Total de la biomasa extraída durante la cosecha comercial	Consumo total de leña	Total de los otros usos de la madera	Consumo total de biomasa	Madera extraída por la tala de los bosques	Consumo total de biomasa de las existencias
	(si procede) (1000 m ³ de rollizo)	(si procede) (t ms/m ³)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)
			H = (F x G)	Estadísticas de la FAO		K = (H + I + J)	(De la columna M, Hoja de trabajo 5-2,	M = K - L
Total cantonal	4,9014	0,5000	2,4507	11,8443	0,7965	15,0915		
Totals	4,9014		2,4507	11,8443	0,7965	15,0915	0,00	15,09

MÓDULO	CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (año 2013)							
SUBMÓDULO	CAMBIOS DE BIOMASA DE BOSQUES Y OTROS TIPOS DE VEGETACIÓN LEÑOSA							
HOJA DE TRABAJO	5-1							
HOJA	2 DE 3							
PASO 2								
Categorías de cosecha (especificar)	F	G	H	I	J	K	L	M
	Cosecha Comercial	Relación de conversión/expansión de la biomasa	Total de la biomasa extraída durante la cosecha comercial	Consumo total de leña	Total de los otros usos de la madera	Consumo total de biomasa	Madera extraída por la tala de los bosques	Consumo total de biomasa de las existencias
	(si procede) (1000 m ³ de rollizo)	(si procede) (t ms/m ³)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)
			H = (F x G)	Estadísticas de la FAO		K = (H + I + J)	(De la columna M, Hoja de trabajo 5-2, hoja 3)	M = K - L
Total cantonal	15,52697	0,5	7,76	11,11	2,5231	21,39		
Totals	15,53		7,76	11,11	2,52	21,39	0,00	21,39

Anexo 23. Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura. Hoja de Trabajo 5-1. Hoja 3-3. Cambios de Biomasa de Bosques y en Otros Tipos de Vegetación Leñosa (años 2011, 2012 y 2013).

MÓDULO	USO DE TIERRA Y SILVICULTURA (año 2011)		
SUBMÓDULO	CAMBIOS DE BIOMASA DE BOSQUES Y EN OTROS TIPOS DE VEGETACIÓN LEÑOSA		
HOJA DE TRABAJO	5-1		
HOJA	3 DE 3		
PASO 3		PASO 4	
N	O	P	Q
Fracción de carbono	Liberación anual de carbono	Absorción (+) o liberación (-) neta anual de carbono	Convertir la liberación (-) o absorción (+) anual de CO ₂
	(kt C)	(kt C)	(Gg CO ₂)
	$O = (M \times N)$	$P = (E - O)$	$Q = (P \times [44/12])$
0,5	11,65	5,28	19,38

MÓDULO	USO DE TIERRA Y SILVICULTURA (año 2012)		
SUBMÓDULO	CAMBIOS DE BIOMASA DE BOSQUES Y EN OTROS TIPOS DE VEGETACIÓN LEÑOSA		
HOJA DE TRABAJO	5-1		
HOJA	3 DE 3		
PASO 3		PASO 4	
N	O	P	Q
Fraction de carbono	Liberación anual de carbono	Absorción (+) o liberación (-) neta anual de carbono	Convertir la liberación (-) o absorción (+) anual de CO ₂
	(kt C)	(kt C)	(Gg CO ₂)
	$O = (M \times N)$	$P = (E - O)$	$Q = (P \times [44/12])$
0,5	7,55	9,41	34,49

MÓDULO	USO DE TIERRA Y SILVICULTURA (año 2013)		
SUBMÓDULO	CAMBIOS DE BIOMASA DE BOSQUES Y EN OTROS TIPOS DE VEGETACIÓN LEÑOSA		
HOJA DE TRABAJO	5-1		
HOJA	3 DE 3		
PASO 3		PASO 4	
N	O	P	Q
Fraction de carbono	Liberación anual de carbono	Absorción (+) o liberación (-) neta anual de carbono	Convertir la liberación (-) o absorción (+) anual de CO ₂
	(kt C)	(kt C)	(Gg CO ₂)
	$O = (M \times N)$	$P = (E - O)$	$Q = (P \times [44/12])$
0,5	10,70	6,27	23,00

Anexo 24. Resumen de las emisiones y absorciones de GEI (Gg) del inventario cantonal año 2011, 2012 y 2013.

Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero (año 2011)	CO ₂ emisiones (Gg)	CO ₂ remociones (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	NO _x (Gg)	CO (Gg)	NMVOCs (Gg)	SO _x (Gg)
Total cantonal de emisiones y remociones	0	-19	0	0	0	9	0	0
4. Agricultura			0,44536	0,18993	0,15398	8,84431	0,00000	0,00000
A. Fermentación entérica			0,00239					
B. Manejo del estiércol			0,00011	0,00077			0,00000	
C. Cultivo de arroz			0,10500				0,00000	
D. Suelos agrícolas				0,18489			0,00000	
E. Quema prescrita de sabanas			0,33323	0,00412	0,14904	8,74716	0,00000	
F. Quema en el campo de residuos			0,00463	0,00014	0,00493	0,09715	0,00000	
5. Cambio de uso del suelo y silvicultura¹	0,0000	-19,3762	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
A. Cambios en bosques y otro stocks de biomasa leñosa	0,0000	-19,3762						

Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero (año 2012)	CO ₂ emisiones (Gg)	CO ₂ remociones (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	NO _x (Gg)	CO (Gg)	NMVOCs (Gg)	SO _x (Gg)
Total cantonal de emisiones y remociones	0,0000	-34,4935	0,5302	0,1901	0,1533	8,7557	0,0000	0,0000
4. Agricultura			0,53024	0,19008	0,15326	8,75573	0,00000	0,00000
A. Fermentación entérica			0,00215					
B. Manejo del estiércol			0,00011	0,00084			0,00000	
C. Cultivo de arroz			0,19320				0,00000	
D. Suelos agrícolas				0,18500			0,00000	
E. Quema prescrita de sabanas			0,32862	0,00407	0,14698	8,62635	0,00000	
F. Quema en el campo de residuos			0,00616	0,00017	0,00628	0,12938	0,00000	
5. Cambio de uso del suelo y silvicultura¹	0,0000	-34,4935	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
A. Cambios en bosques y otro stocks de biomasa leñosa	0,0000	-34,4935						

Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero (año 2013)	CO ₂ remociones (Gg)	CO ₂ remociones (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	NO _x (Gg)	CO (Gg)	NMVOCs (Gg)	SO _x (Gg)
Total cantonal de emisiones y remociones	0,0000	-22,9961	0,4475	0,1880	0,1128	6,3546	0,0000	0,0000
4. Agricultura			0,44747	0,18805	0,11279	6,35462	0,00000	0,00000
A. Fermentación entérica			0,00232					
B. Manejo del estiércol			0,00012	0,00091			0,00000	
C. Cultivo de arroz			0,20160				0,00000	
D. Suelos agrícolas				0,18402			0,00000	
E. Quema prescrita de sabanas			0,23668	0,00293	0,10586	6,21293	0,00000	
F. Quema en el campo de residuos agrícolas			0,00675	0,00019	0,00693	0,14169	0,00000	
5. Cambio de uso del suelo y silvicultura¹	0,0000	-22,9961	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
A. Cambios en bosques y otro stocks de biomasa leñosa	0,0000	-22,9961						

Anexo 25. Resumen de las emisiones y absorciones de GEI (Gg CO₂-eq) del inventario cantonal año 2011, 2012 y 2013.

Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero (año 2011)		CH ₄ (Gg CO ₂ -eq)	N ₂ O (Gg CO ₂ -eq)	Total emisiones netas (Gg CO ₂ -eq)	Total absorciones netas (Gg CO ₂ -eq)	Balance (Gg CO ₂ -eq)
Total cantonal emisiones y absorciones		9,3525	58,8773	68,23	-19,38	48,85
4. Agricultura		9,3525	58,8773	68,23	-19,38	48,85
	A. Fermentación entérica	0,0503		0,05	-19,38	-19,33
	B. Manejo del estiércol	0,0024	0,2402	0,24	-19,38	-19,13
	C. Cultivo de arroz	2,2050		2,21	-19,38	-17,17
	D. Suelos agrícolas		57,3164	57,32	-19,38	37,94
	E. Quema de sabanas	6,9977	1,2783	8,28	-19,38	-11,10
	F. Quema de residuos	0,0972	0,0423	0,14	-19,38	-19,24
5. Silvicultura¹		0,0000	0,0000	0,00	-19,38	
	A. Cambios en biomasa forestal y otros			0,00	-19,38	

Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero (año 2012)		CH ₄ (Gg CO ₂ -eq)	N ₂ O (Gg CO ₂ -eq)	Total emisiones netas (Gg CO ₂ -eq)	Total absorciones netas (Gg CO ₂ -eq)	Balance (Gg CO ₂ -eq)
Total cantonal emisiones y absorciones		11,1351	58,9242	70,06	-34,49	35,57
4. Agricultura		11,1351	58,9242	70,06	-34,49	35,57
	A. Fermentación entérica	0,0452		0,05	-34,49	-34,45
	B. Manejo del estiércol	0,0023	0,2612	0,26	-34,49	-34,23
	C. Cultivo de arroz	4,0572		4,06	-34,49	-30,44
	D. Suelos agrícolas		57,3485	57,35	-34,49	22,86
	E. Quema de sabanas	6,9011	1,2607	8,16	-34,49	-26,33
	F. Quema de residuos agrícolas	0,1294	0,0538	0,18	-34,49	-34,31
5. Silvicultura¹		0,0000	0,0000	0,00	-34,49	
	A. Cambios en biomasa forestal y otros stocks leñosos			0,00	-34,49	

Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero (año 2013)		CH ₄ (Gg CO ₂ -eq)	N ₂ O (Gg CO ₂ -eq)	Total emisiones netas (Gg CO ₂ -eq)	Total absorciones netas (Gg CO ₂ -eq)	Balance (Gg CO ₂ -eq)
Total cantonal emisiones y absorciones		9,3969	58,2950	67,69	-23,00	44,70
4. Agricultura		9,3969	58,2950	67,69	-23,00	44,70
	A. Fermentación entérica	0,0488		0,05	-23,00	-22,95
	B. Manejo del estiércol	0,0025	0,2821	0,28	-23,00	-22,71
	C. Cultivo de arroz	4,2336		4,23	-23,00	-18,76
	D. Suelos agrícolas		57,0455	57,05	-23,00	34,05
	E. Quema de sabanas	4,9703	0,9080	5,88	-23,00	-17,12
	F. Quema de residuos agrícolas	0,1417	0,0594	0,20	-23,00	-22,80
5. Silvicultura¹		0,0000	0,0000	0,00	-23,00	
	A. Cambios en biomasa forestal y otros			0,00	-23,00	

Anexo 26. Fertilizante aplicado a los suelos por costo de producción de principales cultivos del cantón Santa Ana.

CULTIVO	2011					2012					2013						
	Superficie sembrada (ha)	# de sacos/hectárea	Total de sacos	Total de kg de fertilizante	Total kg N/año	Superficie sembrada (ha)	# de sacos/hectárea	Total de sacos	Total de kg de fertilizante	Total kg N/año	Superficie sembrada (ha)	# de sacos/hectárea	Total de sacos	Total de kg de fertilizante	Total kg N/año		
Fréjol seco	42	1	42	2100	441	48	1	48	2400	504	50	1	50	2500	525		
Fréjol Tierno	100	1	100	5000	1050	80	1	80	4000	840	85	1	85	4250	893		
Haba seca	30		0	0	0	35	0	0	0	0	40	0	0	0	0		
Haba tierna	70		0	0	0	88	0	0	0	0	42	0	0	0	0		
Maní	505	1	505	25250	5303	580	1	580	29000	6090	612	1	612	30600	6426		
Achiote	20		0	0	0	30	0	0	0	0	45	0	0	0	0		
Aguacate	30		0	0	0	38	0	0	0	0	42	0	0	0	0		
Arroz	1500	7	10500	525000	241500	2300	7	16100	805000	370300	2500	7	17500	875000	402500		
Banano	35		0	0	0	38	0	0	0	0	40	0	0	0	0		
Cacao	2000	8	16000	800000	368000	5734	8	45872	2293600	1055056	5989	8	47914	2395724	1102033		
Café	7657	4	30628	1531400	704444	7657	4	30628	1531400	704444	4883	4	19532	976600	449236		
Camote	20		0	0	0	28	0	0	0	0	32	0	0	0	0		
Caña de Azúcar	280		0	0	0	300	0	0	0	0	320	0	0	0	0		
Caña de guadua	200		0	0	0	220	0	0	0	0	250	0	0	0	0		
Higuerilla	0		0	0	0	40	0	0	0	0	50	0	0	0	0		
Limón	190	4	760	38000	17480	220	4	880	44000	20240	250	4	1000	50000	23000		
Maíz	5950	5	29750	1487500	684250	5332	5	26660	1333000	613180	6565	5	32826	1641315	755005		
Mandarina	150		0	0	0	180	0	0	0	0	180	0	0	0	0		
Mango	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Maracuyá	15	8	120	6000	2760	20	8	160	8000	3680	22	8	176	8800	4048		
Melón	10	6	60	3000	1380	15	6	90	4500	2070	22	6	132	6600	3036		
Naranja	263		0	0	0	280	0	0	0	0	300	0	0	0	0		
Paja mocora	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Paja toquilla	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Papaya	60	1	60	3000	630	65	1	65	3250	683	68	1	68	3400	714		
Pasto	65000		0	0	0	64100	0	0	0	0	46129	0	0	0	0		
Pepino	20	3	60	3000	1380	25	3	75	3750	1725	28	3	84	4200	1932		
Pimiento	35	4	140	7000	3220	30	4	120	6000	2760	35	4	140	7000	3220		
Piña	0	20	0	0	0	0	20	0	0	0	0	20	0	0	0		
Plátano	300	5	1500	75000	34500	300	5	1500	75000	34500	320	5	1600	80000	36800		
Sandía	30	4	120	6000	2760	32	4	128	6400	2944	35	4	140	7000	3220		
Tomate	16	4	64	3200	1472	18	4	72	3600	1656	26	4	104	5200	2392		
Yuca	203	6	1218	60900	28014	220	6	1320	66000	30360	230	6	1380	69000	31740		
Zapallo	50		0	0	0	60	0	0	0	0	70	0	0	0	0		
Total anual de fertilizante aplicado x cultivo (kg N/año)					2098584	Total anual de fertilizante aplicado x cultivo (kg N/año)					2851032	Total anual de fertilizante aplicado x cultivo (kg N/año)					2826719

Anexo 27.Fertilizantes nitrogenados aplicado a los suelos datos MAGAP y casas comerciales agrícolas del cantón Santa Ana

SACOS	2011			2012			2013		
	Úrea CO(NH ₂) ₂	Nitrato de amonio NH ₄ NO ₃	Sulfato de amonio (NH ₄)SO ₄	Úrea CO(NH ₂) ₂	Nitrato de amonio NH ₄ NO ₃	Sulfato de amonio (NH ₄)SO ₄	Úrea CO(NH ₂) ₂	Nitrato de amonio NH ₄ NO ₃	Sulfato de amonio (NH ₄)SO ₄
AGRIPAC S.A.	2924	51	6	8639	63	86	11996	13	0
EL AGRO	500	0	0	400	0	0	500	0	0
SUPER AGRO	1200	0	0	1500	0	0	1800	8	10
MAGAP (UNA)	5883	0	0	5141	0	0	4398	0	0
SUMA	10507	51	6	15680	63	86	18694	21	10
TOTAL DE FERTILIZANTE EN Kg, DE LOS SACOS ENTREGADOS									
TOTAL EN kg	2011			2012			2013		
	Úrea CO(NH ₂) ₂	Nitrato de amonio NH ₄ NO ₃	Sulfato de amonio (NH ₄)SO ₄	Úrea CO(NH ₂) ₂	Nitrato de amonio NH ₄ NO ₃	Sulfato de amonio (NH ₄)SO ₄	Úrea CO(NH ₂) ₂	Nitrato de amonio NH ₄ NO ₃	Sulfato de amonio (NH ₄)SO ₄
AGRIPAC S.A.	146200	2550	300	431950	3150	4300	599800	650	0
EL AGRO	25000	0	0	20000	0	0	25000	0	0
SUPER AGRO	60000	0	0	75000	0	0	90000	400	500
UNA (Unidad Nacional de Almacenamiento)	294150	0	0	257025	0	0	219900	0	0
SUMA	525350	2550	300	783975	3150	4300	934700	1050	500
kg DE NITRÓGENO POR AÑO									
kg N	2011			2012			2013		
	Úrea CO(NH ₂) ₂	Nitrato de amonio NH ₄ NO ₃	Sulfato de amonio (NH ₄)SO ₄	Úrea CO(NH ₂) ₂	Nitrato de amonio NH ₄ NO ₃	Sulfato de amonio (NH ₄)SO ₄	Úrea CO(NH ₂) ₂	Nitrato de amonio NH ₄ NO ₃	Sulfato de amonio (NH ₄)SO ₄
AGRIPAC S.A.	67252	854	62	198697	1055	882	275908	218	0
EL AGRO	11500	0	0	9200	0	0	11500	0	0
SUPER AGRO	27600	0	0	34500	0	0	41400	134	103
UNA (Unidad Nacional de Almacenamiento)	135309	0	0	118232	0	0	101154	0	0
SUMA	241661	854	62	360629	1055	882	429962	352	103
TOTAL (Kg N/yr)	242577			362565			430416		

Anexo 28 cultivos fijadores de nitrógeno (ha) ciclo corto leguminoso, oleaginosa del cantón santa Ana

CULTIVO FIJADORES									
CULTIVO	2011			2012			2013		
	SEMBRADA	COSECHADA	PRODUCCION	SEMBRADA	COSECHADA	PRODUCCION	SEMBRADA	COSECHADA	PRODUCCION
Fréjol seco	42	40	56	48	45	63	50	47	34
Fréjol Tierno	100	70	189	80	78	200	85	80	204
Haba seca	30	28	24	35	32	28	40	37	32
Haba tierna	70	49	108	88	85	180	42	38	84
Maní	505	353	565	580	506	850	612	605	1028
			942			1321			1382

Anexo 29 cultivos no fijadores (ha) de nitrógeno más representativos de ciclo corto y perenne del cantón santa Ana.

CULTIVO	2011			2012			2013		
	SEMRADA	COSECHADA	PRODUCCION	SEMRADA	COSECHADA	PRODUCCION	SEMRADA	COSECHADA	PRODUCCION
Achiote	20	18	11	30	28	16	45	40	23
Aguacate	30	25	525	38	35	540	42	38	820
Arroz	1500	1250	3000	2300	2300	5520	2500	2400	5760
Banano	35	32	1696	38	36	1908	40	38	2014
Cacao	2000	1900	817	5734	3727	932	5989	5900	2006
Café	7657	7400	2516	7657	6508	1952	4883	4500	1440
Camote	20	18	162	28	25	245	32	30	294
Caña de Azúcar	280	220	7150	300	270	8775	320	300	9750
Higurilla	-	-	-	40	38	42	50	45	50
Limón	190	180	972	220	190	1024	250	220	1188
Maíz	5950	5200	17680	5332	5332	18662	6565	6100	21350
Mandarina	150	120	2928	180	150	3660	180	150	3750
Maracuyá	15	12	180	20	18	270	22	20	300
Melón	10	8	152	15	12	229	22	20	381
Naranja	263	220	2750	280	263	3288	300	280	3500
Papaya	60	50	270	65	60	324	68	62	335
Pasto	65000	65000	825500	64100	63800	810260	46129	45000	571500
Pepino	20	18	178	25	22	218	28	25	248
Pimiento	35	30	282	30	20	188	35	30	282
Plátano	300	250	3450	300	195	2730	320	300	4200
Sandía	30	28	625	32	28	644	35	32	736
Tomate	16	14	255	18	16	291	26	22	400
Yuca	203	198	931	220	210	987	230	220	1034
Zapallo	50	48	398	60	58	481	70	68	531
Total			872428			863186			631892

Anexo 30. Cálculo y presentación de incertidumbre (nivel1-propagación de error) del inventario del cantón

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año de base (2011)	Emisiones o absorciones del año t (2013)	Incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre del factor de emisión/parámetro de estimación	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en el año t	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones cantonales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión/parámetro de estimación	Incertidumbre en la tendencia de emisiones cantonales introducidas por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones cantonales
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada Nota A	Datos de entrada Nota A	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\frac{(G \cdot D)^2}{(\Sigma D)^2}$	Nota B	$\left \frac{D}{\Sigma C} \right $	I . F Nota C	J . E . $\sqrt{2}$ Nota D	$M_x = \sqrt{K_x^2 + L_x^2}$
		Equivalente de Gg CO ₂	Equivalente de Gg CO ₂	%	%	%		%	%	%	%	%
Agricultura												
Fermentación entérica	CH ₄	0,0503	0,0488	20	20	28,3	0,0010	0,0001	0,0010	0,0011	0,0282	0,0008
Gestión del estiércol	CH ₄	0,0024	0,0025	20	20	28,3	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0014	0,0000
Gestión del estiércol	N ₂ O	0,2402	0,2821	20	20	28,3	0,0319	0,0013	0,0058	0,0255	0,1633	0,0273
Cultivo de arroz	CH ₄	2,2050	4,2336	20	20	28,3	7,1776	0,0453	0,0867	0,9069	2,4511	6,8303
Quema de sabanas	N ₂ O	1,2783	0,9080	20	20	28,3	0,3301	-0,0054	0,0186	-0,1071	0,5257	0,2878
Quema de sabanas	CH ₄	6,9977	4,9703	20	20	28,3	9,8931	-0,0293	0,1017	-0,5853	2,8776	8,6234
Quema de los residuos de las cosechas	N ₂ O	0,0423	0,0594	20	20	28,3	0,0014	0,0004	0,0012	0,0085	0,0344	0,0013
Quema de los residuos de las cosechas	CH ₄	0,0972	0,1417	20	20	28,3	0,0080	0,0011	0,0029	0,0216	0,0820	0,0072
Suelos agrícolas	N ₂ O	57,3164	57,0455	20	20	28,3	1303,1690	0,0932	1,1677	1,8643	33,0270	1094,2611
Silvicultura												
Cambios de biomasa de bosques y otros tipos de vegetación leñosa	CO ₂	-19,3762	-22,9961	20	20	28,3	211,7713	-0,1083	-0,4707	-2,1657	-13,3138	181,9480
		ΣC	ΣD				1532,3834					1291,9871
<u>Total de CO₂</u>		48,8536	44,6958			Porcentaje de incertidumbre del inventario total $\sqrt{\Sigma H_x}$	39,15%			Incetidumbre de la tendencia $\sqrt{M_1^2 + M_2^2 + \dots + M_n^2}$		35,94%

Anexo 31. Toma de muestra del consumo de leña, como fuente de energía para cocinar en las diferentes comunidades del cantón Santa Ana



Anexo 32. Quema de los residuos de las cosechas de arroz y maíz en las diferentes comunidades del cantón Santa Ana

