



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE  
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**II EVENTO INTERNACIONAL LA UNIVERSIDAD  
EN EL SIGLO XXI**

**PONENCIA: SIMPOSIO 2**

**INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO  
INVERNADERO POR FERMENTACIÓN ENTÉRICA Y MANEJO  
DE ESTIÉRCOL EN LA PROVINCIA DE MANABÍ.**

**Autores:**

Ing: MSc. Juan Carlos Luque Vera.

Dr. Juan Luis Rodríguez Olivera

Dra. Mercedes Alemán García.

**FECHA:  
AGOSTO DE 2013**

## INTRODUCCIÓN

Hasta hace pocos decenios se contemplaba el clima como algo esencialmente inamovible. Los climatólogos trataban el clima, a todos los efectos prácticos, como algo estadísticamente estacionario; se centraban en obtener largas series de datos representativos y en resumir las características e impactos de la variabilidad climática tales como los ciclos estacionales, las pautas espaciales, los extremos, etc. Sin embargo, el tema del cambio climático ha subrayado la importancia que tienen también las alteraciones del clima medio y sus consecuencias para los ecosistemas y el hombre.

Desde 1896 se sabe que el dióxido de carbono ayuda a impedir que los rayos infrarrojos escapen al espacio, lo que hace que se mantenga una temperatura relativamente cálida en nuestro planeta y esto es lo que constituye el denominado *efecto invernadero natural*, de importancia vital para todo el ecosistema terrestre. Sin embargo, el incremento de los niveles de dióxido de carbono puede alterar este efecto normal y provocar un aumento de la temperatura global, lo que podría originar importantes cambios climáticos con graves implicaciones globales.

En enero del 2001 la Comisión Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre el Cambio Climático presentó un informe en el que se ponía de manifiesto que la temperatura media de la Tierra había aumentado 0,6 grados en el siglo XX. Asimismo este informe prevé que la temperatura media del planeta subirá entre 1,4 y 5,8 °C entre 1990 y 2100. Este aumento provocará cambios en el nivel del mar (desde finales de la década de 1960 ha crecido entre 0,1 y 0,2 m y aumentará entre 0,09 y 0,88 m entre 1990 y 2100), disminución de la cubierta de hielo y nieve (desde finales de la década de 1960 ha disminuido un 10%) y aumento de la temperatura media de los océanos [25,1].

Algunos científicos han planteado que este incremento en la temperatura podría ser sólo parte de una fluctuación natural. Sin embargo, este último informe de la ONU pone de manifiesto que la actividad humana contribuye sustancialmente a este cambio climático

El calentamiento acelerado de la superficie terrestre parece deberse, principalmente, al aumento de la concentración en la atmósfera de gases como el dióxido de carbono.

Por todo esto se considera que el mayor reto que enfrenta la humanidad en estos momentos es la potencialidad que nuestras actividades económicas resulten en el calentamiento global con serias consecuencias para el ecosistema global de la tierra, y eso afectará la forma de vida de las sociedades ricas y pobres por igual. Las consecuencias esperadas: aumento del nivel del mar, afectación a la agricultura, disminución de lluvias, incrementos de riesgos para la salud, turbulencias del tiempo, tensiones sociales sugieren, que hay buenas razones para preocuparse, tanto para los países desarrollados como los países en vías de desarrollo. No se puede permitir que los daños a los sistemas que soportan la vida humana lleguen a ser irreversibles, teniendo en cuenta que el costo de implementar medidas adaptativas futuras sería prohibitivo, por lo que resulta de gran urgencia aplicar de inmediato medidas tendientes a revertir esta situación.

Por esta razón se desprende de la necesidad de implementar un mecanismo que nos permita diagnosticar, monitorear y evaluar la situación actual del territorio, precisamente una de las vías es a través de los inventarios de Emisiones y Absorciones de gases de Efecto Invernadero, que constituye la esencia de este trabajo para el módulo de Agricultura, Silvicultura y otros Uso de la Tierra. Los inventarios constituyen la base para la elaboración de metodologías que nos permitan trazar proyecciones y compromisos de reducción futura de GEI, es una base de datos integrada con información adecuada para la gestión medio ambiental que puede utilizar cada territorio para diseñar su política en esta materia. Además constituye una herramienta para verificar el cumplimiento de los objetivos fijados en planes anteriores además que sensibiliza a todos con respecto a la contaminación del medio ambiente.

Los inventarios son una herramienta que permite cuantificar el grado de contribución de las actividades humanas y de algunos procesos naturales relacionados con la emisión y fijación de los GEI, así como desarrollar programas y proyectos de mitigación de los mismos.

## DESARROLLO

Los Gases de Efecto Invernadero directo son estudiados en el Módulo Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra, estos son:

Dióxido de carbono  $\text{CO}_2$  es el GEI más común producido por las actividades antropogénicas, ya que aporta cerca del 60 % del incremento en el forzamiento radiactivo desde la época preindustrial, este gas es tanto un subproducto gaseoso de la naturaleza, así como un nutriente esencial para las plantas verdes. En su ciclo natural, este es emitido en importantes cantidades por la biosfera y reabsorbido por diferentes sumideros del carbono, fundamentalmente los océanos y los bosques.

Estos sumideros naturales captan también cerca de la mitad de las emisiones antropogénicas actuales pero son incapaces de absorber todas estas emisiones, lo que produce la acumulación de este gas en la atmósfera con el consiguiente aumento de las concentraciones, proceso que se ve también incrementado por la destrucción y daño que vienen sufriendo de forma paralela los sumideros.

El segundo gas de invernadero en importancia es el Metano aunque sus emisiones son menores que las del  $\text{CO}_2$  su potencial de calentamiento global es 21 veces mayor que la del  $\text{CO}_2$ . El  $\text{CH}_4$  afecta tanto directa como indirectamente al balance radiactivo del planeta. Además, consume oxidantes en la atmósfera lo que afecta el nivel de ozono troposférico y es también una fuente sustancial de  $\text{H}_2\text{O}$  en la estratosfera. Cerca del 70 % de las emisiones totales de metano (cerca de 370 millones de toneladas) se originan de las actividades humanas.

De estas, más del 30 % provienen del minado del carbón, la extracción de petróleo y escapes de gases y otro 60 % proviene de la ganadería, los campos de arroz inundados, la quema de biomasa y la disposición de desechos en los rellenos sanitarios

Los Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) es al igual que el  $\text{CO}_2$  y el  $\text{CH}_4$  uno de los componentes naturales de la atmósfera terrestre. Es un gas de invernadero y desempeña un importante papel en la química de la estratosfera. Este gas tiene un largo tiempo de vida en la atmósfera, unos 120 años. Como resultado de las actividades humanas, las concentraciones atmosféricas de este gas se

han incrementado en cerca del 13 % desde la época preindustrial desde unos 275 ppbv a unos 310 ppbv. Sus mecanismos de formación no se conocen aún con suficiente detalle, aunque se estima que aproximadamente la mitad de los cerca de 13 millones de toneladas de N<sub>2</sub>O emitidos cada año a la atmósfera, provienen del uso excesivo de nitrógeno para la fertilización de tierra de cultivos y la producción de ácido adípico (nylon)[1].

La mayor parte de N<sub>2</sub>O atmosférico es de origen biológico pues las bacterias en los suelos y océanos liberan N<sub>2</sub>O durante diferentes procesos. Las actividades humanas tienden a incrementar la producción biológica de este gas. La agricultura, el cambio del uso de la tierra, la deforestación y los procesos de fijación de nitrógeno, estimula la producción bacteriana del N<sub>2</sub>O [1.]

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático IPCC coordina la realización de inventarios nacionales de emisión y absorción de gases de efecto invernadero a nivel mundial. Para ello ha desarrollado metodologías de cálculo implementadas en software con toda la información disponible en internet en dos versiones hasta la fecha, 1996 y 2006.

La metodología comprende varios módulos como son: energía, procesos industriales y uso de solventes y otros productos, agricultura y cambio y uso de la tierra y finalmente el módulo de desechos.

En cuanto a los impactos del cambio climático en el Ecuador, se ha identificado a los sectores agropecuario, energético, forestal, de recursos hídricos y recursos marino costero como especialmente vulnerables. El sector de los recursos hídricos es particularmente sensible. En un análisis efectuado para la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (Cáceres. L. 2001), se concluyó que las cuencas de los Ríos Esmeraldas, Pastaza, Paute, Mira, Carchi, Napo, Portoviejo, Chone, Jama y Briceño, (estas cuatro últimas pertenecen a la provincia de Manabí, territorio de estudio de la presente investigación), ya mostraban (en el año 2000) un déficit para cubrir la demanda de agua en las épocas secas. Además de ello, sequías, inundaciones y deslizamientos asociados con la variabilidad climática afectan extensas regiones del país.

La provincia de Manabí en el Ecuador es una región de gran extensión y economía principalmente agrícola y agropecuaria. Es por ello que en este trabajo se desarrolla la aplicación de las guías del IPCC del año 2006 en el módulo de AFOLU en la provincia.

Los inventarios territoriales ofrecen la posibilidad de reducir las incertidumbres en las estimaciones de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en los inventarios nacionales y precisamente en este trabajo se realiza el primer **Inventario de Emisiones y Absorción de Gases de Efecto Invernadero** en el módulo de Agricultura, Silvicultura y Otros Uso de la Tierra en la provincia de Manabí en un horizonte desde el año 2004 hasta el año 2010 para de esta manera poder conocer cuáles son las principales fuentes emisoras y receptoras de los GEI en la Provincia.

Del módulo Agricultura, Silvicultura y Uso de la Tierra se consideran o proceden las emisiones de gases de efecto invernadero de las siguientes fuentes:

- Ganado doméstico: fermentación entérica y manejo del estiércol.

#### **Emisiones de Metano Procedentes de la Fermentación Entérica.**

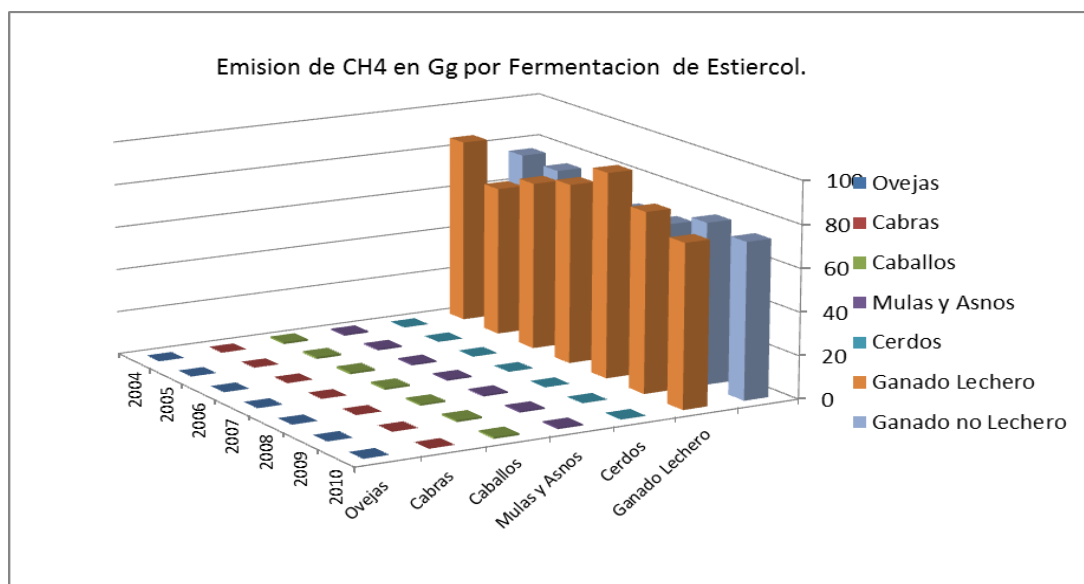
La producción del metano debido a la fermentación entérica, consiste en un proceso normal que ocurre en el sistema digestivo de los animales herbívoros. El metano así generado es un producto que se forma mediante la descomposición de los hidratos de carbono por microorganismos existentes en el sistema, y los incorporados con el alimento.

El metano producido por los animales, está en dependencia del tipo de alimentación y la cantidad consumida, de la edad y el peso del animal, así como del sistema digestivo, siendo este el elemento más importante. De acuerdo con el sistema digestivo, corresponde a los rumiantes la mayor producción de metano. Otros animales como los caballos, asnos y cerdos rumiantes los dos primeros y monogástrico el último, presentan una menor producción.

Con relación a la alimentación se debe tener presente al analizar las emisiones que a mayor cantidad de alimentos y menor calidad de los mismos que resultan menos digeribles por el animal se obtiene un aumento en la producción de metano.

Para realizar la presente estimación, se tuvieron en cuenta las principales categorías de animales, establecidas en las Guías del IPCC.

Los resultados muestran que la emisión de metano producto de la fermentación **entérica** está dada fundamentalmente por el ganado vacuno teniendo una mayor incidencia el ganado lechero.



**Figura 1 Emision en Gg de Metano por Fermentacion Enterica**

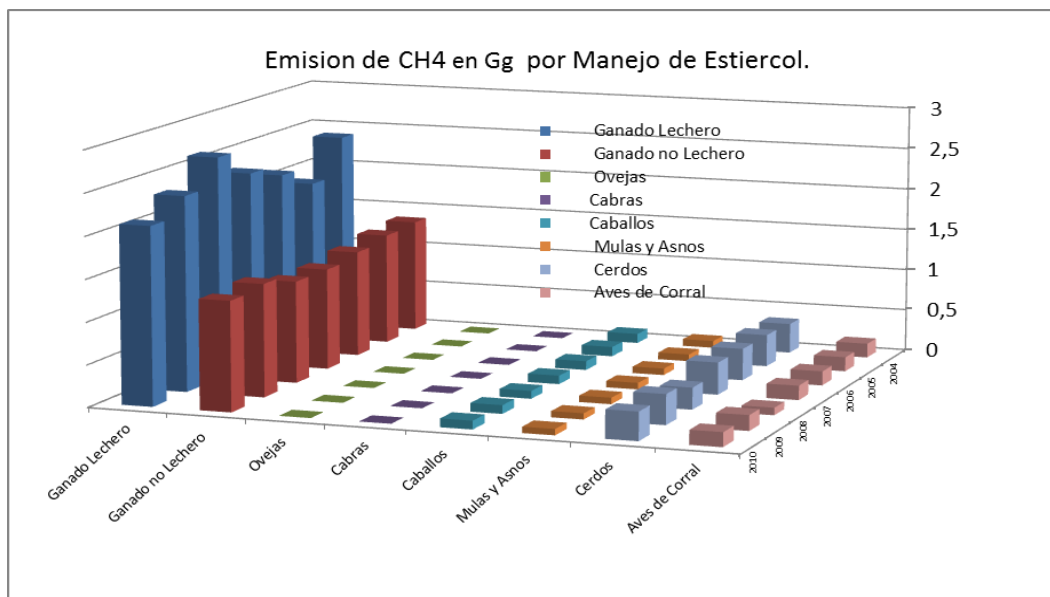
### **Emisiones de Metano Procedentes de los Sistemas de Manejo del Estiércol.**

A partir de las excretas de los animales domésticos puede producirse la emisión de gas metano, encontrándose que las emisiones más importantes proceden del ganado vacuno. Este metano es producido por la descomposición del estiércol en condiciones fundamentalmente anaerobias y la cantidad del mismo que es emitido a la atmósfera depende de varios factores tales como: la población animal, el promedio diario de sólidos volátiles excretados, la producción potencial de metano del estiércol y del sistema de manejo de ese estiércol, entre otros.

El sistema de manejo deviene en un factor de gran importancia que a través del mismo pueden crearse las condiciones que implican una mayor o menor emisión de este gas en dependencia que se propicie o no la descomposición anaerobia.

En este sentido puede plantearse que cuando el estiércol está tratado en forma líquida se produce una cantidad significativa de metano, todo lo contrario ocurre cuando el manejo se realiza en forma sólida, ya que la descomposición

se produce fundamentalmente en forma aeróbica y se emite poco o ningún metano. En los resultados puede observarse que las mayores emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) dado por el manejo de estiércol provienen del ganado bovino y dentro de este, el ganado lechero en un primer lugar y en segundo lugar el ganado no lechero, también se puede constatar que para Manabí en el periodo que se analizada le sigue en orden decreciente los cerdos y en cuarto lugar las emisiones de  $\text{CH}_4$  por las aves de corral.

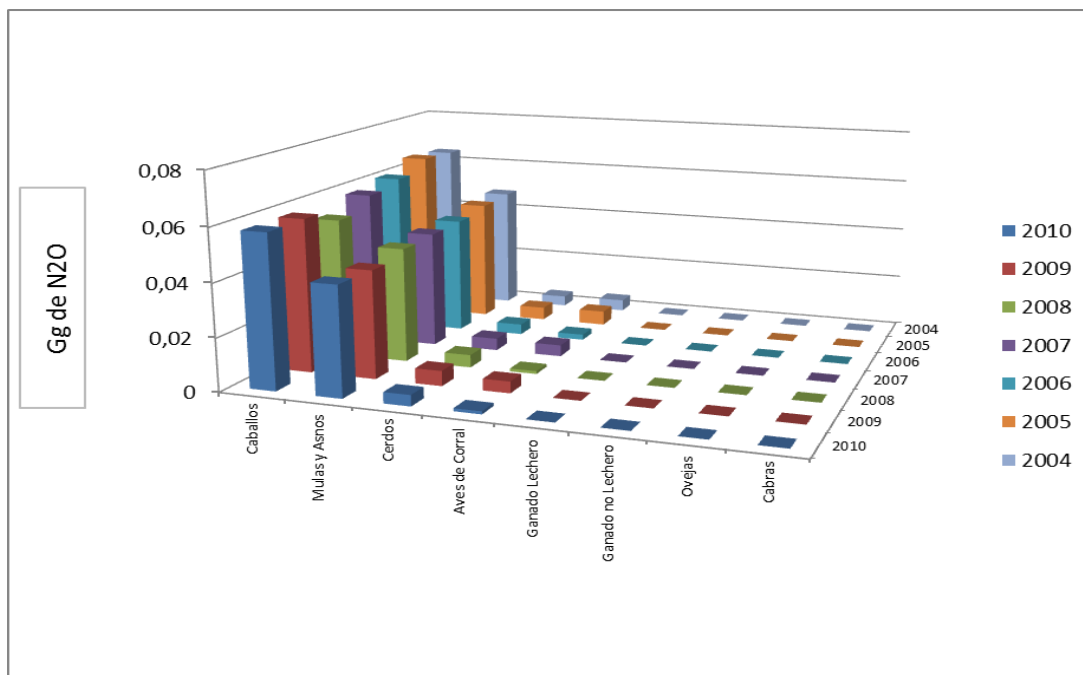


**Figura 2 Emisión en Gg de  $\text{CH}_4$  por Manejo de Estiércol**

### **Emisiones de Óxido Nitroso procedentes de los Sistemas de Manejo del Estiércol.**

Las emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  dado por el manejo de estiércol son poco representativas según los resultados que se muestran y los mayores responsables de la emisión de este gas son de manera decreciente: los caballos, las maulas y asnos en tercer lugar los cerdos y en cuarto lugar las aves de corral.





**Figura 3 Emisión en Gg de N<sub>2</sub>O por Manejo de Estiércol.**

En la Tabla 1 se muestran los resultados del software IPCC 2006 en cuanto a las emisiones de Metano debido a la fermentación entérica y el manejo de estiércol, así como las emisiones de Óxido Nitroso dado por el manejo de estiércol en la provincia de Manabí durante los años desde el 2004 hasta el 2010.

Tabla1 Emisión de Metano y Óxido Nitroso por Fermentación Entérica y Manejo de Estiércol

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
GgCH <sub>4</sub> por Fermentación Entérica	163,93	146,18	151,24	153,23	165,00	160,46	150,58
GgCH <sub>4</sub> por Manejo de Estiércol	4,47	4,02	4,18	4,27	4,38	4,38	4,10
GgN <sub>2</sub> O por Manejo de Estiércol	5614,86	5224,91	5337,47	5382,26	5642,33	5543,49	5326,75

En la figura 4 se muestra la emisión de Metano y Óxido Nitroso debido a la Fermentación Entérica y el Manejo de Estiércol en Gg de CO<sub>2</sub> equivalente a partir del valor del potencial de calentamiento global del metano (21) y del óxido nitroso (310).

Como se aprecia las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente debido al proceso de fermentación entérica constituyen el aporte fundamental de gases de efecto invernadero entre los elementos considerados.

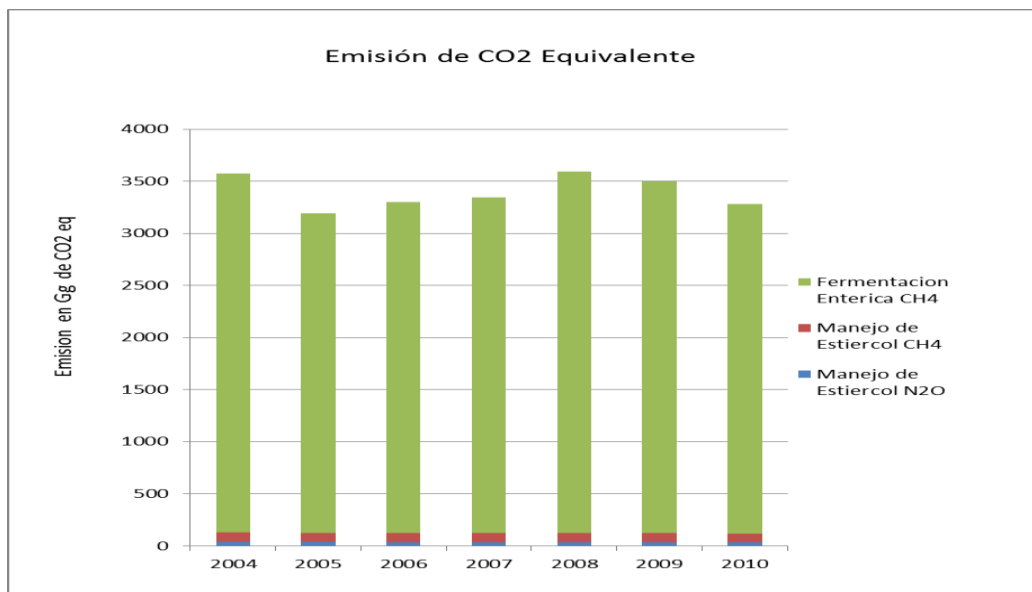


Figura. 4 Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente debido a la Fermentación Entérica y el Manejo de Estiércol.

## CONCLUSIONES

1. En el inventario realizado se pone de manifiesto que las mayores emisiones de metano CH<sub>4</sub> dentro de los factores de emisión considerados son debidas a la fermentación entérica de los diferentes tipos de animales donde se destacan el ganado vacuno en sus dos especificaciones, lechero y no lechero. Esto representa entre el 98 y 99 % del total de emisiones por este concepto entre los años 2004 y 2010.
2. El manejo de estiércol es responsable de la emisión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, aunque en magnitudes inferiores una vez llevados a CO<sub>2</sub> equivalentes comparada con los resultados de la fermentación entérica. En los años analizados estos valores oscilan entre 2,6 y 2,76% del CH<sub>4</sub> total generado y 0,06 y 0,07% del N<sub>2</sub>O.
3. El análisis de los datos no muestra variaciones importantes en la composición de los distintos tipos de animales y su población en la provincia lo cual demuestra estabilidad en dicha composición en el período analizado.
4. Los inventarios territoriales de GEI constituyen un aporte importante a la recopilación de información detallada, necesaria en la implementación de la aplicación de las metodologías establecidas y de esta manera disminuir las

incertidumbres en los inventarios nacionales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Cáceres, Luis. 2001, Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, República del Ecuador.
2. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005 Informe Nacional.Ecuador. Roma 2005.
3. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Revised 2006. IPCC, Bracknell (1997).
4. IPCC/OECD/IEA Greenhouse Gas Inventory Software for the Workbook. Instruction Manual. (2006).
5. Disponible en internet [www.SNI.gob.ec](http://www.SNI.gob.ec). Sistema Nacional de Informacion Ecuador.2013.Estadisticas Indicadores y Consultas.